MAŁGORZATA
GAWLIK-KOBYLIŃSKA

(NIE)BEZPIECZNY POLIGON: NOWE TECHNOLOGIE W SZKOLENIACH CBRN

AKADEMIA SZTUKI WOJENNEJ

(Nie)bezpieczny poligon: nowe technologie w szkoleniach CBRN

Małgorzata Gawlik-Kobylińska

(Nie)bezpieczny poligon: nowe technologie w szkoleniach CBRN

Recenzenci
dr hab. Andrzej Pieczywok
dr hab. inż. Marian Żuber

Projekt okładki
Ewa Wiśniewska

Redakcja i korekta
Anna Surendra, Sebastian Surendra

Redakcja techniczna i skład
Maciej Torz

© Copyright by Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa 2023

Książka jest realizowana przy wsparciu funduszy z projektu Ecosystem for European Education Mobility as a Service: Model with Portal Demo (eMediator), finansowanego z programu Erasmus+ (KA220-HED – Współpraca partnerska w szkolnictwie wyższym, umowa nr 2021–1–LV01–KA220-HED-000027571).

ISBN 978-83-8263-429-7

ISBN 978-83-8263-464-8 (pdf)
ISBN 978-83-8263-465-5 (mobi)
ISBN 978-83-8263-466-2 (epub)

Sygn. wewn. ASzWoj 6823/23

Druk i oprawa: Wydawnictwo Akademii Sztuki Wojennej
00-910 Warszawa, al. gen. A. Chruściela 103, tel./faks 261-813-752
e-mail: wydawnictwo@akademia.mil.pl
Zam. nr 537/23

Dla mojej córeczki Sary,
żeby mogła żyć w bezpiecznym świecie.

Spis treści

Wstęp 9

Rozdział 1. Podstawy terminologiczne 27
Zagrożenia CBRN 27
C – *chemical* (chemiczne) 30
B – *biological* (biologiczne) 31
R – *radiological* (radiologiczne) 33
N – *nuclear* (jądrowe) 35
Zdarzenia z materiałami wybuchowymi 36
Nowe technologie – ogólna charakterystyka i potencjał wybranych rozwiązań 38
Wirtualna rzeczywistość 39
Rzeczywistość rozszerzona 42
Rzeczywistość mieszana 44
Sztuczna inteligencja 45
Ujęcie integracyjne 47
Podsumowanie 50

Rozdział 2. Uwarunkowania prawno-instytucjonalne dla realizacji szkoleń CBRN oraz nadchodzące trendy technologiczne 53
Zasady prowadzenia szkoleń z zakresu ochrony przed zagrożeniami CBRN w oparciu o krajowe i międzynarodowe dokumenty normatywne 53
Centra szkolenia CBRN w kraju i za granicą 62
Trendy technologiczne dla rozwoju szkoleń CBRN 67
Perspektywa krajowa – resort obrony narodowej 67
Perspektywa światowa – GlobalData 71
Perspektywa NATO 73
Perspektywa Unii Europejskiej oraz Europejskiej Agencji Obrony 76
Podsumowanie 78

Rozdział 3. Badania i innowacje w obszarze nowoczesnych szkoleń CBRN 81
Publikacje 82
Projekty 100
Podsumowanie 111

Rozdział 4. Formy, metody i narzędzia dydaktyczne w szkoleniach CBRN, ich ocena i potencjał ... 115
Dotychczasowe szkolenia CBRN ... 118
Postrzeganie nowych technologii w szkoleniach CBRN ... 119
Postawy wobec nowych technologii w szkoleniu CBRN – analiza sentymentu ... 119
Zalety nowoczesnych szkoleń CBRN dla osób uczących się i nauczycieli ... 122
Podsumowanie ... 127

Rozdział 5. Projektowanie scenariuszy szkoleń CBRN wykorzystujących nowe technologie ... 129
Wymiary uczenia się oraz zasady kształcenia w scenariuszach ... 130
Identyfikacja cech scenariuszy szkoleń CBRN ... 135
Najważniejsze cechy scenariuszy szkoleń CBRN realizowanych w nowoczesnym środowisku według osób uczących się ... 138
Podsumowanie ... 146

Rozdział 6. Koncepcja wykorzystania nowych technologii w szkoleniach CBRN – (nie)bezpieczny poligon ... 149
Założenia koncepcji CBRN Virtual Training Island ... 150
Aspekty metodyczno-techniczne ... 151
Potencjał rozwojowy narzędzia ... 152
Podsumowanie ... 155

Zakończenie ... 157

Bibliografia ... 163

Glosariusz ... 189

Załącznik 1. Analiza pojęć z obszaru CBRN oraz nowych technologii ... 193

Załącznik 2. Inne źródła publikacji ... 203

Załącznik 3. Kwestionariusz wywiadu Kano ... 205

Załącznik 4. Kwestionariusz wywiadu eksperckiego do analizy jakościowej oraz ilościowej ... 211

Spis tabel ... 217

Spis rysunków ... 219

Wstęp

Bezpieczeństwo człowieka i środowiska kształtowane jest przez szereg czynników, takich jak globalizacja, zmiany polityczne i ekonomiczno-społeczne, rozwój nowych technologii, energetyka, klimat czy konflikty zbrojne. W innym ujęciu można stwierdzić, że to działalność człowieka oraz sił natury wpływają na bezpieczeństwo. Wypadkową antropologicznych i naturalnych zagrożeń skutkujących olbrzymim zagrożeniem dla bezpieczeństwa człowieka i środowiska są zdarzenia związane z uwalnianiem toksycznych substancji przemysłowych, które obejmują substancje chemiczne, biologiczne oraz promieniotwórcze (*chemical, biological, radiological* – CBR). Analiza dotychczasowych katastrof ukazuje smutne doświadczenia wynikające z siły sprawczej natury, ale również z niewiedzy człowieka: zniszczenia infrastruktury, zbiorników i instalacji w zakładach przemysłowych czy transportowanych cystern. Prowadzą one do masowego skażenia środowiska naturalnego. Postępująca globalizacja i czynniki ekonomiczne sprawiają, że toksyczne środki chemiczne gromadzone są w jednym miejscu, co sprawia, że stają się obiektem zainteresowań terrorystów[1]. Stanowi to swoistą alternatywę dla nielegalnej produkcji, handlu, przemytu niebezpiecznych substancji i materiałów wybuchowych służących do budowy improwizowanych urządzeń w działalności terrorystycznej, a jednocześnie staje się nowym orężem i siłą napędową działań zamachowców oraz grup próbujących osiągać własne cele przemocą. Właśnie połączenie materiałów wybuchowych i toksycznych środków przemysłowych stanowi olbrzymie wyzwanie dla służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo pod względem prawnym, ale przede wszystkim proceduralnym, w tym efektywnego szkolenia sił reagowania. Najogólniejsze określenie zagrożenia związanego z CBRN to „zdarzenia CBRN", a termin ten obejmuje obok zdarzeń dotyczących uwalniania niebezpiecznych substancji również użycie broni masowego rażenia (BMR, *Weapon of Mass Destruction*

[1] Warto nadmienić, że katastrofy prowadzące do zniszczenia infrastruktury, zbiorników i instalacji w zakładach przemysłowych czy środków transportu były określane w literaturze jako zdarzenia typu ROTA (*Releases Other Than Attack*). Nie wykluczały one ze swojego zbioru ataków terrorystycznych (Maciejewski, Żuber, 2006).

– WMD). BMR kojarzona jest w literaturze ze skrótowcami CBRN (*chemical, biological, radiological, nuclear*) (Michailiuk, 2016, s. 17) oraz CBRNE (*chemical, biological, radiological, nuclear, explosives*[2]) (Feltes, 2021). Jednak analizując kontekst użycia tych skrótowców (BMR oraz CBRN), należy stwierdzić, że nie są to tożsame pojęcia. BMR mogą posiadać siły zbrojne danego państwa, natomiast konotacje CBRN najczęściej odnoszą się do środków CBRN, które same w sobie nie są bronią, ale mogą stanowić zagrożenie w przypadku użycia niezgodnego z przeznaczeniem, np. przez terrorystów. BMR jest określana jako zagrożenie, „które powinno być brane pod uwagę przez każde ze współczesnych państw opartych na zachodnim modelu rządów" (Liedel, Piasecka, 2008, s. 10). Niebezpieczeństwo utraty kontroli nad środkami CBRN[3] wymusiło konieczność podpisania międzynarodowych umów i konwencji[4] w zakresie obrony przed bronią masowego rażenia (OPBMR)[5]. Pomimo podpisanych dokumentów wciąż istnieje zagrożenie celowego działania, niekoniecznie oficjalnie ze strony państw, ale ze strony organizacji terrorystycznych, dla których istotny jest spektakularny zamach (Michailiuk, 2020). Zagrożenie środkami CBRN narasta, co wynika z sytuacji geostrategicznej i toczących się konfliktów zbrojnych. W przypadku ataku środki CBRN mogą wywoływać różne skutki – od łagodnych, jak przejściowe zanieczyszczenia środowiska, po bardzo dotkliwe, powodujące utratę zdrowia lub życia wskutek zetknięcia np. z wysoce toksycznymi substancjami. Należy podkreślić, że tego typu substancje są powszechnie stosowane m.in. w rolnictwie, a ich efektywność (wyższa skuteczność przy niższej dawce) forsowana jest przez ruchy ekologiczne, co powoduje, że popularny paration (środek ochrony roślin) ma tę sama klasę toksyczności co sarin (gaz bojowy) (Zieliński et al., 2010). Złożoność problematyki dotyczącej zagrożeń CBRN niesie dużą niepewność w zakresie możliwości mitygacji czynników rażenia. Wiele z tych

[2] *Explosives*, czyli wybuchowe.

[3] Pojęcie zdefiniowane przez Jarosława Solarza.

[4] Przykładami są: Układ o nierozprzestrzenianiu broni jądrowej, sporządzony w Moskwie, Waszyngtonie i Londynie dnia 1 lipca 1968 r. /Dz.U. 1970 nr 8 poz. 60; Konwencja o zakazie prowadzenia badań, produkcji i gromadzenia zapasów broni bakteriologicznej (biologicznej) i toksycznej oraz o ich zniszczeniu, sporządzona w Moskwie, Londynie i Waszyngtonie dnia 10 kwietnia 1972 r. /Dz.U. 1976 nr 1 poz. 1; Konwencja o zakazie prowadzenia badań, produkcji, składowania i użycia broni chemicznej oraz o zniszczeniu jej zapasów, sporządzona w Paryżu dnia 13 stycznia 1993 r. /Dz.U. 1999 nr 63 poz. 703.

[5] Jest ona definiowana jako „zespół przedsięwzięć planistycznych i organizacyjnych mających na celu osłabienie lub zneutralizowanie skutków oddziaływania przeciwnika na prowadzenie działań bojowych oraz stany osobowe wojsk związanego z użyciem lub groźbą użycia środków CBRN, jak również urządzeń zawierających te środki". Ministerstwo Obrony Narodowej (2013b). *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8(A)*. Bydgoszcz: Ministerstwo Obrony Narodowej, Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych.

środków jest trudnych do wykrycia, dodatkowo mogą pojawiać się bariery środowiskowe, infrastrukturalne, paraliż komunikacyjny lub decyzyjny, co w konsekwencji uniemożliwia szybką reakcję i zniwelowanie zagrożenia. W niektórych sytuacjach należy w krótkim czasie dokonać również zabezpieczenia śladów dowodowych lub zidentyfikować np. bojowy środek trujący, który może ulec degradacji chemicznej (sarin szybko hydrolizuje przy wysokiej wilgotności powietrza). Działanie w strefach skażeń realizowane jest zatem w specyficznych warunkach, w szczególności limitujących czas oraz swobodę działania. Służby zaangażowane w zwalczanie zagrożeń CBRN, takie jak wojsko, policja oraz straż pożarna, mają więc przed sobą ogromne wyzwanie. Muszą skutecznie przeciwstawiać się zagrożeniom oraz posiadać efektywny system zapobiegania, przygotowania oraz reagowania na zagrożenia CBRN. Działanie specjalistów i operatorów CBRN powinno być prakseologiczne i opierać się na Standardowych Procedurach Operacyjnych (SOP). Istotne jest zatem podejmowanie działań mających na celu efektywne i sprawne przygotowanie służb, gdyż często decyzja o sposobie reagowania na zdarzenie CBRN wynika z przyjętych priorytetów oraz okoliczności wymuszających określony algorytm postępowania. Działania personelu CBRN wymagają najwyższego profesjonalizmu, a przede wszystkim doskonałej znajomości procedur i ich sprawnej realizacji, adekwatnie do istniejących, dynamicznie zmieniających się warunków. Często tego typu działania będą wymagały skalowania sił i środków w przypadku masowych skażeń czy zdarzeń transgranicznych, a przez to pożądana będzie interoperacyjność zarówno na poziomie proceduralnym, jak i technologicznym. W związku z tym należy przygotować zawczasu każdy element systemu szybkiego reagowania w taki sposób, aby podejmowane działania były optymalne i gwarantowały bezpieczeństwo, przetrwanie jednostki i jej rozwój. Rozwiązaniem dla takiego wyzwania są szkolenia, zwłaszcza takie, które zapewniają realizm działań, również naukę na własnych błędach, jednak bez poważnych konsekwencji. Tak ambitny cel szkoleniowy, trudny do osiągnięcia z wykorzystaniem tradycyjnych metod, prawdopodobnie może zostać zrealizowany z wykorzystaniem nowych technologii edukacyjnych.

„Nowe technologie" to termin, za którym kryją się nowoczesne rozwiązania technologiczne. W wyjaśnieniu tego na pierwszy rzut oka ogólnikowego terminu pomocne może się okazać odniesienie do obszarów naukowych i społecznych. Postrzeganie nowych technologii przez te dwa obszary pozwala na stwierdzenie, iż są to przede wszystkim kluczowe składniki modelowania nauki, sposobów funkcjonowania społeczeństwa, stylu życia teraźniejszości i jutra. Istnieje szereg rozwiązań, które obejmuje ten ogólny termin, np. rozpoznawanie zawartości obrazów (*computer vision*), uczenie głębokie (*deep learning*), internet rzeczy (*Internet of Things, IoT*), obliczenia kwantowe (*quantum computing*), przetwarzanie brzegowe (*edge computing*), mgła obliczeniowa (*fog computing*), przetwarzanie w chmurze (*cloud computing*), przetwarzanie bezserwerowe (*serverless computing*), technologie

wszczepiane (*implanted technologies*), rzeczywistość: wirtualna, rozszerzona, mieszana (*Virtual, Augmented, Mixed Reality*), bliźniak cyfrowy – połączenie fizycznego obiektu oraz jego cyfrowego odwzorowania w przestrzeni wirtualnej (*digital twin*) (Kumar et al., 2021). Analiza piśmiennictwa poświęconego nowym technologiom wykazała, że są one wykorzystywane w różnych obszarach, np. w służbie zdrowia – w chirurgii (Lu et al., 2022), w rozrywce – w platformach do oglądania filmów (Ruiz, Quaresma, 2022), w wojsku, np. w terapii stresu pourazowego (Vianez et al., 2022), a także na rzecz bezpieczeństwa – w zarządzaniu stresem w wojsku (Pallavicini et al., 2016) – czy w edukacji i szkoleniach (Baker et al., 2009). W edukacji i szkoleniach **najczęściej wykorzystywanymi technologiami są wirtualna rzeczywistość, rzeczywistość rozszerzona i mieszana, a także sztuczna inteligencja** (Fisher, Baird, 2020; Gurukkal, 2021; Vemula, 2021; Zhang, Aslan, 2021), **dlatego będą one kanwą do rozważań w niniejszej pracy.** Kontynuując poszukiwania i zawężając ich zakres do szkoleń na rzecz bezpieczeństwa, zauważono, że wirtualna rzeczywistość stosowana jest w szkoleniach lotnictwa wojskowego (Reyes et al., 2022), w szkoleniu strzeleckim (Bhagat et al., 2016), w doskonaleniu umiejętności ratowników i osób kierujących działaniami ratowniczymi oraz do weryfikacji procedur przeciwdziałania i minimalizacji skutków sytuacji kryzysowych (Lebiedź, 2022; 2018, s. 162–163). Z kolei rzeczywistość rozszerzona znalazła zastosowanie w szkoleniach z obsługi sprzętu wojskowego (Wang et al., 2020), w zajęciach taktycznych (Mao, Chen, 2021), rzeczywistość mieszana w szkoleniu funkcjonariuszy policji w oznaczaniu miejsc zbrodni (Acampora et al., 2023), natomiast sztuczna inteligencja w nauce języka taktycznego i kursach kulturowych (Johnson, Valente, 2009). Zwrócono uwagę, że wymienione technologie oferują dotychczas niedostępne możliwości dydaktyczne, takie jak: stwarzanie realistycznych środowisk uczenia się, monitorowanie i ewaluacja postępów nauczania, indywidualizacja uczenia się, wyjaśnianie niedostępnych na co dzień zjawisk, realizacja trudnych do przeprowadzenia działań[6], wizualizacja obiektów i procesów w trudno dostępnych miejscach i ich interaktywne poznawanie[7]. Uwzględniając nawet te najbardziej ewidentne zalety nowych technologii, można zauważyć, że otwierają

[6] W tym miejscu warto przytoczyć przykład, który obrazuje trudne do przeprowadzenia działania. Jest nim zaprojektowana w Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej aplikacja wykorzystywana w terapii zwalczania lęku wysokości. Uruchamiana jest ona w jaskini wirtualnej (*CAVE Automatic Virtual Environment*), do której wchodzi dana osoba, i tam, w goglach VR, doświadcza spaceru szklaną kładką nad przepaścią. W rzeczywistości taki spacer były trudny do przeprowadzenia w tego typu terapiach (LZWP PG, 2023a).

[7] Aplikacje Trenażer nawigacyjny dla działań specjalnych (skok spadochronowy i nurkowanie pod wodą), Demonstracja oddziaływania fali na obiekt morski stanowią kolejny przykład z LZWP PG. Nie zawsze istnieje możliwość realnej obserwacji tego typu zjawiska (LZWP PG, 2023b).

one dotychczas niedostępne możliwości edukacyjne w zakresie realizacji szkoleń z zakresu zwalczania zagrożeń CBRN (nazywanych dalej szkoleniami CBRN). Liczba tych zalet jest znacząca, co z nawiązką kompensuje początkowe wysokie koszty inwestycji w takie narzędzia dydaktyczne. Wyniki poszukiwań literaturowych, analiza doniesień branżowych oraz rozmowy z ekspertami doprowadziły do konstatacji, że za pomocą nowych technologii można stworzyć wyspecjalizowane środowisko treningowe dla personelu szybkiego reagowania. Główne przewagi tych technologii polegają na zniesieniu dotychczasowych ograniczeń szkoleniowych, przede wszystkim prawnych, które zabraniały pod rygorem kary określonych działań. Chodzi tu zarówno o przepisy prawa, jak i wytyczne do szkolenia, przepisy BHP, które ograniczają możliwość, stosowania określonych substancji w szkoleniu, np. gazów bojowych, źródeł promieniowania jonizującego, patogenów biologicznych. Trudno też wyobrazić sobie możliwość realizacji szkoleń w takich miejscach jak uszkodzony reaktor jądrowy czy unieszkodliwianie rzeczywistego improwizowanego ładunku wybuchowego uzbrojonego bojowymi środkami trującymi. Wydaje się, że wszystkie te ograniczenia można pokonać z wykorzystaniem nowych technologii, nie łamiąc przy tym prawa, zachowując jednocześnie swobodę w tworzeniu różnorodnych scenariuszy działań przy zachowaniu wysokiego realizmu realizacji zadań. Od niedawna w literaturze pojawiają się pojedyncze doniesienia na temat wykorzystania nowych technologii w szkoleniach CBRN, jednak są to nieliczne pozycje, które najczęściej dotyczą wybranych zagrożeń CBRN lub obszarów pokrewnych. Niech za przykłady posłużą: stworzenie specjalnego narzędzia (*Augmented REality Sandtable* – ARES) do wizualizacji przestrzeni bojowej oraz interakcji z informacjami (Abich et al., 2018), system symulacyjno-informacyjny dla jednostek ratowniczych w przypadku katastrof CBRN (Rainer et al., 2009), wykorzystanie robotów w niebezpiecznych środowiskach, również w obszarze szkoleń w przedmiotowym zakresie (Sheridan, 2016), wykorzystanie VR do nauki prawidłowej higieny rękawic (Broyer et al., 2021), użycie AR w doskonaleniu operatorów w zakresie zapobiegania potencjalnym zagrożeniom w zakładzie chemicznym (Ko et al., 2021). Bardzo interesującymi propozycjami są również prototyp immersyjnej platformy szkoleniowej wirtualnej rzeczywistości (VR) stworzony we współpracy z ekspertami CBRN z Włoskich Sił Powietrznych (Lamberti et al., 2021) oraz projekt dotyczący wizualizacji zagrożeń i likwidacji skażeń (European Defence Review, 2021). Warto jeszcze wspomnieć, że autorka, przy wsparciu merytorycznym w zakresie tradycyjnego szkolenia specjalistów CBRN oficera wojsk chemicznych Pawła Maciejewskiego, przygotowała założenia do prac badawczo-rozwojowych nad nowoczesnym środowiskiem szkoleniowym wspieranym AR i VR. Zostało to zauważone w styczniu 2021 r. przez najważniejszą gazetę branżową na świecie „CBRNE Central", która przedstawiła w formie newslettera na swojej stronie krótką informacje na ten temat (CBRNE Central, 2021). Ta wzmianka

mogła stać się inspiracją dla środowisk naukowych do inicjacji prac nad tworzeniem nowoczesnych narzędzi szkoleniowych, ponieważ od tego momentu zwiększyła się liczba publikacji w tym obszarze, niemniej są one nieliczne w porównaniu z innymi obszarami zastosowania nowych technologii.

Eksplorując różne doniesienia z przedmiotowego obszaru, stwierdzono, że **w literaturze brakuje dogłębnych i kompleksowych opracowań na temat szkoleń CBRN realizowanych za pomocą nowych technologii, takich jak VR, AR, MR, AI.** W efekcie dociekań i wstępnych badań zidentyfikowano nisze naukową, która stała się przedmiotem niezwykle interesujących i inspirujących badań, ukierunkowanych na weryfikację i usystematyzowanie wiedzy w obszarze szkoleń CBRN realizowanych z wykorzystaniem nowych technologii (VR, AR, MR, AI). Za zasadniczy cel badawczy niniejszej monografii obrano zbadanie możliwości wykorzystania nowych technologii w obszarze szkoleń CBRN. Aby ten cel osiągnąć, należało określić główny problem badawczy, który sformułowano w postaci pytania o charakterze identyfikacyjno-eksploracyjnym: w jaki sposób nowe technologie mogą wspierać szkolenia z zakresu CBRN? Na początku należało jednak dokonać wstępnego rozeznania w zakresie przedmiotu badań, jakim jest realizacja szkoleń CBRN z wykorzystaniem nowych technologii. Skupiono się na uwarunkowaniach prawno-instytucjonalnych – zebraniu, selekcji oraz analizie materiałów i dokumentów na temat realizacji szkoleń CBRN, działalności szkoleniowej centrów szkolenia CBRN. Przedstawiono także nadchodzące trendy technologiczne. Te trzy zagadnienia (aspekty prawne, instytucjonalna działalność szkoleniowa, trendy technologiczne) uznano za istotne dla ukazania specyfiki tego rodzaju szkoleń, ich ważności dla obszaru bezpieczeństwa i obronności, a także przyszłych wyzwań badawczych i technologicznych dla tego obszaru. Po przedstawieniu sytuacji zastanej należało przejść do głównego problemu badawczego i określenia w jego obrębie obszarów niewiedzy. Za niezwykle istotne uznano pięć zagadnień.

Po pierwsze, nowoczesne środowiska i narzędzia dydaktyczne wpisują się w osiągnięcia naukowe i techniczne. Aby prowadzić jakiekolwiek analizy, należy zbadać, co już istnieje i jest możliwe do wykorzystania w procesie dydaktycznym. Warto zatem zgłębić obecny stan wiedzy o najnowszych badaniach i innowacjach w przedmiocie badania.

Po drugie, zastanawiając się nad sposobem, w jaki nowe technologie mogą wspierać szkolenia z obszaru CBRN, warto dokonać eksploracji, czy przypadkiem nie są one już wykorzystywane w procesie dydaktycznym w przedmiotowym obszarze. A jeśli są, to jakie technologie, w jaki sposób i w jakim zakresie.

Po trzecie, to, co nowe, nie zawsze musi być aprobowane, zatem aby cokolwiek wdrożyć, istotna jest kwestia postrzegania nowych technologii w procesie dydaktycznym przez wszystkich jego uczestników. Dlatego też istotnym zagadnieniem jest poziom akceptacji nowych technologii przez przyszłych użytkowników.

Po czwarte, warto zauważyć, że nowoczesne środowiska i narzędzia wymagają specyficznego projektu szkolenia, który zazwyczaj ujmowany jest w scenariuszu. Z tego powodu należało poznać cechy, jakie taki scenariusz powinien mieć.

Po piąte, ważnym elementem każdej pracy badawczej jest zastosowanie jej wyników, zwłaszcza w rozwiązaniach innowacyjnych, unikatowych. Warto zastanowić się zatem nad aspektami wdrożeniowymi, czyli konkretnym sposobem (przykładem środowiska) wykorzystania nowych technologii.

Zakres oraz stopień złożoności głównego problemu badawczego uzasadnił przeprowadzenie szczegółowych badań w zakresie wątków, które stanowią o strukturze podejmowanego zagadnienia.

Zgłębiając wątek badań i innowacji, przedstawiono pytanie badawcze: jak kształtuje się działalność publikacyjna i projektowa w obszarze szkoleń CBRN wykorzystujących nowe technologie (wirtualną, rozszerzoną i mieszaną rzeczywistość oraz sztuczną inteligencję)? Poszukując odpowiedzi na to pytanie, warto zwrócić uwagę na rosnące zainteresowanie tematyką CBRN, zarówno w mediach mainstreamowych, jak i w literaturze. Posiłkując się wyszukiwarką Google Trends i wpisując akronim CBRN (z zaznaczeniem przedziału czasowego 2012–2022, wszystkich dostępnych oraz opcji: cały świat), stwierdzono, że 10 lat temu popularność hasła była dwukrotnie mniejsza niż w roku 2022. Dodatkowo, analizując rezultaty projektów badawczo-rozwojowych oraz branżowe publikacje, odwiedzając centra doskonałości NATO szkolące w obszarze CBRN (Vyskov, Czechy), wymieniając poglądy z ekspertami krajowymi i zagranicznymi, zauważono, że jakiekolwiek nowinki technologiczne stosowane w szkoleniach CBRN są efektem współpracy grup projektowych z politechnik, instytutów badawczych posiadających rozbudowaną infrastrukturę szkoleniową oraz inwestujących w nowe rozwiązania. Tak dokonana wstępna analiza przedmiotowej tematyki pozwoliła na przypuszczenie, że nowoczesne technologie edukacyjne przeznaczone dla szkoleń CBRN opracowywane są przede wszystkim w uczelniach i instytucjach badawczych posiadających już odpowiednią infrastrukturę sprzętową i programistyczną, która jest stale rozbudowywana o nowe urządzenia i rozwijana w ramach kolejnych projektów badawczych. Należy również przypuszczać, że tematyka wykorzystywania nowych technologii w szkoleniach CBRN usytułowana jest głównie w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych i ukierunkowana jest na minimalizację ryzyka wystąpienia tych zagrożeń. Jednak aby wykazać prawdziwość takiego przypuszczenia, zaplanowano badanie doniesień literaturowych ujętych w bazach publikacji naukowych (przegląd literatury) oraz informacji na temat projektów badawczo-rozwojowych dostępnych na stronach internetowych. Podczas przeglądu literaturowego skorzystano z uznanych komercyjnych baz naukowych: Web of Science[8]

[8] Web of Science to naukowa baza Clarivate Analytics PLC. Obejmuje kolekcje innych baz: Web of Science (WOS), Core Collection, BIOSIS Citation Index (BCI), Current Contents

(WoS) oraz Scopus[9]. Umożliwiło to sprawne wyszukanie oraz przeanalizowanie doniesień literaturowych zgodnie ze zdefiniowanymi parametrami. W przypadku projektów nie ma zautomatyzowanych narzędzi do przeprowadzenia pełnej kwerendy. Dostępne informacje miały charakter krótkich notatek, które wymagały dodatkowego opracowania i uzupełnienia poprzez czasochłonne wyszukiwania dodatkowych informacji na stronach np. uczestników projektów bądź analizy artykułów, które powstały w wyników tych projektów. Niestety tworzenie baz danych w obszarze projektów CBRN jest dopiero na bardzo wstępnym etapie, a agregowane dane są jedynie na poziomie ogólnym i nie dotyczą samych szkoleń CBRN, lecz wszystkich innych zagadnień wpisujących się w tę tematykę. Pomimo tych wyzwań podjęto trud, przyjmując ograniczenie wyszukiwania do krajowych baz danych (niestety rozproszonych) oraz katalogów projektów unijnych[10], jednocześnie uzupełniając pozyskane informacje notatkami zamieszczonymi na stronach grantobiorców. Zidentyfikowane trudności znacznie spowolniły realizowane badania, a jednocześnie podjęte działania naprawcze w tym zakresie ostatecznie umożliwiły zbadanie wycinka rzeczywistości, tj. projektów badawczych dotyczących wykorzystania nowych technologii w szkoleniu CBRN, w oparciu o najbardziej wiarygodne źródła informacji[11]. Pozytywnie ocenione i rekomendowane do dofinansowania projekty naukowe stanowią reprezentatywny wycinek działalności naukowej, podejmowanej w celach utylitarnych, a ukierunkowanych na rozwiązanie zidentyfikowanych wyzwań i potrzeb w zakresie szkoleń CBRN.

Zgromadzony w ten sposób materiał został dogłębnie przeanalizowany: w obszarze literatury naukowej zastosowano **metodę przeglądu systematycznego** naświetlającego aktualny stan wiedzy, a w jego obrębie **bibliometrię** oraz **eksplorację tekstu** (*text mining*) wspieraną programem do badań jakościowo-ilościowych – NVivo. Natomiast w przypadku projektów wykorzystano również metodę przeglądu, analizując w sposób opisowy kluczowe wątki służące weryfikacji hipotezy.

Drugi obszar poszukiwań dotyczył dotychczas prowadzonych szkoleń CBRN i został on wyrażony w postaci pytania: w jaki sposób prowadzone są aktualnie szkolenia CBRN, w tym jakie formy, metody i narzędzia dydaktyczne są obecnie stosowane w szkoleniach CBRN? Literatura przedmiotu ukazała, że szkolenia prowadzone są w formie tradycyjnej (stacjonarnej), metodami praktycznymi, jak

Connect (CCC), Data Citation Index (DRCI), Derwent Innovations Index (DIIDW), KCI-Korean Journal Database (KJD), MEDLINE, Russian Science Citation Index (RSCI), SciELO Citation Index (SCIELO) i Zoological Record (ZOOREC) Clarivative (2021). *Web of Science*, https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search (1.06.2022).

[9] Scopus to naukowa baza danych prowadzona przez wydawnictwo Elsevier.

[10] Projekt *European Network Of CBRN TraIning CEnters Coordination and support action* (eNOTICE), https://www.h2020-enotice.eu/static/related-projects.html (2.06.2022).

[11] Należy zaznaczyć, że w języku polskim istnieją również znakomite publikacje w tym obszarze, jednak z uwagi na polityki wydawnicze i specyficzne wymogi nie zostały one ujęte w tych bazach.

ćwiczenia na poligonie (Harmata et al., 2017), podającymi – jak wykład, aktywizującymi – jak gry (symulacyjne, decyzyjne) (Lahneman, Keesing, 2011) czy programowane[12]. Podczas kursów stosowane są różnorodne metody, często preferowane są ćwiczenia studyjne[13]. W zakresie narzędzi wspierających proces dydaktyczny stosowano specjalistyczne systemy i programy (Młynarczyk et al., 2015; Tarapata et al., 2016), a także kursy e-learningowe (Maciejewski, 2016). Na podstawie własnych obserwacji przeprowadzonych w Centrum Szkolenia Obrony Przed Bronią Masowego Rażenia Sił Zbrojnych RP (w Akademii Sztuki Wojennej w Warszawie) można stwierdzić, że cykliczne szkolenia realizowane są w formie stacjonarnej, jak i zdalnej, a wykorzystywane w nich narzędzia informatyczne to programy takie jak: SI Promień (system Informatyczny Promień) oraz HPAC (*Hazard Prediction and Assessment Capability*). Jednak spektrum form, metod i narzędzi już obecnie dostępnych na świecie jest znacznie szersze i obejmuje unikatowe i specjalistyczne rozwiązania. Co prawda wiele nowych technologii edukacyjnych stosowanych jest w innych obszarach edukacyjnych, np. lecz możliwa jest ich adaptacja również na potrzeby specjalistów CBRN. Próbując odpowiedzieć na postawione pytanie: prawdopodobnie szkolenia z zakresu CBRN są głównie prowadzone w formie tradycyjnej, najczęściej metodami praktycznymi, podającymi, aktywizującymi, natomiast wykorzystywane narzędzia stanowią programy komputerowe i aplikacje 2D. Aby zweryfikować i pogłębić ten wątek przeprowadzono **badanie eksperckie** na grupie 30 respondentów. Wyniki badań miały na celu weryfikację stanu wiedzy zdobytej poprzez wstępną analizę literatury oraz własne obserwacje.

Trzeci obszar skupiał się na postrzeganiu nowych technologii w szkoleniach CBRN przez osoby zaangażowane w procesy szkolenia CBRN – osoby uczące się oraz nauczycieli. W literaturze z obszaru bezpieczeństwa i obronności już pojawiają się doniesienia o konieczności wdrażania nowych technologii do cyklu szkoleniowego choćby z uwagi na realizację aktywności dydaktycznych w kontrolowanych warunkach: bez potrzeby użycia niebezpiecznych substancji do bezpiecznego testowania funkcjonalności systemu i nauki jego obsługi (Szklarski, 2021), systematycznego powtarzania dla lepszego zapamiętywania wiedzy i umiejętności (Calandra et al., 2022), w celu obniżenia kosztów szkoleń poprzez redukcje personelu i zastosowanie specjalistycznego podsystemu informatycznego (Kulas, 2018) lub użycia wirtualnego środowiska 3D (Maciejewski, 2017) oraz wirtualnych symulatorów (de Armas et al., 2020). Poszerzając rozważania o literaturę dotyczącą szeroko poję-

[12] Z użyciem komputera, programów czy skryptu (podręcznika, przeznaczonych do tego materiałów).

[13] To forma ćwiczenia angażująca ograniczoną liczbę uczestników, z reguły określonej specjalności, na którą mogą się składać następujące przedsięwzięcia dydaktyczne: ćwiczenia na mapach, gry wojenne, wykłady, dyskusje w grupach, seminaria, analizy operacyjne (Leśniewski, 2012).

tych nowoczesnych technologii edukacyjnych[14], niezwykle często można zaobserwować wątek bezbolesnej nauki na błędach (Atanasyan et al., 2020; Fracaro et al., 2021; King et al., 2018; Westwood, 2001), a także możliwość wielokrotnych powtórzeń aktywności dydaktycznych celem utrwalenia kompetencji (Shobhana, Rakholiya, 2020). W tym drugim aspekcie akcentowane są takie kwestie, jak: niewielki koszt powtórek (Baran, 2019; Xie et al., 2021), sprzyjanie szybkim postępom w uczeniu się oraz efektywnemu wyrównywaniu poziomu nauki (Zahabi, Abdul Razak, 2020), a także przyjaznemu zachęcaniu i motywowaniu do powtórzeń ćwiczeń (Taupiac et al., 2019). W związku z tym postawiono pytanie: w jaki sposób nowe technologie są postrzegane w szkoleniach CBRN? W szczególności interesująca jest kwestia oceny osób bezpośrednio zaangażowanych w proces dydaktyczny, tj. nauczycieli i uczniów. Niezwykle nurtujące jest pytanie: czy nowe technologie jako narzędzia, środowiska działań, kojarzą się nauczycielom i osobom szkolonym z konkretnymi zaletami, czy też wadami? Ponadto jaka jest ich postawa wobec nowych technologii i jak bardzo skłonni byliby do korzystania z nich w takich szkoleniach? Można przypuszczać, że nowe technologie są pozytywnie postrzegane przez szkolonych i nauczycieli, gdyż oferują wiele użytecznych funkcjonalności i posiadają wiele zalet, co wynika ze wstępnej analizy wcześniej wspomnianych źródeł literaturowych. Unikatową cechą nowych technologii jest wysoki realizm szkoleń oraz bezbolesna nauka na błędach. Z ekonomicznego punktu widzenia tego typu technologie umożliwiają dowolną liczbę iteracji aktywności edukacyjnych i to przy znacznie niższych kosztach w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Jednak przedstawione wstępne analizy opierają się na doniesieniach dotyczących innej tematyki szkoleniowej, dlatego bezpośrednia ekstrapolacja tych analiz na szkolenia CBRN jest przedwczesna i nieuprawniona. Nie we wszystkich bowiem obszarach szkoleń pozytywnie postrzega się nowe technologie (np. wychowanie fizyczne; Bronikowski, 2015, s. 11). W związku z tym, aby uzyskać więcej danych w przypadku tak unikatowego zagadnienia, jakim jest szkolenie CBRN, przeprowadzono **badanie eksperckie** (na próbie 30 respondentów), które umożliwiło rozstrzygniecie tej kwestii. Takie badanie było o tyle ważne, że dotyczy specyficznego przedmiotu, w którym szybkość i prawidłowość reakcji determinuje skuteczność działania, a przede wszystkim bezpieczeństwo człowieka i środowiska. Zatem, aby wprowadzać nowości, należy najpierw zbadać nastawienie do nich najbardziej zainteresowanych, czyli osób szkolonych i nauczycieli.

Do ważnych zagadnień z obszaru metodyki nauczania należałoby jeszcze zaliczyć projektowanie scenariuszy kursów. Tematyka ta mieści się w obszarze tzw. *instructional design*[15]; jest niezwykle obszerna i mocno akcentowana w dydaktyce

[14] W monografii pojawia się sformułowanie „nowoczesne szkolenia", co będzie odnosiło się do wykorzystywania nowych technologii w procesie dydaktycznym.

[15] Projektowanie, rozwijanie i dostarczanie materiałów instruktażowych, w tym również pisanie scenariuszy szkoleń.

wojskowej, m.in. przez Inicjatywę Advanced Distributed Learning, funkcjonującej w obrębie Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych (Roberts, 2005). Postawiono zatem kolejny problem: w jaki sposób projektować scenariusze nowoczesnych[16] szkoleń CBRN, aby spełniały one oczekiwania osób uczących się? W różnych źródłach opisujących projektowanie procesu dydaktycznego, w tym scenariusza kursu, wielokrotnie podkreślano konieczność uwzględniania teorii uczenia się (Ciesielska, 2019; Illeris, 2006) oraz zasad kształcenia (Kupisiewicz, 2005; Polak, 2013; Półturzycki, 2002). Wieloletnie badania autorki nad teorią uczenia się i projektowaniem scenariuszy kursów z obszaru bezpieczeństwa ukazały, że sukces dydaktyczny determinuje scenariusz uwzględniający aktywności wpisujące się w cztery wymiary uczenia się: poznawczy, emocjonalny, społeczny oraz psychomotoryczny (Gawlik-Kobylińska, 2018). Natomiast odnosząc się do zasad kształcenia, w edukacji dorosłych niezwykle istotna jest zasada wiązania teorii z praktyką, która intuicyjnie kojarzy się z teorią uczenia się przez doświadczenie (Andresen et al., 2020; Kolb, 2014). Nabywanie doświadczeń jest możliwe m.in. dzięki aktywnościom psychomotorycznym[17], realizowanym za pomocą nowoczesnych akcesoriów w syntetycznym lub półsyntetycznym środowisku (Fromm et al., 2021). Poprzez powtarzanie tych czynności w realistycznych warunkach odzwierciedlających rzeczywistość osoba ucząca się redukuje popełniane błędy (Lamberti et al., 2021). Jest to istotne, ponieważ w takim szkoleniu wymagane jest sprawne wykonywanie czynności często ratujących życie i zdrowie człowieka. Abstrahując od teorii uczenia się oraz zasad kształcenia, w literaturze na temat projektowania scenariuszy podkreśla się, że niezwykle ważną kwestią jest sam przekaz: jego intuicyjność i atrakcyjność. Intuicyjny interfejs oraz zrozumiałe instrukcje są podstawą dobrego przekazu (Rossi, 2016). Atrakcyjność sprzyja produktywności osób szkolonych (Kwok et al., 2021). Scenariusz musi być zatem dobrze skonstruowany pod względem treści oraz wizualnym, gdyż tylko w taki sposób będzie oddziaływał na motywację osób uczących się (Tomita, 2018). Kwestia zrozumiałości i atrakcyjności przekazu jest oczywiście ważna w każdym obszarze szkoleń, ale praktyka pokazuje, że czasem te aspekty pozostawiają wiele do życzenia. W szkoleniach CBRN, gdzie szybkość działania często wyprzedza jego trafność w sytuacji kryzysowej, informacje oraz polecenia muszą być niezwykle precyzyjne i jasno przedstawione, aby nie było najmniejszej wątpliwości co do sposobu wykonania zadania. Ponadto dodając element atrakcyjności, oddziałujemy na motywację osób uczących się, a to zapobiega porzucaniu szkolenia, co często się zdarza w przypadku nauki indywidualnej.

[16] Nowoczesnych, czyli takich, w których wykorzystywane są nowe technologie, takie jak VR, AR, MR oraz AI.

[17] Czynności, w których istnieje zależność pomiędzy percepcją, ruchem, przeżywaniem, uczeniem się a działaniem.

Założono zatem, że scenariusze szkoleń CBRN wykorzystujące nowe technologie powinny być projektowane z uwzględnieniem kompleksowej teorii uczenia się oraz zasad kształcenia. Istotnymi ogólnymi zasadami takiego scenariusza są wiązanie teorii z praktyką, redukcja błędów przy wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym, a także atrakcyjny i zrozumiały przekaz. Aby zweryfikować to przypuszczenie, na podstawie literatury zidentyfikowano istotne cechy scenariuszy, a następnie, celem oceny ich ważności, przeprowadzono **badanie satysfakcji użytkownika metodą Kano**. Badanie przeprowadzono na próbie badawczej 460 osób z wykorzystaniem przeznaczonej do tego aplikacji 3D oraz kwestionariusza Kano+ online, który posłużył do zebrania danych. Użyta aplikacja 3D o nazwie Terrorist range była efektem wcześniejszych badań i jest zaprojektowana specjalnie dla zbudowanego przez autorkę stanowiska – wirtualnej jaskini (*mini-CAVE Automatic Environment*)[18]. Natomiast przygotowany kwestionariusz umożliwił zbadanie cech, które zidentyfikowano na podstawie przeglądu literatury

Rozpatrując aspekt aplikacyjny badań, należało jeszcze zastanowić się nad tym, jakie środowisko dydaktyczne zapewniałoby bezpieczną i sprawną realizację procesu szkoleniowego z obszaru CBRN. Z tego względu prześledzono liczne doniesienia literaturowe na temat prób tworzenia podobnych środowisk, np. dla szkolenia przeciwpożarowego (Bhagat et al., 2016), radzenia sobie ze stresem w sytuacji kryzysowej (Binsch et al., 2021) czy szkolenia zgrywającego zespoły (Fan, Wen, 2019). Jednak każde z tych szkoleń ze względu na swoją specyfikę miało przygotowane odpowiednie środowisko. Szkolenia CBRN mają unikatowe cechy, takie jak: wysokie koszty przygotowania i realizacji działań, konieczność powoływania złożonej struktury zarządzania (Lamberti et al., 2021), wymóg ciągłego i regularnego szkolenia (Ayvazoglu, Cengiz), konieczność prowadzenia działań w szkodliwym środowisku (Maciejewski et al., 2020), a także obowiązek noszenia odzieży ochronnej, która generuje koszty szkolenia (Bertrandt et al., 2019). Uznano zatem, że takie środowisko, jego funkcjonalności i możliwości powinny być dopasowane do specyfiki szkoleń CBRN. Warto zaznaczyć, że w literaturze pojawiły się już wzmianki na temat konieczności tworzenia nowoczesnych środowisk dla szkoleń CBRN oraz związane z nim wyzwania, takie jak zapewnienie interoperacyjności i współdziałania pomiędzy różnymi aktorami w zdarzeniach CBRN (Regal et al., 2022). Prowadzono również analizy SWOT (*Strenghts* – mocne strony, *Weaknesses* – słabe strony, *Opportunities* – szanse, *Threats* – zagrożenia) celem sformułowania praktycznych rekomendacji dla osób chcących tworzyć takie środowiska szkoleniowe (Murtinger et al., 2021). Pojawiają się już pierwsze próby takich wyspecjalizowanych środowisk, jednak nie wszystkie są ogól-

[18] Urządzenie mini-CAVE powstało w ramach Grantu MON nr 67/2018 pt. *Badanie parametrów determinujących szkolenie z obszaru bezpieczeństwa i obronności w środowisku 3D* i zostało specjalnie zaprojektowane na potrzeby badań nad szkoleniami z obszaru bezpieczeństwa i obronności.

nodostępne, aby móc zbadać ich funkcjonalności. Podczas tworzenia takiego środowiska należałoby nie tylko uwzględnić specyfikę szkoleń CBRN, ale również śledzić naukowe doniesienia w tym obszarze i kreatywnie korzystać z doświadczeń innych badaczy. Niezwykle ważne są również wyniki badań własnych, ukierunkowanych na istotę problemu, które ukazały, że takie środowisko powinno umożliwiać przede wszystkim bezbolesną naukę na błędach jako bardzo efektywny sposób uczenia się i wyciągania konstruktywnych wniosków ze szkolenia. Dlatego tego typu środowisko musi zapewniać bezpieczny trening, a także umożliwić powtarzanie aktywności edukacyjnych, natomiast projekt scenariusza powinien być tak skonstruowany, aby łączyć teorię z praktyką, stymulować wykonywanie realnych czynności psychomotorycznych celem wyrabiania pożądanych nawyków oraz redukcji błędów w działaniu, a także komunikować treści w zrozumiały i atrakcyjny sposób. Można zatem zauważyć, że pomysł stworzenia środowiska na potrzeby szkolenia CBRN wymagał wielu przemyśleń i gruntownej analizy jego poszczególnych komponentów.

W toku dociekań uznano, że najwłaściwszą formą przedstawienia takiego środowiska będzie koncepcja. Zaproponowano zatem koncepcję wirtualnej wyspy szkoleniowej CBRN Virtual Training Island – ViCTrI jako środowiska dydaktycznego, które zapewniałoby bezpieczną i sprawną realizację procesu szkoleniowego z obszaru CBRN. Taka wyspa szkoleniowa powinna być zbudowana w wirtualnym świecie typu *open source* i stanowić uniwersalną platformę 3D dla ekspertów CBRN różnych specjalności. Pozwalałaby na aranżację środowiska 3D tak, aby możliwe było zastosowanie wielu scenariuszy ćwiczeń, nawet takich, które w rzeczywistych warunkach są niedopuszczalne i zabronione lub stanowiłyby zagrożenie dla życia człowieka. Z poziomu komputera wyspa umożliwiałaby szkolenie indywidualne (implementacja algorytmów sztucznej inteligencji pomogłaby zindywidualizować szkolenie) i zespołowe (zgrywanie sekcji/drużyn w składzie narodowym oraz międzynarodowym) w trybie synchronicznym i asynchronicznym. W wersji bardziej zaawansowanej technologicznie zaprojektowany świat cyfrowy mógłby być wyświetlony w jaskini 3D, co zapewniłoby większy efekt immersji i stworzyłoby możliwość działań psychomotorycznych przy użyciu akcesoriów. Jednak wymaga to prowadzenia takiego szkolenia z użyciem specjalistycznej infrastruktury.

Przedstawione problemy szczegółowe stanowią asumpt do sformułowania odpowiedź na główny problem badawczy dotyczący sposobu, w jaki nowe technologie mogą wspierać szkolenia z zakresu CBRN. Założono zatem, że nowe technologie, aktualnie cząstkowo dostępne w różnych obszarach tematycznych, uzupełnione badaniami, autorskimi i innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie dydaktyki wojskowej, przy odpowiednio skonstruowanym scenariuszu, umożliwiają bezbolesną naukę na błędach, wielokrotne powtarzanie aktywności edukacyjnych, pozwalają na stworzenie kompleksowego, ekonomicznie racjonalnego rozwiązania na potrzeby szkolenia specjalistów CBRN.

Wybór tak złożonego problemu do rozwiązania dał możliwość interdyscyplinarnych, niezwykle interesujących i angażujących badań, a także współpracy ze specjalistami różnych dziedzin nauki. Autorka zrealizowała szereg działań, które umożliwiły tak szerokie ujęcie zidentyfikowanego problemu badawczego. Na bazie wykształcenia pedagogicznego oraz doświadczenia zawodowego w zakresie zdalnego nauczania zdobywała wiedzę specjalistyczną w zakresie zaawansowanych technologii edukacyjnych oraz problematyki związanej z zagrożeniami CBRN i szkoleniami specjalistów CBRN. W tym celu uczestniczyła w kursach specjalistycznych oraz stażach, które umożliwiły gruntowne zgłębienie wiedzy w tych wszystkich obszarach. Były to m.in.: staż naukowy w Laboratorium ADL (Departament Obrony Stanów Zjednoczonych, 2013), staż w Wojskowym Instytucie Chemii i Radiometrii (2018); odbyła staż naukowy finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki (Miniatura 3) w Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej Wydziału Elektroniki, Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Gdańskiej (2020) i przy współpracy z tą jednostką organizacyjną realizowała Grant Ministerstwa Obrony Narodowej (2018–2020) dotyczący badań nad parametrami determinującymi szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i obronności w środowisku 3D. Odbyła ponadto szkolenia z obszaru CBRN w NATO Centre of Excellence w Vyskowie (Czechy), a także zajmowała się pracą ekspercką dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w zakresie nowych technologii edukacyjnych. Efektem tych działań są publikacje na temat tworzenia materiałów instruktażowych w świecie 3D (Gawlik-Kobylińska, 2018), wykorzystania jaskini 3D w szkoleniach CBRN (Maciejewski et al., 2020), wykorzystania sztucznej inteligencji m.in. w celu szkoleń z detekcji, identyfikacji i monitorowania niebezpiecznych substancji (Gawlik-Kobylińska et al., 2021), a nawet projektowania przyrostowego w środowisku 3D w celu prototypowania nowych rozwiązań dla rozwiązań z obszaru CBRN oraz szkoleń w tym zakresie (Gawlik-Kobylińska et al., 2021).

Tytuł monografii *(Nie)bezpieczny poligon: nowe technologie w szkoleniach CBRN* został sformułowany w sposób ogólny i w związku z tym nie odzwierciedla w pełni zakresu pracy, a w szczególności dokonanych przez autorkę wyłączeń. Samo pojęcie „(nie)bezpieczny poligon" odnosi się do możliwości wymienionych technologii w zakresie przeprowadzania szkoleń z użyciem niebezpiecznych substancji. Głównym atutem takich szkoleń jest bezpieczne środowisko działania, które oferuje wiele możliwości w realizacji procesu dydaktycznego, jak dowolna liczba powtórzeń, zniesienie ograniczeń czasoprzestrzennych, niski koszt realizacji szkolenia z użyciem „wirtualnych" niebezpiecznych substancji oraz sprzętu. Możliwości te będą identyfikowane w toku postępowania badawczego. W zakresie sformułowania „nowe technologie" skupiono się na wirtualnej rzeczywistości, rozszerzonej rzeczywistości, mieszanej rzeczywistości oraz sztucznej inteligencji jako niezwykle często wykorzystywanych technologiach w innowacyjnej edukacji. Przy odwoływaniu się do

„szkoleń CRBN", choć autorka bazuje głównie na doświadczeniach wojskowych, zbadano szersze otoczenie, które związane jest ze szkoleniami CBRN. Jest to widoczne podczas analizy publikacji, projektów, rozwoju technologicznego w kontekście zwalczania zagrożeń CBRN, dokumentów na temat szkoleń CBRN i ośrodków szkoleniowych w kraju i za granicą. Warto również wspomnieć, że zaprezentowana w siódmym rozdziale koncepcja dotyczy wykorzystania wirtualnej rzeczywistości, która jest jedną z alternatyw. Przy darmowym dostępie do platform 3D (Inc. Sastar, 2023; Linden Research, 2023) oraz oprogramowania, np. Unity[19], budowa środowiska w wirtualnej przestrzeni wydała się autorce najbardziej korzystną opcją.

Warto zaznaczyć, że przedmiotowe rozważania nad możliwością wykorzystania nowych technologii w obszarze szkoleń CBRN wpisują się w obszar nauk o bezpieczeństwie, zwłaszcza gdy mowa o zagrożeniach dla bezpieczeństwa w obszarze ochrony środowiska naturalnego, ochrony zdrowia człowieka, redukowaniu globalnej niepewności. Te aspekty zostały sformułowane w *Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, w której jeden z filarów (IV) bezpieczeństwa wiąże się z koniecznością zapewnienia warunków do trwałego i zrównoważonego rozwoju społecznego i gospodarczego oraz ochrony środowiska naturalnego. Filar ten odzwierciedla interes narodowy, którego realizacja odbywa się poprzez osiąganie wynikającego z niego celów strategicznych, „wymagających zaplanowania i wdrożenia określonych zadań oraz posiadania i wykorzystania odpowiednich sił, środków oraz zdolności" (Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, 2020, s. 11). Należy też dodać, że według dokumentu *Strategia rozwoju systemu bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej 2022* w perspektywie najbliższych lat główne wyzwania i zagrożenia dla Polski będą związane z postępującą proliferacją broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia (Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, 2022, s. 11). Zatem prowadzenie badań nad nowoczesnymi szkoleniami CBRN, ich jak najlepszym projektowaniem, wspiera działania w zakresie zwalczania i mitygacji zagrożeń. Szkolenia przygotowują personel szybkiego reagowania, operatorów oraz personel zarządzający do działań, które nierzadko stanowią wyścig z czasem. CBRN do tej pory było domeną obronności, jednak w związku z pojawianiem się nowych zagrożeń, w szczególności wykorzystania materiałów CBRN w zakresie terroryzmu, dotyczy również kwestii bezpieczeństwa, w tym zarządzania kryzysowego. Walka z zagrożeniami wymaga przede wszystkim decyzyjności, trafnej detekcji i identyfikacji niebezpiecznych substancji (a nie zawsze można ją wykryć zmysłami), szybkiego gromadzenia wiarygodnych informacji o uderzeniach BMR i skażeniach (Solarz, 2012), a także sprawnej komunikacji, w której istotne jest decydowanie, ile informacji można

[19] Jest to silnik do tworzenia trójwymiarowych oraz dwuwymiarowych gier komputerowych lub innych materiałów interaktywnych, np. wizualizacji czy animacji. Unity Technologies (2023). unity.com. https://unity.com/ (2.02.2023).

dostarczyć i komu ją przekazać (Ruggiero, Vos, 2015). Potrzeba wysokowykwalifikowanego personelu wiąże się z koniecznością permanentnego szkolenia, w tym przede wszystkim ćwiczeń praktycznych w zakresie realizacji procedur przez specjalistów CBRN. Wpisuje się to zatem w domenę pedagogiki, czyli dziedziny nauk społecznych, w której zainteresowaniu leży planowanie, projektowanie i realizacja procesu dydaktycznego. W tym aspekcie warto zauważyć, że odpowiedzi na pytania: W jaki sposób nowe technologie są postrzegane w szkoleniach CBRN? W jaki sposób projektować scenariusze nowoczesnych szkoleń CBRN, aby spełniały one oczekiwania osób uczących się? pozwalają na określenie właściwych sposobów dotarcia do umysłów i serc uczestników szkolenia CBRN wspieranego nowymi technologiami, a taka wiedza wpisuje się w dydaktykę wojskową, czyli dział dydaktyki dorosłych badający m.in. fizjologiczne i psychologiczne aspekty procesu nauczania i uczenia się.

Łącząc pedagogikę z naukami o bezpieczeństwie, można również zauważyć, że przedmiotowe badania wpisują się w edukację dla bezpieczeństwa, w której znaczenie mają podejmowane aktywności dydaktyczne do zwalczania szeroko pojmowanych zagrożeń (Pieczywok, 2022).

Nie tylko osiąganie określonego poziomu wyszkolenia, ale również utrzymywanie gotowości na wysokim poziomie jest niezwykle ważne w przypadku realizacji specjalistycznych zadań. W ich realizacji pomóc mogą nowe technologie, które umożliwiają stworzenie narzędzi i środowisk dydaktycznych. Odpowiednio zaprojektowane i skonfigurowane oferują wiele niedostępnych dotychczas właściwości, takich jak przezwyciężanie barier czasoprzestrzeni, dowolna liczba wykonywania ćwiczeń bez ponoszenia kosztów ich przygotowania i realizacji, monitorowanie procesów nauczania i uczenia się, indywidualizacja ścieżek uczenia się, brak realnych zagrożeń ze strony „wirtualnego" środowiska. Ma to niebagatelne znaczenie w zakresie realizacji bardzo skomplikowanych zadań dotyczących zagrożeń CBRN, które wykonywane są w warunkach skażeń, a przez to w rygorze czasowym oraz dopuszczalnego narażenia na szkodliwe działanie, np. promieniowania jonizującego. Tematyka pracy wpisuje się zatem również w informatykę, dziedzinę nauk ścisłych i przyrodniczych, gdyż dotyczy nowoczesnych systemów informatycznych, a także wymaga wiedzy na temat właściwości substancji, po to, żeby odpowiednio modelować procesy przebiegające np. podczas uwalniania substancji niebezpiecznej do środowiska bądź rozchodzenia się promieniowania jonizującego zależnie od przyjętej geometrii jego pomiaru.

Reasumując, nauki o bezpieczeństwie, pedagogika, informatyka oraz nauki ścisłe i przyrodnicze są to wiodące obszary, które dotyczą przedmiotowych rozważań naukowych.

Struktura pracy została tak zaprojektowana, aby umożliwić sukcesywne i możliwie pełne przedstawienie argumentacji, umożliwiającej poprawną weryfikację sformułowanych hipotez badawczych. Praca składa się z sześciu rozdziałów, z których każdy kończy się podsumowaniem.

W pierwszym rozdziale zdefiniowano podstawowe pojęcia związane z tematyką CBRN oraz nowych technologii, w tym m.in. zagrożenia chemiczne, biologiczne, radiologiczne, jądrowe, zdarzenia z materiałami wybuchowymi, a także wirtualną rzeczywistość, rzeczywistość rozszerzoną, mieszaną oraz sztuczną inteligencję. Wybrane i zdefiniowane w monografii pojęcia są szczególnie istotne z punktu widzenia problemu badawczego, jednak literatura naukowa wskazuje na wiele niuansów w jednoznacznym określeniu aparatu pojęciowego. Dlatego, pomimo tych trudności i rozbieżności, przyjęto określone definicje na potrzeby niniejszej pracy, wskazując tym samym na sposób rozumienia tych pojęć.

W drugim rozdziale przedstawiono wybrane dokumenty związane ze szkoleniami CBRN, dokonano przeglądu specjalistycznych centrów szkolenia, a także omówiono perspektywy dotyczące rozwijania nowych technologii w kraju i za granicą (perspektywa krajowa – resort obrony narodowej, światowa – według firmy GlobalData, Unii Europejskiej oraz funkcjonującej w jej obrębie Europejskiej Agencji Obrony). Rozdział ten ukazuje uwarunkowania, w jakich osadzona jest tematyka szkoleń CBRN obecnie i jakie będą z nią związane przyszłe wyzwania.

Trzeci rozdział ma charakter diagnostyczny. Podjęto w nim próbę odpowiedzi na pytanie badawcze o kształtowanie się działalności publikacyjnej i projektowej w obszarze nowoczesnych szkoleń CBRN, która odzwierciedla stan badań oraz innowacji w przedmiotowym obszarze. Dokonany przegląd systematyczny miał na celu określenie intensywności publikacyjnej w poszczególnych latach, identyfikację kategorii, w jakich pojawiają się teksty (przymierzając je do krajowych dziedzin i dyscyplin naukowych), a także tematyki podejmowanych badań. W pierwszej części rozdziału, w celu określenia intensywności publikacyjnej oraz identyfikacji dziedzin naukowych, przeprowadzono analizę bibliometryczną publikacji z baz Web of Science (16 publikacji – stan na czerwiec 2022 r.) oraz Scopus (29 publikacji – stan na czerwiec 2022 r.). Do wyłonienia najczęściej pojawiających się tematów w publikacjach wykorzystano program NVivo, w tym jego funkcjonalność Word Frequency Query (częstotliwość najczęściej pojawiających się słów). W drugiej części rozdziału przeanalizowano wybrane projekty krajowe (10) i zagraniczne (20), które wpisują się w tematykę nowoczesnych szkoleń CBRN. Ponieważ pochodzą one z różnych źródeł, ich analiza ma charakter narracyjny.

W czwartym rozdziale skupiono się na aspektach metodycznych dotychczas prowadzonych szkoleń, a także na postrzeganiu nowych technologii w szkoleniach CBRN. Te dwa zagadnienia są przedmiotem badań eksperckich, które wiążą się z pytaniami badawczymi o sposoby prowadzenia szkoleń CBRN, w tym stosowane formy, metody i narzędzia dydaktyczne, oraz o postrzeganie nowych technologii w szkoleniach CBRN.

Rozdział piąty jest próbą udzielenia odpowiedzi na pytanie badawcze o sposób projektowania scenariuszy nowoczesnych szkoleń CBRN, aby spełniały one

oczekiwania osób uczących się. Uwzględniając cztery wymiary uczenia się, zasady kształcenia, studiując literaturę przedmiotu, zidentyfikowano cechy scenariusza nowoczesnego szkolenia CBRN. Ich ważność oceniło 460 respondentów.

Szósty rozdział stanowi odpowiedź na pytanie badawcze o środowisko dydaktyczne, które zapewniałoby bezpieczną i sprawną realizację procesu szkoleniowego z obszaru CBRN. W rozdziale zaprezentowano koncepcję szkolenia wirtualnego poligonu (środowiska edukacyjnego), w którym wykonywanie niebezpiecznych czynności (np. ćwiczenia z użyciem toksycznych substancji) staje się bezpieczne z uwagi na wirtualizację środowiska szkoleniowego.

W zakończeniu przedstawiono wnioski oraz rekomendacje przede wszystkich dla kadry zarządzającej oraz trenerów zajmujących się szkoleniami CBRN.

W przedstawionych w pracy badaniach posłużono się zróżnicowanymi metodami jakościowo-ilościowymi, które realizowane były w obrębie badań teoretycznych oraz empirycznych. Proces badawczy wspierały narzędzia takie jak NVivo, platforma online Kano+, a także bazy danych Web of Science, Scopus, NATO Standarization Office.

Autorka wyraża podziękowania Panu Tino Heinenowi z NATO Standarisation Office za umożliwienie dostępu do baz danych dokumentów NATO, a także ekspertom CBRN: Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defense Center of Excellence (JCBRN Defense COE) w Vyskovie (Czechy), NATO School w Oberammergau, Fraunhofer-Gesellschaft, Politechniki Czeskiej w Pradze, Uniwersytetu Obrony w Brnie, Centrum Szkolenia OPBMR w Akademii Sztuki Wojennej, Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii oraz Uniwersytetu Łódzkiego, którzy zechcieli wymienić poglądy i uczestniczyć w dyskusji nad aktualną problematyką szkoleń CBRN, wspierając w ten sposób proces badawczy. Szczególne podziękowania kieruje do dra inż. Jacka Lebiedzia – kierownika Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej za życzliwość oraz możliwość realizacji badań w laboratorium.

Rozdział 1.

Podstawy terminologiczne

W niniejszym rozdziale przedstawiono kluczowe pojęcia związane z tematyką badawczą, w szczególności charakterystykę takich pojęć, jak zagrożenia CBRN, WMD, zagrożenia chemiczne, zagrożenia biologiczne, zagrożenia radiologiczne, zagrożenia jądrowe, zdarzenia z materiałami wybuchowymi, a także wirtualna rzeczywistość, rzeczywistość rozszerzona, rzeczywistość mieszana, sztuczna inteligencja. W zakresie obszaru związanego z zagrożeniami CBRN, ze względu na szybki rozwój tej dziedziny wiedzy oraz znaczną różnorodność pojęciową stosowaną przez naukowców, skupiono się głównie na jawnych, doktrynalnych dokumentach MON, NATO dotyczących problematyki CBRN oraz definicjach i ujęciach przedstawianych w renomowanych publikacjach. Wobec stale rozwijających się pojęć i sposobów ich rozumienia, w celu jasnego przekazu, dokonano wyboru definicji, które będą podstawą do dalszych rozważań. W kwestii definicji pojęć związanych z nowymi technologiami przedstawiono niuanse terminologiczne wynikające z szybkiego rozwoju nauki i techniki, a także ujęcie integracyjne, które sprowadza wszystkie technologie do wspólnego mianownika, i w zależności od ujęcia traktowano je jako technologie immersyjne lub też poszerzające rzeczywistość.

Zagrożenia CBRN

Pierwsze z pojęć, zagrożenia CBRN, składa się z dwóch zasadniczych członów, które wymagają wyjaśnienia. „Zagrożenie" można zdefiniować jako sumę intencji i możliwości przeciwnika oraz własnych słabych punktów (Cornish, 2004), natomiast skrótowiec CBRN odnosi się do rodzajów zagrożeń chemicznych, biologicznych, radiologicznych i jądrowych. Zagrożenia CBRN to pojęcie bardzo szerokie, może obejmować użycie zakazanej broni, zarówno przez podmioty państwowe, jak i niepaństwowe, jak miało to miejsce w Syrii; wykorzystywanie środków CBRN do przestępstw na mniejszą skalę; awarie przemysłowe związane z uwolnieniem toksycznych środków przemysłowych do środowiska; klęski żywiołowe lub inne klęski, takie jak rozprzestrzenianie się COVID-19 w 2020 r. i związana z nim globalna

pandemia. W takim ujęciu uwzględniane są wszystkie sytuacje, obejmujące zarówno zamierzone, jak i przypadkowe uwolnienie substancji CBRN (de Guttry et al., 2022, s. XI, XII).

We wspólnym komunikacie Komisji Europejskiej i Wysokiego Przedstawiciela do Spraw Zagranicznych i Polityki Bezpieczeństwa przyjętym w czerwcu przedstawiono, że „zagrożenia CBRN zostały włączone do działań hybrydowych państw i podmiotów niepaństwowych" 2018 r. (Kaunert, Léonard, 2019, s. 29). Lecz nie ma powszechnie akceptowanej definicji zagrożenia CBRN. Państwa, organizacje międzynarodowe i podmioty niepaństwowe podały własne definicje i opracowały własne strategie radzenia sobie z takimi zagrożeniami. Czasami używany jest również skrótowiec CBRNE, aby uwzględnić użycie materiałów wybuchowych (E) i improwizowanych urządzeń wybuchowych (IED) w atakach terrorystycznych.

Obok terminu „zagrożenia CBRN" pojawiają się pojęcia „zdarzenia CBRN" oraz „incydenty CBRN", które mogą obejmować katastrofy na małą i dużą skalę, powolne i szybkie, naturalne i spowodowane przez człowieka, w których uwalniane są środki CBRN (Frulli, 2022, s. 9). W polskim dokumencie *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8 (A)* zdarzenie CBRN zostało określone jako „każdy przypadek związany z użyciem broni chemicznej, biologicznej, radiologicznej, jądrowej i urządzeń CBRN oraz wystąpienie czynników działania tej broni, a także uwolnienia toksycznych środków przemysłowych do środowiska" (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 7).

Zdarzenia i incydenty CBRN uznawano za zagrożenia militarne i były często definiowane jako broń masowego rażenia. Jednak dziś są one kojarzone z awariami przemysłowymi, wypadkami w transporcie substancji niebezpiecznych, wybuchami materiałów używanych w życiu codziennym, pożarami, epidemiami i pandemiami, odpadami i ich oddziaływaniem na środowisko, zanieczyszczeniem gleby, wody i powietrza, chorobami roślin i zwierząt lub zanikaniem niektórych gatunków, zwłaszcza gatunków endemicznych, manipulowaniem źródłami promieniowania jonizującego do różnych celów. Należy wspomnieć również o terroryzmie jako zagrożeniu przy stosowaniu środków CBRN w celu unieszkodliwienia lub zniszczenia życia lub środowiska (Glavinov, Naumovska, 2015).

Obok pojęcia „zagrożenia CBRN", „zdarzenia CBRN" i „incydenty CBRN" pojawia się skrótowiec BMR. Warto wspomnieć, że skróty „CBRN" (środki CBRN) oraz BMR są utożsamiane, ich cechą wspólną jest oddziaływanie w masowej skali na ludzi, środowisko i infrastrukturę. Ale broń masowego rażenia nie ogranicza się do czterech zagrożeń i nie wszystkie środki CBRN spełniają wymogi broni masowego rażenia. BMR to klasyczna broń, którą mogą posiadać siły zbrojne danego państwa, a środki CBRN to wszystkie inne środki, które mogą spowodować masowe porażenia, ale nie są zaliczane do klasycznych BMR, np. uwolnienie chloru z cysterny nie zostało zaprojektowane jako broń.

BMR zgodnie z definicją ujętą w dokumencie *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8(A)* to „kompletne urządzenia (zestawy urządzeń) przeznaczone do stosowania przez siły zbrojne lub państwo w celu spowodowania porażeń skażeniami wybranego celu lub jego zniszczenia poprzez wykonanie uderzenia jądrowego" (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 17). Zgodnie z aktualnymi doktrynami z zakresu obrony przed bronią masowego rażenia może być ona użyta w formie klasycznej, ale również z wykorzystaniem specjalnych urządzeń do dyspersji środka bojowego. Problematyka definiowania BMR znalazła się w publikacjach wielu autorów. Za najbardziej kompleksową uznawana jest pozycja wydana przez Center for the Study of Weapons of Mass Destruction[1] w Waszyngtonie, *Occasional Paper 8 Defining „Weapons of Mass Destruction"*, autorstwa W. Seth Carusa. Autor przedstawił sześć możliwych klasyfikacji BMR:

– Broń masowego rażenia jako broń jądrowa, biologiczna i chemiczna (NBC).

– BMR jako broń chemiczna, biologiczna, radiologiczna lub nuklearna (CBRN).

– BMR jako broń CBRN i wybuchowa (CBRNE).

– BMR jako broń CBRN, która powoduje masowe zniszczenia lub zabija dużą liczbę ludzi.

– Broń masowego rażenia jako broń, która powoduje masowe zniszczenia lub zabija dużą liczbę ludzi i niekoniecznie obejmuje lub wyklucza broń CBRN.

– BMR jako broń masowego rażenia lub powodująca skutki, potencjalnie obejmująca broń CBRNE i inne środki powodujące masowe zakłócenia, takie jak cyberataki (Carus, 2012, s. 36).

Według autora różne podejścia do definicji BMR mogą się wykluczać i są zależne od kontekstu. Zatem ujawnił on problemy definicyjne, które nie zostały jeszcze w literaturze i dokumentach kompleksowo rozwiązane. Z tego powodu warto przyjąć określony kierunek myślenia o danym pojęciu. W niniejszej pracy przyjęto definicję przedstawioną w dokumencie *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8(A)*. Zgodnie z tym dokumentem obrona ta składa się z pięciu przedsięwzięć, które są realizowane stosownie do zagrożenia chemicznego, biologicznego, radiologicznego i jądrowego (CBRN). Zalicza się do nich:

– rozpoznanie, identyfikację i monitoring skażeń;

– zarządzanie informacjami CBRN;

– ochronę przed skażeniami;

– ograniczanie zagrożenia skażeniami; przedsięwzięcie to jest konieczne w celuograniczenia wpływu skażeń na prowadzoną operację i może być realizowane poprzez:

a) unikanie skażeń,

b) ograniczanie rozprzestrzeniania skażeń,

[1] Centrum Studiów nad Bronią Masowego Rażenia (tłum. własne).

c) kontrolę stopnia skażenia,
d) likwidację skażeń,
e) medyczną ochronę przed zagrożeniami CBRN (Harmata, Witczak, 2018, s. 48).

Skupiając się na Siłach Zbrojnych RP jako podmiocie szczególnie zaangażowanym w walkę z tego typu zagrożeniami, warto podkreślić, że zwalczanie zagrożeń CBRN odbywa się według zasad OPBMR, które określają zakres ochrony wojsk przed wystąpieniem zdarzenia CBRN podczas operacji, w jego trakcie i po nim. Zasady te wyróżniają: 1) ocenę zagrożeń, 2) zarządzanie ryzykiem, 3) interoperacyjność – harmonizację ze zdolnościami państwa gospodarza i siłami wsparcia Sojuszu Północnoatlantyckiego oraz wymianę informacji na wszystkich szczeblach dowodzenia, 4) priorytetyzację, czyli określenie działań mających wpływ na zabezpieczenie funkcjonowania kluczowych elementów ugrupowania oraz elementów infrastruktury, 5) elastyczność, czyli gotowość do reagowania na zagrożenia i gwałtowne zmiany sytuacji w rejonie działania, 6) powszechność, czyli realizację zadań na każdym szczeblu dowodzenia, także w sytuacji autonomiczności działań oraz w warunkach zapewniających natychmiastową reakcję wojsk na czynniki rażącego działania środków CBRN (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 14). Oprócz wymienionych zasad zawartych w cytowanym dokumencie doktrynalnym istnieje szereg dokumentów (krajowych i międzynarodowych) regulujących i opisujących sposób wykonywania zadań związanych z szeroko pojętym zwalczaniem zagrożeń CBRN, w tym ze sposobami szkolenia w tym zakresie. Jednak skupiając się na problemach definicyjnych, ta tematyka pozostaje poza ramami prowadzonej analizy. Warto jedynie dodać, że szkolenia są istotnym elementem wspierającym zasady OBMPR.

W dalszej kolejności dokonano prób zdefiniowania poszczególnych zagrożeń: chemicznych, biologicznych, radiologicznych oraz jądrowych.

C – *chemical* (chemiczne)

Zagrożenia chemiczne są „związane z niepożądanym kontaktem ludzi z niebezpiecznymi dla ich zdrowia i/lub życia substancjami chemicznymi" (Węsierski et al., 2013, s. 19). Wraz z zagrożeniami środowiskowymi należą one do specyficznych rodzajów zagrożeń: realnych i trudnych do zidentyfikowania, bo niewidocznych. Utrzymuje się bowiem ciągłe poczucie zagrożenia potęgowane niewiedzą o środkach ochrony przed nim (Konieczny et al., 2008). O skali zagrożenia oraz potrzebie podjęcia działań ratowniczych i skutkach zdarzenia decyduje ilość uwalnianej substancji oraz zasięg oddziaływania na ludzi i zwierzęta (Węsierski et al., 2013, s. 20). Zagrażające środowisku i człowiekowi środki chemiczne mogą stanowić broń chemiczną. W dokumencie *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8(A)*, odnosząc się do zagrożeń chemicznych stosowanych na polu walki w postaci gazu, par oraz aerozoli, substancji stałych i ciekłych, mowa

jest o bojowych środkach trujących, wraz ze środkiem przenoszenia (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 17). Oddziałują one na organizm drogą inhalacyjną, pokarmową oraz przenikając przez błony śluzowe i skórę, a ich użycie może spowodować wysokie straty w ludziach (zwierzętach) oraz prowadzić do długotrwałego skażenia terenu, obiektów i sprzętu bojowego. Wspomniane środki przenoszenia, np. amunicja, urządzenia i inny sprzęt specjalnie zaprojektowany do uzbrajania toksycznych substancji chemicznych (TSC), mogą zostać zaklasyfikowane również do broni chemicznej (Bullock et al., 2021), tym bardziej, gdy są elaborowane, np. substancją używaną w przemyśle, w procesach technologicznych, jak choćby fosgenem, który jest substratem w przemysłowych procesach technologicznych, ale może być również nietrwałym bojowym środkiem trującym. Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku awarii/katastrofy w zakładach chemicznych ilość uwolnionej toksycznej substancji chemicznej będzie najczęściej bardzo duża, co wynika ze skali procesu, dlatego gęstość skażenia również będzie znacząca. W przypadku użycia broni chemicznej gęstość skażeń oraz sumaryczna ilość bojowego środka trującego będzie nieporównywalnie niższa, co wynika z taktyki użycia tego rodzaju broni. Warto dodać, że w kontekście zagrożeń chemicznych w literaturze najczęściej funkcjonuje rozróżnienie na bojowe środki trujące – przeznaczone są do wywoływania masowych porażeń na polu walki, oraz toksyczne środki przemysłowe – różnorodne i powszechnie używane substancje, które „rzadko będą przyczyną sytuacji kryzysowych, gdyż są nietrwałe i mają ograniczony zasięg" (Solarz, 2013, s. 324–325).

Wzmianki na temat wykorzystania toksycznych substancji chemicznych jako broni masowego rażenia dotyczą 429 r. p.n.e., kiedy Peloponezyjczycy użyli gazu trującego przeciwko Spartanom (Coleman, 2005). Współcześnie, od I wojny światowej po dziś, ataki chemiczne były rzadkie. W latach 1919–1939 broń chemiczna była używana kilkakrotnie, przede wszystkim przez Włochy w Abisynii (dzisiejsza Etiopia) i przez Japonię w Chinach (Sislin, 2018). Jednym z poważniejszych wydarzeń było uwolnienie w Ypres 180 Mg chloru przez Niemców w 1915 r. Broń chemiczna była także wykorzystana przez Włochów w Etiopii w latach 30. XX w., a także przez Irak w wojnie z Iranem i przeciwko Kurdom w Halabdży w 1988 r. (Hassan, Amin, 2016). Później, w 1995 r., w tokijskim metrze miał miejsce terrorystyczny atak z użyciem fosforoorganicznego środka trującego – sarinu, wskutek którego zginęło 13 osób, a ponad 6 tys. zostało rannych (Sugiyama et al., 2020).

B – *biological* (biologiczne)

Zagrożenia biologiczne wywoływane są przez czynniki szkodliwe dla człowieka, zwierząt i roślin. Rozróżniono dwie klasy czynników biologicznych: czynniki żywe, takie jak bakterie, w tym riketsje i chlamydie, wirusy i grzyby oraz toksyny – czynniki chemiczne pochodzenia biologicznego, w tym te pochodzące z bakterii,

grzybów, roślin i zwierząt (jad) (Bland, 2013). Zagrożenia biologiczne są ujmowane jako „konsekwencja niewłaściwego wykorzystania dobrodziejstw postępu naukowo-technicznego i badań w dziedzinie nauk biomedycznych, w tym bezprawnego i trwającego w ukryciu wyścigu zbrojeń w kierunku rozwijania broni niekonwencjonalnej" (Bielecka-Oder, s. 6). W literaturze rozpatrywane są najczęściej w kategorii broni biologicznej. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) broń biologiczna[2] to albo mikroorganizmy, takie jak wirusy, bakterie lub grzyby, albo substancje toksyczne wytwarzane przez żywe organizmy, które są produkowane i uwalniane celowo w celu wywołania choroby i śmierci u ludzi, zwierząt lub roślin (WHO, 2023). Omawiając to zagadnienie szerzej na podstawie dokumentu *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8(A)*, w którym szczegółowo omówiono środki biologiczne, można przyjąć, że broń biologiczna to aktywne patogeny chorobotwórcze, które wywołują choroby u ludzi, zwierząt i roślin lub powodują biochemiczny rozpad materiałów. Unikatową cechą tych patogenów jest zdolność do szybkiego namnażania się oraz transmisji między organizmami. Jest to cecha wyróżniająca broń biologiczną spośród innych rodzajów BMR, których stężenie w środowisku maleje w wyniku dyspersji. Ponadto cechą charakterystyczną tego rodzaju broni jest czas inkubacji środka biologicznego, co często opóźnia pierwsze skutki ataku, a w połączeniu ze skrytością ataku może spowodować istotne i nieoczekiwane porażenie wojsk (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 20). Patogeny mogą być stosowane w postaci aerozolu ciekłego i stałego ze względu na zwiększone możliwości do przetrwania w środowisku. Zastosowanie metody wybuchowej dyspersji może znacząco obniżyć zdolności bojowe patogenów. Do broni biologicznej zalicza się również toksyczne produkty metabolizmu mikroorganizmów, np. toksynę botuliny, uznaną za najbardziej toksyczną substancję. Teoretycznie, przeliczając dawkę na jedną osobę, zaledwie jeden kilogram tej substancji wystarczy do unicestwienia ludzkości. Charakteryzując zagrożenia biologiczne, należy zwrócić uwagę, że broń biologiczna jest stosunkowo tania w produkcji, a odpowiednie spreparowanie patogenu daje mu dużą skuteczność przetrwania w środowisku i krótki okres inkubacji. Ponadto możliwe jest skryte wykonanie ataku bronią biologiczną, co w połączeniu ze słabą wykrywalnością oraz długą inkubacją i szybką proliferacją oraz transmisją patogenu w środowisku może spowodować, że przeciwnik nie podejmie działań ochronnych i obronnych wystarczająco wcześnie, a przez to skutki porażenia będą znaczące. Według amerykańskiej instytucji Centers for Disease Control and Prevention[3] wyróżnia się trzy podstawowe grupy patogenów możliwych do wykorzystania po uzbrojeniu jako broń biologiczna:

[2] Światowa Organizacja Zdrowia ujmuje razem broń biologiczną i toksyczną.

[3] Centers for Disease Control and Prevention (Centra Kontroli i Zapobiegania Chorobom) – agencja rządu federalnego Stanów Zjednoczonych wchodząca w skład Departamentu Zdrowia i Opieki Społecznej.

– kategoria A – patogeny najwyższego priorytetu, takie, które łatwo się rozprzestrzeniają i wywołują wysoką śmiertelność. Mogą wywoływać choroby takie jak wąglik (choroba odzwierzęca), botulizm (wywoływana przez *Clostridium botulinum*), tularemię, dżumę, gorączkę Lassa, gorączki krwotoczne, ospę prawdziwą;

– kategoria B – patogeny o umiarkowanie łatwym rozsiewaniu, umiarkowanej zachorowalności i umieralności, ale wymagające wzmożonego nadzoru. Wywołują takie choroby, jak: chorobę Banga, nosaciznę, melioidozę, gorączkę Q, gorączkę plamistą, tyfus plamisty, kokcydioidomikozę, zachodnie końskie zapalenie mózgu i rdzenia;

– kategoria C – należą do nich nowo pojawiające się patogeny; mogą być przedmiotem manipulacji w zakresie inżynierii genetycznej w celu masowego rozsiewania. Są łatwo dostępne, łatwo się rozprzestrzeniają i mogą powodować wysoką zachorowalność i śmiertelność (Łasińska, 2019, s. 215).

Broń biologiczna jest atrakcyjna dla terrorystów, głównie dlatego, że niektóre z biologicznych toksyn można pozyskać z łatwo dostępnych źródeł, np. z upraw w przydomowym ogródku. Proste systemy hodowli bakterii i urządzenia do pozyskiwania toksyn z roślin są tanie i łatwo dostępne, i można je samodzielnie zbudować nawet w domu. Wiele toksyn wpływa silnie na układ nerwowy ssaków, zakłócając przekazywanie impulsów nerwowych lub blokując metabolizm komórkowy, powodując śmierć komórki. Co więcej, większość toksyn działa bardzo szybko i w bardzo niskich dawkach (LD50 < 25 mg/kg), często znacznie niższych od bojowych środków trujących (Janik et al., 2019).

Jedno z ważniejszych zdarzeń bioterrorystycznych miało miejsce w Dalles w stanie Oregon (Stany Zjednoczone) na przełomie sierpnia i września 1984 r. Doszło tam do masowego skażenia żywności *Salmonella enterica Typhimurium*, a celem ataku była lokalna ludność. Choć nie było ofiar śmiertelnych, w wyniku ataku ucierpiało ponad 751 osób (Belojevic, 2018). W kwietniu 1991 r. w Minnesocie (Stany Zjednoczone) dokonano ataku biologicznego z użyciem rycyny. Jego celem były służby podatkowe i szefowie policji. W 2001 r., po ataku na World Trade Center i Pentagon, spektakularnym przypadkiem ataku o charakterze biologicznym był atak wąglikiem. Przetrwalniki laseczek wąglika były przesyłane do placówek pocztowych, firm medialnych i biur kongresowych w anonimowej korespondencji (Gostin, Nuzzo, 2021). Jedno z najbardziej aktualnych zdarzeń miało miejsce w 2013 r., kiedy rycyna została wysłana do prezydenta USA Baracka Obamy oraz burmistrza Nowego Jorku Michaela Bloomberga (Ryan, 2016).

R – *radiological* (radiologiczne)

Czynniki zagrożenia radiologicznego to uwalniane materiały radioaktywne, które mają niekorzystny wpływ na zdrowie. Zdarzenia związane z promieniowaniem mogą być niezamierzone (np. wypadki w reaktorze jądrowym i wypadki

komunikacyjne, takie jak wyciek materiałów radioaktywnych z ciężarówki lub pociągu, którymi mogą być transportowane) lub zamierzone (takie jak zanieczyszczenie żywności i wody materiałem radioaktywnym, uwolnienie materiału radioaktywnego w środowisku, użycie brudnej bomby, czyli materiału wybuchowego połączonego z materiałem radioaktywnym, zniszczenie reaktora jądrowego, celowe uwolnienie materiału jądrowego podczas transportu (Centres for Disease Control and Prevention, 2022). Warto uzupełnić tę definicję o użycie tzw. brudnej bomby, o której szerzej wspomniano w Glosariuszu. W zakresie skutków to promieniowanie w dużych ilościach może powodować oparzenia skóry, chorobę popromienną, a nawet zwiększone ryzyko powstania nowotworów. Środki radiologiczne mogą być wykorzystane w przygotowaniu broni radiologicznej, która jest definiowana jako środek walki, w którym czynnikiem rażącym jest rozproszony materiał promieniotwórczy. W tym celu mogą być wykorzystane materiały promieniotwórcze uzyskane z ośrodków realizujących cywilne i wojskowe programy jądrowe, jak również odpady promieniotwórcze z reaktorów badawczych czy źródła promieniotwórcze stosowane w przemyśle lub medycynie (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 23). Materiały promieniotwórcze mogą być uwolnione z użyciem radiacyjnych urządzeń rozpraszających[4] (*Radiological Dispersal Devices* – RDDs), umożliwiających dyspersję substancji radioaktywnej, powodując skażenie o charakterze lokalnym. Powstałe skażenie promieniotwórcze może opóźnić lub zakłócić prowadzenie działań operacyjnych wojsk. W przeciwieństwie do broni jądrowej promieniotwórcze skażenie terenu pochodzące od broni radiologicznej występuje na znacznie mniejszym obszarze. Strefa skażeń promieniotwórczych będzie zdeterminowana metodą rozpraszania i stanem skupienia substancji promieniotwórczej, przy czym atak może być zrealizowany w formie dyspersji cząstek stałych, rozlania cieczy czy też wytworzenia aerozolu. Ponadto można wykorzystać proces spalania jako siłę napędową rozpraszania tych substancji, np. wskutek wywołania pożaru obiektów lub pojemników zawierających materiał promieniotwórczy. Natomiast sposób oddziaływania materiału promieniotwórczego na organizm ludzki będzie zależał od rodzaju emitowanego promieniowania oraz dróg wnikania do organizmu. W przypadku ekspozycji zewnętrznej dochodzi jedynie do absorbcji energii szkodliwego promieniowania przenikającego do organizmu, natomiast w przypadku wchłonięcia do organizmu substancji promieniotwórczego dochodzi również do toksycznego działania tej substancji na organizm (np. wypicie przez Litwinienkę w 2006 r. herbaty skażonej Po-210, pierwiastkiem radioaktywnym, ale również toksycznym metalem ciężkim). Ponadto w przypadku wchłonięcia do organizmu materiału promieniotwórczego dochodzi do skażenia wewnętrznego,

[4] Warto zaznaczyć, że obok akronimu RDD pojawia się inny – RED (*Radiological Exposure Device*). RDD to urządzenie, które rozprasza materiał radioaktywny w środowisku. Z kolei RED wykorzystuje stacjonarne źródło radioaktywne, aby narażać ofiary na wysokie poziomy promieniowania (Seattle, 2019).

które jest niezwykle niebezpieczne. Usunięcie z organizmu takiej substancji jest trudne, przez co długotrwale i negatywnie oddziałuje na organizm. Co więcej, w przypadku skażenia wewnętrznego działanie rażące wykazuje promieniowanie, które jest zupełnie niegroźne przy ekspozycji zewnętrznej. Nawet promieniowanie alfa, które przy narażeniu zewnętrznym nie stanowi żadnego zagrożenia, gdyż jego zasięg w powietrzu wynosi 10 cm, a blokuje je nawet naskórek, przy wchłonięciu do organizmu powoduje olbrzymie zniszczenia. Wynika to przede wszystkim z bezpośredniego oddziaływania promieniowania alfa na otaczające komórki organizmu. Promieniowanie alfa to fizycznie jądra helu o dużej energii kinetycznej, które silnie jonizują otaczające komórki, powodując ich zniszczenie. Dlatego w przypadku wchłonięcia wewnętrznego stosuje się pojęcie czasu połowicznego rozpadu biologicznego, który stanowi wypadkową czasu połowicznego rozpadu radioizotopu oraz czasu fizycznego wydalenia go z organizmu. O promieniotwórczym skażeniu wewnętrznym może świadczyć utrzymywanie się wysokiej radioaktywności organizmu pomimo przeprowadzonej likwidacji skażeń. W przypadku skażeń zewnętrznych po procesie dekontaminacji następuje usunięcie materiałów promieniotwórczych, co potwierdza się pomiarami z wykorzystaniem przyrządów dozymetrycznych. Wyjątkowe właściwości materiałów promieniotwórczych, brak możliwości ich detekcji za pomocą zmysłów oraz powszechny strach społeczeństwa (efekt psychologiczny) powodują, że substancje promieniotwórcze są przedmiotem zainteresowania terrorystów. Czeczeńscy separatyści wielokrotnie grozili użyciem materiałów radioaktywnych. Podczas pierwszej wojny w Czeczenii w latach 1995–1996 ze składowiska odpadów promieniotwórczych w pobliżu Groznego zaginęła połowa z 900 metrów sześciennych odpadów o wysokiej aktywności (Zaitseva, Hand, 2003). Przemyt radiologiczny z Gruzji do Armenii był obserwowany na granicy tych państw, gdzie materiały promieniotwórcze, głównie cez-137 pochodzenia rosyjskiego, były przemycane przez „nieświadomych kurierów" (Kupatadze, 2007).

N – *nuclear* (jądrowe)

Zagrożenie jądrowe dotyczy materiałów rozszczepialnych (rozpadających się na lżejsze pierwiastki, np. paliwo jądrowe U-235), które stanowią źródło energii w broni jądrowej i instalacjach jądrowych. Do broni jądrowej zaliczana jest również broń wykorzystującą syntezę termojądrową (DD3,8). Zagrożenie to ujmowane jest w kategoriach globalnych, krajowych, lokalnych, ataków fizycznych, cyberataków, ataków mieszanych, zagrożeń wynikających ze zmowy wewnętrznych i zewnętrznych przeciwników (International Atomic Energy Agency, 2021, s. 17). Tego typu zagrożenie związane jest z bronią jądrową w postaci ładunku jądrowego i wiąże się ze zniszczeniami, z obrażeniami i ze śmiercią oraz z dużym obszarem oddziaływania (Centers for Disease Control and Prevention, 2022). Broń jądrowa to kompletny zestaw urządzeń, który w swej ostatecznej, zaplanowanej konfiguracji, po zakończeniu procedury

uzbrajania i odpalania, prowadzi do zainicjowania niekontrolowanej reakcji jądrowej z uwolnieniem energii (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 25). Charakter i skala skutków wybuchu jądrowego są zależne od rodzaju użytej broni, mocy ładunku, środowiska fizycznego, w którym występuje wybuch, oraz właściwości obiektu będącego celem uderzenia. Czynnikami rażenia broni jądrowej według najnowszej doktryny są: (1) promieniowanie świetlne w postaci błysku, który może wywołać ślepotę, stałą lub czasową utratę wzroku; (2) promieniowanie cieplne, powodujące silne oparzenia ludzi/zwierząt, szczególnie nieosłoniętych powierzchni skóry, które może uszkodzić wyposażenie i sprzęt wojskowy, ale również powodować rozległe pożary; (3) fala uderzeniowa, powodująca porażenia ludzi oraz uszkodzenie lub zniszczenie wyposażenia i sprzętu bojowego – naziemnego i powietrznego, zasobów logistycznych, umocnień, stałych obiektów wojskowych – baz oraz infrastruktury; natomiast uderzenia nawodne/podwodne mogą zniszczyć obiekty (okręty, instalacje) nawodne, jak i podwodne; (4) promieniowanie przenikliwe (emisja promieniowania przenikliwego oddziałującego rażąco na organizmy żywe, co w bezpośredniej strefie wybuchu jądrowego może skutkować dawkami ponad 75 cGy i powodować natychmiastową utratę zdolności bojowej wojsk); (5) promieniotwórcze skażenie terenu, wywoływane przez produkty rozszczepienia ładunku jądrowego oraz promieniotwórczość wtórną, tzn. izotopy promieniotwórcze powstające w wyniku oddziaływania neutronów z materią oraz pozostałość nierozszczepionego ładunku jądrowego; (6) impuls elektromagnetyczny, pośredni skutek oddziaływania promieniowania gamma z otoczeniem (głównie powietrzem), co może powodować zakłócenie łączności oraz uszkodzenia lub zniszczenia sprzętu elektronicznego; (7) zwiększona aktywność jonosfery po wybuchu jądrowym, która powoduje zakłócenia lub wręcz uniemożliwia łączność radiową: w szczególności w zakresie fal krótkich, łączności satelitarnej, włączając w to system GPS (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 25–28).

Zdarzenia z materiałami wybuchowymi

Oprócz zagrożeń CBRN należy wspomnieć o zdarzeniach z materiałami wybuchowymi, które wiążą się z wykorzystywaniem improwizowanego urządzenia wybuchowego najczęściej podczas ataków terrorystycznych (Olszewski, 2020) czy w zamachach samobójczych (Pawłowski, 2020, s. 73). *Słownik terminów i definicji NATO AAP-6* definiuje improwizowane urządzenia wybuchowe (*Improvised Explosive Devices* – IED) jako „urządzenie, które wykonano lub ustawiono w sposób niestandardowy, zawierające niszczące, niebezpieczne, szkodliwe, pirotechniczne lub zapalające środki chemiczne, przeznaczone do niszczenia, unieszkodliwiania, nękania lub odwrócenia uwagi. Może zawierać materiały z zasobów wojskowych, ale zwykle skonstruowane jest z elementów pochodzących z innych źródeł" (NATO, 2017a, s. 240). Innym dokumentem normatywnym NATO, który zajmuje się kwestią improwizo-

wanych urządzeń wybuchowych, jest Doktryna Sojuszu Północnoatlantyckiego – Sojusznicza Połączona Doktryna AJP 3.15 (A)[5]. W dokumencie wskazano, że może być to proste w konstrukcji i łatwe w wykonaniu urządzenie, bądź wręcz przeciwnie, wyrafinowane i zawierające nowoczesne komponenty elektroniczne urządzenie. Dlatego IED stanowią podzbiór wielu form asymetrycznego ataku fizycznego i umożliwiają przeciwnikom uderzenie bez zdecydowanego zaangażowania – niezwykle skuteczna broń z wyboru. Stosowanie IED jest tak powszechne, że stało się globalnym zagrożeniem (NATO, 2018, s. 1–1). Urządzenia te obejmują zatem zaawansowane systemy uzbrojenia zawierające materiały wybuchowe wysokiej jakości, jak i podstawowe materiały wybuchowe domowej roboty. IED we wszystkich swoich formach stały się największym zagrożeniem dla oddziałów działających na terenie Afganistanu i Iraku (Ramasamy et al., 2009). Innym przykładem jest atak w Madrycie w 2004 r., w którym 10 bomb w czterech pociągach podmiejskich zdetonowano z wykorzystaniem telefonów komórkowych. Celem ataku byli pasażerowie, a w wyniku ataku zginęło ponad 250 osób, a prawie 2000 zostało rannych (Litowitz, 2011, s. 4). Zamachów w Madrycie dokonali radykałowie zainspirowani przez Al-Kaidę. Natomiast w 2013 r. miał miejsce atak w Stanach Zjednoczonych, gdzie dwa skoordynowane wybuchy improwizowanych urządzeń wybuchowych poraziły uczestników słynnego maratonu bostońskiego (Gunaratna, Haynal, 2013). Zginęły wówczas trzy osoby, a prawie 150 osób zostało poważnie rannych. W 2013 r. islamscy bojownicy zaatakowali zakład gazowy w Tiguentourine, co zakończyło się śmiercią 39 zakładników (Brune, 2015). Atak stanowił realne zagrożenie zniszczenia rafinerii. Przytoczone przykłady wskazują, że zdarzenia z materiałami wybuchowymi mogą mieć wiele różnych scenariuszy. Ponadto w atakach wykorzystywane są różnorodne urządzenia wybuchowe, od urządzeń wybuchowych z formowanym pociskiem (EFP), przez miny wybuchowe, po niepozorne urządzenia ukryte czy pas szahida[6]. Urządzenia wybuchowe mogą dodatkowo zawierać toksyczne środki przemysłowe.

Substancje chemiczne, które zostały użyte do wytworzenia materiałów wybuchowych, analizowane są pod kątem następujących przypadków: 1) czy substancja chemiczna będąca prekursorem może być umieszczana w pojazdach typu „samochód pułapka" (*Vehicle Borne Improvised Explosive Device* – VBIED) lub jako improwizowane urządzenie wybuchowe przenoszone przez ludzi (*Person Borne Improvised Explosive Device* – PBIED); 2) czy prekursor chemiczny miał historię użycia w atakach IED; 3) czy substancja chemiczna może być użyta do wytworzenia domowej roboty materiału wybuchowego niezależnie od potrzeby użycia innej konkretnej substancji chemicznej. W przypadku substancji chemicznych użytych do

[5] Doctrine of the North Atlantic Alliance – Allied Joint Doctrine AJP 3.15 (A).

[6] Jest to specjalny pas lub kamizelka wypełnione materiałem wybuchowym. Zaopatrzone są w bezpośredni mechanizm detonacyjny, który jest uruchamiany przez zamachowca.

budowy IED zidentyfikowano trzy grupy prekursorów: grupa A to aluminium (proszek, pasta, płatki), azotan amonowy, saletra wapniowo-amonowa, nadtlenek wodoru, kwas azotowy, nitrometan, chloran potasu, nadchloran potasu, chloran sodu, roztwór azotanu amonu mocznika. Grupa B obejmuje chemikalia takie jak azotan wapnia, kwas chlorowodorowy, azotan potasu, nadmanganian potasu, azotan sodu, siarka, kwas siarkowy, mocznik, cynk (proszek). Grupa C to nadchloran amonu, trisiarczek antymonu, heksamina, magnal (proszek), magnez (proszek), pentaerytrytol, fenol, azotyn potasu (Hotchkiss, 2018, s. 11).

Nowe technologie – ogólna charakterystyka i potencjał wybranych rozwiązań

Nowe technologie (*new technologies*) to nowe rozwiązania (metody, systemy, urządzenia), które są wynikiem wykorzystania wiedzy naukowej do celów praktycznych. Określenie „nowe" jest zależne najczęściej od kontekstu lub środowiska, w jakim są one opisywane, ale w niektórych źródłach można dopatrywać się prób generalizacji i narzucania sposobu myślenia o tym, co jest już nowe, a co nie jest. Nowe technologie znalazły już wiele zastosowań w różnych branżach, ponieważ zostały przetestowane i przeanalizowane. Jednak nie zastąpiły jeszcze całkowicie tradycyjnych rozwiązań. Do nich zaliczamy technologie mobilne (*mobile technologies*), chmurę obliczeniową, uczenie maszynowe (*Machine Learning* – ML) oraz internet rzeczy (*Internet of Things*). Warto dodać, że w literaturze funkcjonuje również określenie „powstające technologie" (*emerging technologies*). Do nich zalicza się: *blockchain* (technologia rejestru rozproszonego), druk 3D (wytwarzanie przyrostowe – *additive manufacturing*), rzeczywistość rozszerzoną (*Augmented Reality* – AR) oraz komputery kwantowe (Poniewierski, n.d.). W innym ujęciu nowe technologie obejmują: internet rzeczy, Big Data, sztuczną inteligencję, uczenie maszynowe (Sader et al., 2022), a powstające technologie – synergię rzeczywistości wirtualnej (VR), rozszerzonej (AR) oraz mieszanej (MR), a także *Multimedia Big Data*, druk 3D, projektowanie przyrostowe (Kumar et al., 2021). Jest to oczywiście jedna z propozycji podziału, przyjęte klasyfikacje i różne punkty widzenia bywają jednak problematyczne, gdyż typologie szybko ulegają dezaktualizacji. Obok tych pojęć pojawiają się jeszcze *disruptive technologies*, czyli rewolucyjne technologie, jednak najbardziej powszechne pojęcie to właśnie nowe technologie[7].

[7] Na podstawie wyszukiwanych przez Google pojęć: *new technologies* – ok. 11 130 000 000 wyników (0,46 s); „nowe technologie" – ok. 41 600 000 wyników (0,37 s); *emerging technologies* – ok. 517 000 000 wyników (0,52 s); „powstające technologie" – ok. 10 900 000 wyników (0,41 s); *disruptive technologies* – ok. 129 000 000 wyników (0,38 s); „rewolucyjne technologie" – ok. 13 300 000 wyników (0,39 s). Data badania: 22.03.2023 r.

W podrozdziale wyjaśniono pojęcia związane z nowymi technologiami, przedstawiono niuanse związane z definiowaniem tych technologii, a także przybliżono najnowsze zagadnienia dotyczące ich rozwoju i perspektyw dla szkoleń CBRN.

Wirtualna rzeczywistość

Rzeczywistość wirtualna wciąż jest przedmiotem innowacyjnego myślenia i nowych zastosowań technologii. Ma ona jednak wiele znaczeń. W takim ogólnym ujęciu wirtualna rzeczywistość to środowisko, które ujmuje wszystkie technologie generujące w pełni sztuczne otoczenie. Może obejmować poziomy immersji, które uwzględniają cechy obecności zgodnie ze zmysłami użytkownika (użytkowników), którego mają celowo „oszukiwać" (Kardong-Edgren et al., 2019). Inna definicja stanowi, że jest to rzeczywistość generowana komputerowo, która pozwala osobie uczącej się lub grupie uczących się doświadczać różnych bodźców słuchowych i wzrokowych. Tej rzeczywistości można doświadczyć za pomocą specjalistycznych okularów i słuchawek (Committee, 2016, s. 47). VR uwzględnia również pojęcia „obecności" i „teleobecności", które odnoszą się do poczucia przebywania w środowisku generowanym odpowiednio środkami naturalnymi lub zapośredniczonymi (czyli z wykorzystującymi dowolnie techniczne medium do transmisji w czasie i przestrzeni). Teleobecność definiuje się jako „obecność indukowaną przez medium", która jest osiągana poprzez wyrazistość (bogactwo sensoryczne) i interaktywność (zdolność do wpływania) otoczenia (Steuer, 1992, s. 72). Innym ważnym pojęciem w odniesieniu do VR jest immersja, inaczej zanurzenie, zdefiniowane przez Steuera jako zdarzenia sensomotoryczne dostępne w wirtualnym środowisku (Steuer, 1992). Definiując VR, słownik internetowy Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych wykorzystuje pojęcie immersji. Według tego słownika jest to interaktywne środowisko pozwalające uczestnikowi patrzeć na otoczenie i poruszać się po nim, wzmacniając efekt zanurzenia. Środowisko to ujmowane jest również jako świat wirtualny (Department of Defense, 2014b). Warto nadmienić, że definicja ta nie akcentuje wąskich aspektów, takich jak doświadczanie wzrokowe i słuchowe, a obecnie można również doświadczać rzeczywistości poprzez zapach (Cheok, Karunanayaka, 2018). Obok doznań wzrokowych i słuchowych immersja oraz poruszanie się w takim środowisku są istotne dla nowoczesnych szkoleń CBRN, w których projektowane są aktywności motoryczne.

Warto zaznaczyć, że obok pojęcia „wirtualna rzeczywistość" w literaturze przedmiotu pojawia się inne pojęcie – środowisko syntetyczne. Według standardu IEEE[8] P1278.1 środowisko syntetyczne to zintegrowany zestaw danych definiują-

[8] IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Instytut Inżynierii Elektrycznej i Elektroniki) to największa na świecie profesjonalna organizacja techniczna poświęcona rozwojowi technologii dla dobra ludzkości.

cych środowisko, w którym działa dana aplikacja symulacyjna. Elementy danych obejmują informacje m.in. o początkowym i kolejnych stanach terenu, w tym o cechach kulturowych oraz warunkach atmosferycznych i oceanograficznych podczas ćwiczenia. Środowisko syntetyczne znane jest również pod popularnym pojęciem – wirtualny świat (IEEE Standard Association, 2012).

Wirtualna rzeczywistość jest kolejnym krokiem do przezwyciężenia ograniczeń czasoprzestrzennych w zakresie komunikacji. Na platformach 3D użytkownik przybiera postać awatara, wirtualnego ego, i może komunikować się z innymi osobami-awatarami. Może tworzyć własne środowisko 3D, które udostępniane jest innym użytkownikom, lub odwrotnie – ograniczać kontakty z innymi (np. z powodu zapewnienia komfortu użytkowania danego miejsca przez konkretną grupę). Użytkownik platformy 3D może teleportować się pomiędzy światami, nawiązywać nowe znajomości, zwiedzać lokalizacje będące często odwzorowaniem realnych miejsc czy podejmować aktywność edukacyjną w czasie rzeczywistym z innymi osobami lub indywidualnie.

Należy dodać, że do dziś toczy się spór o zakres tego, co należy uznać za wirtualną rzeczywistość, w szczególności w odniesieniu do filmów i obrazów 360°, które przez jednych są uważane za rozpoznawalną technologię, zwaną mediami immersyjnymi, a przez innych za podrzędną kategorię wirtualnej rzeczywistości. Spór dotyczy głównie tego, co jest rozumiane jako środowisko komputerowe, a w szczególności – czy postrzeganie poziomu interakcji jako treści 360°, które umożliwia interakcję z systemem, ale nie z samym środowiskiem, spełnia to kryterium.

Rzeczywistość wirtualna może być prezentowana za pomocą prostych urządzeń, np. małych wyświetlaczy umieszczonych przed oczami obserwatora (systemy nagłowne: *Head Mounted Display* – HMD), ale również w specjalnych instalacjach, infrastrukturach lub pomieszczeniach, w formie jaskini wirtualnej, w których wyświetlany jest obraz 3D, często wzbogacany dźwiękiem. W przypadku takich instalacji zachowanie użytkownika obserwowane jest przez urządzenia śledzące, a zsynchronizowany obraz wyświetlany jest z perspektywy obserwatora na ścianach pomieszczenia – „jaskini". Projektowanie i instalacja CAVE to zagadnienia wpisujące się w rozwój technologii immersyjnych (Mazikowski, Lebiedź, 2014).

Aktualnie dostępnych jest wiele platform VR, począwszy od najbardziej znanej o nazwie Second Life[9] (Boellstorff, 2015), a w wersji udoskonalonej – pod nazwą Sansar (Gawlik-Kobylińska, Maciejewski, 2019), poprzez VoRtex (Jovanović, Milosavljević, 2022), po najnowsze produkty wschodzące w ramach projektu Metaverse. Warto zaznaczyć, że Metaverse jest nagłośnionym medialnie i jednym z najnowszych pomysłów prezesa Facebooka, Marka Zuckerberga, w zakresie komunikacji

[9] Second Life – darmowy wirtualny świat, udostępniony publicznie w 2003 r. przez firmę Linden Research, Inc., mieszczącą się w San Francisco.

i wirtualnej rzeczywistości. To nowa generacja internetu lub kolejna ewolucja więzi społecznych. Według tego pomysłu w niedalekiej przyszłości będzie gotowa przestrzeń wykorzystująca wirtualną i rozszerzoną rzeczywistość do tworzenia miejsc spotkań czy wykonywania określonych aktywności (np. aktywność fizyczna w różnorodnych dyscyplinach sportowych). Użytkownicy będą mogli wykonywać czynności, które są domeną nie tylko internetu, ale także realnego świata. Metaverse jest rozumiane zatem jako uniwersum postrzeczywistości, wieczne i trwałe środowisko wielu użytkowników, łączące rzeczywistość fizyczną z wirtualnością cyfrową. Pojęcie „Metaverse" po raz pierwszy zostało zdefiniowane przez Neala Spethensona w 1992 r. jako trójwymiarowa wirtualna przestrzeń, wykorzystująca metaforę świata rzeczywistego, w której ludzie, jako programowalne awatary, wchodzą w interakcję ze sobą i z agentami oprogramowania (Grimshaw, 2014, s. 702). Początkową iteracją Metaverse była sieć wirtualnych światów, w których awatary mogły się między nimi teleportować. Obecnie Metaverse składa się z platform VR społecznościowych, które niezwykle angażują użytkownika, m.in. dlatego, że są kompatybilne z masowymi grami wideo online (dla wielu graczy) oraz otwartymi światami gier i przestrzeniami współpracy AR (Mystakidis, 2022).

Zastosowane technologie zapewniają multisensoryczne doświadczenia, a także umożliwiają zanurzenie w rzeczywistości cyfrowej. Metaverse umożliwia bezproblemową, „ucieleśnioną" komunikację użytkownika w czasie rzeczywistym i dynamiczne interakcje z cyfrowymi artefaktami. Użytkownicy Metaverse mogą prowadzić różnego rodzaju aktywności, np. związane z edukacją (Hwang, Chien, 2022), sprzedażą (Swilley, 2016) czy reklamą (Kim, 2021). Środowisko to może być zintegrowane z akcesoriami ubieralnymi (Maier et al., 2020), sieciami neuronowymi (Siyaev, Jo, 2021) czy mikroukładami elektromechanicznymi (*microelectromechanical systems* – MEMS) (Le et al., 2022). „Bramą do przestrzeni Metaverse" mają stać się inteligentne okulary (Cyganek, 2021). Dzięki nim kontakty międzyludzkie w świecie wirtualnym będą bardziej namacalne i wielowymiarowe niż do tej pory. Kolejnym ważnym elementem Metaverse jest *lifelogging* (Liu et al., 2021), czyli codzienna rejestracja, podobnie jak w mediach społecznościowych: na Twitterze, Instagramie czy Tik Toku. W Metaverse kluczowym elementem jest awatar, cyfrowy model użytkownika, który podąża w świecie wirtualnym za użytkownikiem będącym w prawdziwym świecie. Historycznie awatary były idealizowane i pozwalały projektować profile o pożądanych cechach, które mogły odgrywać rolę protagonisty w wirtualnym świecie. Ale dzisiaj Metaverse może również współpracować z urządzeniami, które przechwytują wrażenia ze świata fizycznego i przesyłają je bezpośrednio do wirtualnego awatara (Kegel et al., 2020). W przyszłości Metaverse może być wzbogacony o narzędzia obsługujące technologię haptyczną. Jednak czy takie rozwiązanie się przyjmie, pokaże nadchodząca rewolucja technologiczna.

Jak można zauważyć, platforma ta staje się wyznacznikiem nowego rozumienia wirtualnej rzeczywistości. Nowe funkcjonalności tak zaprojektowanego środowiska przyczyniają się do przedawnienia wielu definicji VR, a także do rozmycia takich pojęć, jak AR oraz MR. Warto podkreślić, że przyjęta przez autorkę definicja za Departamentem Obrony Stanów Zjednoczonych na razie nadal wpisuje się w rozwijaną technologię Metaverse.

Rzeczywistość rozszerzona

Rzeczywistość rozszerzona to rodzaj rzeczywistości wirtualnej, w której syntetyczne bodźce są rejestrowane i nakładane na obiekty świata rzeczywistego; często używane do wyświetlenia informacji, które nie są dostrzegalne w realnym świecie za pomocą zmysłów (Department of Defense, 2014a). Inaczej mówiąc, jest to technologia, która uzupełnia świat rzeczywisty wirtualnymi (generowanymi komputerowo) obiektami, które wydają się współistnieć w tej samej przestrzeni co świat rzeczywisty. Zatem w VR środowisko jest całkowicie syntetyczne, natomiast w AR na obraz rzeczywistości nakładane są generowane komputerowo obrazy i informacje. W podobny sposób AR definiuje Berryman, według którego rzeczywistość rozszerzona to technologia nakładania cyfrowych informacji na obiekty lub miejsca w świecie rzeczywistym w celu wzbogacenia doświadczeń użytkownika (Berryman, 2012, s. 211), kładąc nacisk na dodatkowe doznania lub informacje. Technologia AR może być stosowana wewnątrz (w pomieszczeniach) lub na zewnątrz (w przestrzeni otwartej), w systemie statycznym lub dynamicznym. W systemie statycznym można np. nakierować kamerę internetową na obiekt i przy użyciu oprogramowania AR „nanieść" dodatkowy obraz, który jest widoczny na ekranie monitora. Natomiast w systemie dynamicznym, który uwzględnia czujniki ruchu, kamera nakierowana jest na poruszający się obiekt, a naniesiona na ten obiekt „wirtualna powłoka" przedstawia dodatkowe informacje lub obrazy na ekranie komputera lub telefonu (Dejnaka, 2012). AR może być doświadczana za pomocą urządzeń, takich jak wcześniej wspominane wyświetlacze HMD, jak również za pomocą wyświetlaczy przenośnych i wyświetlaczy przestrzennych.

Mówiąc o AR, należy wspomnieć o przestrzennej rzeczywistości rozszerzonej (*Spatial Augmented Reality* – SAR), generowanej dzięki wyświetlaczom przestrzennym. W tej technologii wykorzystuje się m.in.: projektory wideo, elementy optyczne, hologramy, znaczniki częstotliwości radiowych i inne technologie śledzenia do wyświetlania informacji graficznych bezpośrednio na obiektach fizycznych bez konieczności noszenia wyświetlacza przez użytkownika. SAR integruje urządzenia techniczne z otoczeniem. Wyświetlacze przestrzenne w naturalny sposób umożliwiają współpracę między użytkownikami i z tego powodu cieszą się zainteresowaniem społeczności uniwersyteckich (Thees et al., 2020), personelu muzealnego (Maniello, 2018) czy artystów (Chevalier, Kiefer, 2020).

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w rozwoju urządzeń wejściowych/interfejsów do systemów AR, co powoduje, że wzrasta immersja oraz intuicyjność ich obsługi. Na rynku dostępne są różnorodne urządzenia tego typu, np. rękawice, bezprzewodowe opaski na rękę czy wręcz specjalna odzież. W przypadku smartfonów sam telefon może służyć jako urządzenie wskazujące, np. Google Sky Map na telefonie z Androidem wymaga, aby użytkownik skierował swój telefon w kierunku gwiazd lub planet, których nazwę chce poznać (Carmigniani et al., 2011). Warto wspomnieć, że systemy rzeczywistości rozszerzonej mogą współpracować z technologiami śledzenia, takimi jak mechaniczna, magnetyczna, GPS, ultradźwiękowa, bezwładnościowa oraz optyczna (Carmigniani et al., 2011; Yi-bo et al., 2008).

Systemy rozszerzonej rzeczywistości można podzielić na pięć kategorii: stacjonarne systemy wewnętrzne (przeznaczone np. dla rozrywki i edukacji), stacjonarne systemy zewnętrzne (stosowane np. w reklamie), mobilne systemy wewnętrzne (np. medyczne), mobilne systemy zewnętrzne oraz mobilne systemy wewnętrzne i zewnętrzne (np. do zastosowań wojskowych). Aby wdrażane systemy odniosły sukces na rynku, projektanci muszą wziąć pod uwagę fakt, że urządzenie musi być akceptowane społecznie, naturalne w interakcji i modne (Carmigniani et al., 2011). Jeśli interakcja między użytkownikiem a urządzeniem jest nienaturalna, to przedmiot będzie się wydawał niewygodny w użyciu, zwłaszcza w miejscach publicznych. W zakresie najnowszych trendów już dzisiaj projektanci unikają używania niestylowych wyświetlaczy montowanych na głowie na korzyść akceptowalnych opasek na nadgarstek do obsługi telefonu. Przemawiają za tym również względy higieniczne. Zaznaczyć należy, że wielu badaczy rozszerza definicję AR poza standardowe nakładanie wirtualnych elementów graficznych na obraz rzeczywisty. Dla przykładu, Azuma i współautorzy definiują system AR jako mający następujące właściwości: łączy obiekty rzeczywiste i wirtualne w rzeczywistym środowisku; działa interaktywnie w czasie rzeczywistym, integrując obiekty rzeczywiste i wirtualne (Azuma et al., 2001, s. 34). Pojawia się zatem element interakcji, który może być inicjowany za pomocą realnego przedmiotu, który może posłużyć do podnoszenia, przenoszenia, upuszczenia lub niszczenia modeli 3D. Jednak według wielu autorów dodanie elementu interakcji stanowi o tym, że mamy do czynienia już z rzeczywistością mieszaną, a nie rozszerzoną. Rozwiązanie tego dylematu pojawia się w opiniach innych badaczy, którzy twierdzą, że AR to „technologia, która oferuje interaktywne doświadczenia poprzez nakładanie wirtualnych elementów na postrzeganie rzeczywistości przez użytkownika i umożliwia interakcję z nimi w czasie rzeczywistym" (Barreto et al., 2022). Jednak takie ujęcie AR jest bardziej adekwatne do opisu rzeczywistości mieszanej, która zostanie omówiona w kolejnym punkcie. Dylemat pojawia się również podczas stosowania akcesoriów, np. okularów. Na przykład, Microsoft Hololens lub Magic Leap mogą być definiowane przez pryzmat rzeczywistości mieszanej, chociaż są jednocześnie uważane za element rzeczywistości rozszerzonej (Immersion.fr, b.d.).

Należy uzupełnić, że istnieje jeszcze rozróżnienie na rzeczywistość rozszerzoną oraz rozszerzoną wirtualność. Rozszerzona rzeczywistość polega na dodawaniu treści cyfrowych w środowisku rzeczywistym, podczas gdy rozszerzona wirtualność polega na dodawaniu treści fizycznych w środowisku wirtualnym. Obydwa te terminy przynależą do kategorii rzeczywistości mieszanej, która obejmuje szeroki zakres technologii, od rozszerzonej rzeczywistości (AR) do rozszerzonej wirtualności (AV) (Immersion.fr, b.d.).

Omawiane niuanse dotyczące AR skłaniają autorkę do przyjęcia definicji prezentowanej przez Departament Obrony Narodowej Stanów Zjednoczonych, że w tego rodzaju rzeczywistości syntetyczne bodźce są rejestrowane i nakładane na obiekty świata rzeczywistego. Definicja ta jest uniwersalna i nie zawiera istotnych ograniczeń.

Rzeczywistość mieszana

Pierwsza definicja terminu „rzeczywistość mieszana" (*Mixed Reality* – MR) pochodzi z 1994 r. i została zaproponowana przez Milgrama i Kishino. Według tych autorów przedstawiona jest ona jako „mieszanka obiektów rzeczywistych i wirtualnych na jednym wyświetlaczu (Milgram, Kishino, 1994). Jednak od tego czasu zastosowanie rzeczywistości mieszanej wykroczyło znacznie poza wyświetlacz i obejmuje np. śledzenie rąk, śledzenie wzroku, sterowanie głosem, dźwięk przestrzenny, lokalizacje i pozycjonowanie w przestrzeni fizycznej i wirtualnej, współpracę w zakresie wykorzystania zasobów 3D w przestrzeniach rzeczywistości mieszanej (Microsoft, 2022). Według *Słownika komputerowego TechLib* rzeczywistość mieszana łączy aspekty VR i AR. W AR „użytkownik nie może bezpośrednio wchodzić w interakcje z wirtualnymi obiektami. Na przykład AR ma możliwość wyświetlania wirtualnego pudełka 3D na fizycznym stole. Dzięki MR użytkownik może podnieść i otworzyć pudełko" (TechLib, b.d.). Nie jest to jednak definicja spójna z ujęciem zaprezentowanym we wcześniejszej sekcji na temat rzeczywistości rozszerzonej, według którego AR działa interaktywnie w czasie rzeczywistym. Z powodu tych nieścisłości wielu autorów postrzega MR jako synonim AR (Speicher et al., 2019). Nie ma zatem jednoznacznej definicji MR. Jedną z najnowszych prób ujednolicenia tego terminu jest propozycja Speichera, Halla i Nebelinga (2019). Autorzy wskazali siedem wymiarów, które stanowią ramy do jednoznacznej klasyfikacji MR. Są to:

(1) liczba środowisk (fizycznych i wirtualnych);

(2) liczba użytkowników (związanych ze współpracą);

(3) poziom immersji (jak mocno zanurzony czuje się użytkownik w świat cyfrowy);

(4) poziom wirtualności (jak dużo treści cyfrowych, niezależnie od tego, czy ograniczają się do określonego zmysłu, postrzega użytkownik);

(5) stopień interakcji (niejawny, np. chodzenie po wirtualnym obiekcie zarejestrowanym w przestrzeni, lub jawny, podczas której celowo dostarczane są dane wejściowe, np. żeby manipulować sceną MR);

(6) wejście (*input*) (dotyczy danych wejściowych, takich jak ruch, (geo)lokalizacja, obecność innych uczestników – wszystko, co czujniki mogą śledzić; dane te są wykorzystywane do informowania o doświadczeniu MR);

(7) wyjście (*output*) (uwzględnia wyjście do jednego lub więcej zmysłów użytkownika w celu zmiany ich percepcji; może obejmować wzrok, dźwięk, dotyk, smak, zapach, a także wszelkie inne bodźce i modalności sensoryczne, takie jak temperatura, równowaga itp.) (Speicher et al., 2019, s. 10).

Jeszcze inni autorzy uważają, że rzeczywistość mieszana jest bardzo złożonym pojęciem: to nadrzędny termin określający różnorodne technologie w ciągłym spektrum pomiędzy dwoma biegunami rzeczywistości i wirtualności, a dobrze znane warianty technologii MR to rzeczywistość wirtualna i rzeczywistość rozszerzona (Yepes-Serna et al., 2021). Z pewnością problemy definicyjne będą w przyszłości bardziej złożone, chociażby ze względu na pojawianie się coraz to nowszych rozwiązań, np. okularów poszerzonej, wirtualnej, mieszanej rzeczywistości firmy Apple, które będą łączyły świat cyfrowy z rzeczywistością. Docelowo mogą nawet zastąpić iPhone'a. Do obsługi okularów będą wykorzystywane gesty, które umożliwią interakcję z treściami. W okularach mają pojawić się cztery sensory 3D, dzięki czemu będą one lepiej rozpoznawać ruch i głębię (Grabiec, 2021). W tym nurcie jedna z najnowszych definicji MR określa ją jako „połączenie przestrzeni rzeczywistej i wirtualnej oraz sztucznej interakcji w świecie rzeczywistym i wirtualnym" (Zhang et al., 2022). Na potrzeby niniejszej pracy przyjęto tę ostatnią definicję MR, gdyż jest ona najbardziej pojemna i ukierunkowana na rozwijanie tej technologii.

Sztuczna inteligencja

Terminu tego użył po raz pierwszy Alan Turing, który jest często nazywany „ojcem informatyki". Później pojęcie zdefiniował John McCarthy, w 1956 r. Pojęcie „sztuczna inteligencja" to nauka i inżynieria tworzenia inteligentnych maszyn, zwłaszcza inteligentnych programów komputerowych. Wiąże się z wykorzystaniem komputerów do zrozumienia ludzkiej inteligencji, choć sztuczna inteligencja nie musi ograniczać się do metod, które są biologicznie obserwowalne (Machinery, 1950; McCarthy, 2007). Współcześnie jest ona definiowana jako zdolność maszyny do naśladowania inteligentnego zachowania człowieka (Kumar, Mor, 2021), jako nauka i zestaw technologii, które są inspirowane tym, jak ludzie postrzegają, uczą się, myślą logicznie i działają poprzez swój układ nerwowy i ciało (Stamova, Draganov, 2020), a także jako zrozumienie mentalności człowieka i próba opracowania

operacji komputerowych, które mogą prezentować podobną mentalność (Kaptanoğlu, 2020). Repertuar definicji AI jest niezwykle szeroki i w zależności od ujęcia nakierowany na określone cechy. Jednak zwykle wspólnym mianownikiem jest człowiek i jego inteligentne zachowanie.

W ciągu ostatnich dwóch dekad w środowisku człowieka zaszły głębokie zmiany technologiczne, wspierane przez przełomowe technologie zarówno po stronie oprogramowania, jak i sprzętu. Dominującą cechą tych zmian jest integracja świata wirtualnego ze światem fizycznym poprzez internet rzeczy (IoT), a najnowszym osiągnięciem jest radykalna zmiana paradygmatu z „połączonych rzeczy" na „połączoną inteligencję". Obecnie sztuczna inteligencja jest bardziej dostępna niż kiedykolwiek. Produkty i usługi oparte na technologiach sztucznej inteligencji pojawiły się wokół nas i wywarły ogromny wpływ na codzienne życie. Zgodnie z przewidywaniami sztuczna inteligencja będzie stanowić jeden z filarów nowych rewolucji technologicznych (Jiang et al., 2022).

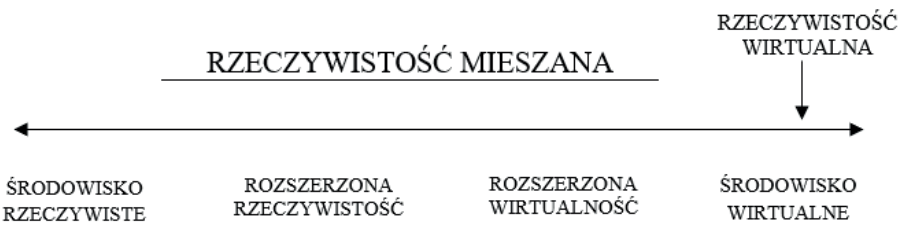
Z perspektywy 2022 r. najnowsze badania z wykorzystaniem sztucznej inteligencji będą dotyczyć: przekazywania emocji, doskonalenia przesyłania myśli (już dziś wykorzystywanego np. do sterowania egzoszkieletem), rejestracji wspomnień, regeneracji neuronów (np. do leczenia porażeń układu nerwowego), a nawet cyfryzacji ludzkiego mózgu. Dzisiaj sztuczna inteligencja uczy się, w jaki sposób siebie tworzyć (Heaven, 2021). Uwzględniając rozwój sztucznej inteligencji, jej coraz doskonalszą postać, na potrzeby niniejszej pracy przyjęto definicję (Kuman, Mor, 2021), że jest to „zdolność maszyny do naśladowania inteligentnego zachowania człowieka". Podobnie jak w poprzednich przypadkach definiowania VR, AR oraz MR jest to ujęcie bardzo pojemne i odnoszące się do celu AI samego w sobie, czyli stawania się coraz bardziej doskonałym na podobieństwo funkcjonowania istoty ludzkiej.

Ponieważ systemy sztucznej inteligencji rozwijają się szybko, a ilość danych pozyskiwanych i przetwarzanych oraz ich wykorzystanie w różnorodnych dziedzinach rosną w postępie geometrycznym, pojawia się pilna potrzeba podniesienia świadomości osób korzystających z jej dobrodziejstw. Możliwości tworzenia analiz predykcyjnych, indywidualizacji ścieżek rozwoju, edukacji, w tym identyfikacji luk kompetencyjnych, sterowania systemowego i kontroli działań to jedne z wielu możliwości sztucznej inteligencji, które są najczęściej wykorzystywane w różnych sektorach. Jednak zakres danych potrzebnych do działania systemów sztucznej inteligencji implikuje poważne zagrożenia związane m.in. z ochroną danych i prywatności. Wiele krajów niestety nie ustanowiło jeszcze wytycznych dotyczących etycznego wykorzystywania danych. Nie jest to jednak pierwszy przypadek, gdy technologia wyprzedza unormowania administracyjno-prawne. W dzisiejszych czasach koncepcja AI ma coraz większy wpływ na życie człowieka. Mając na uwadze rolę silników parowych w epoce pary, generatorów w epoce elektryczności i komputerów w epoce

informacji, sztuczna inteligencja staje się filarem technologii we współczesnej epoce i poza nią. Przyczynia się do rozwoju najnowocześniejszych technologii w wielu dziedzinach nauki jako pomocne narzędzie do przełomowych badań.

Ujęcie integracyjne

Nie sposób jednak nie spojrzeć na prezentowane zagadnienia z nieco innej perspektywy, przez pryzmat immersji – zanurzenia. Rzeczywistość wirtualna, rzeczywistość mieszana oraz rzeczywistość rozszerzona należą do grupy tzw. *immersive technologies* – technologii immersyjnych, czyli zanurzających użytkownika w syntetycznym środowisku. Korzysta z nich szerokie grono profesjonalistów, uczelni, firm, co jest istotne dla postępu technologicznego. Jak zauważono na przykładzie MR i AR, często zdarzają się problemy z rozróżnieniem tych pojęć, czasami są one źle rozumiane lub nawet niewłaściwie używane. Aby uniknąć nieporozumień, warto przytoczyć koncepcję Paula Milgrama i jego współpracowników, ukazującą liniową relację przestrzeni: realność (rzeczywiste środowisko) vs. wirtualność (Milgram et al., 1995). Podane kategorie należy rozważać jako spektrum, a nie oddzielne terminy. Model ten jest podstawą do klasyfikacji wszystkich zdefiniowanych systemów, w których występują dwa światy: rzeczywisty oraz wirtualny (rys. 1).



Rys. 1. Liniowa relacja przestrzeni: realność vs. wirtualność

Źródło: opracowanie własne.

Według Milgrama, Takemury, Utsumi oraz Kishino VR, MR i AR nie są rozdzielnymi i przeciwstawnymi sobie pojęciami, ponieważ co do istoty są częścią tej samej podstawowej koncepcji: kontinuum rzeczywistości-wirtualności (*Reality-Virtuality (RV) continuum*)[10]. Rozpoczynając od rzeczywistego środowiska – tak jest definiowany świat, który nas otacza – przechodzimy do rozszerzonej rzeczywistości (AR), rozszerzonej wirtualności (*Augmented Virtuality* – AV)[11], aby przejść do wirtualnej

[10] Jest to ciągła skala, od rzeczywistości całkowicie wirtualnej, wirtualnej i całkowicie realnej. Zawiera wszelkie możliwe odmiany i kompozycje obiektów rzeczywistych i wirtualnych.

[11] „Rzeczywistość może być rozszerzana o wirtualne elementy, a wirtualność o elementy rzeczywiste. Ten obszar wzajemnych relacji nazwany został rozszerzoną wirtualnością («augmented virtuality», w skrócie: AV)" (Sokół, 2015).

rzeczywistości. Rzeczywistość rozszerzona i wirtualność rozszerzona tworzą rzeczywistość mieszaną, a całość to kontinuum wirtualności (Milgram et al., 1995).

Oprócz ujęcia VR, AR, MR jako technologii immersyjnych oraz traktowania poszczególnych pojęć jako kontinuum warto zaznaczyć, że ostatnio te pojęcia ujęte razem stanowią tzw. *Extended Reality* – XR, tłumaczoną jako „rzeczywistość poszerzona" (nie „rozszerzona", jak AR). XR obejmuje technologie rzeczywistości wirtualnej, rzeczywistości rozszerzonej i rzeczywistości mieszanej, „niezależnie od tego, czy dostarczają dodatkowych informacji o rzeczywistym świecie, czy tworzą całkowicie nierealne, symulowane światy, których możemy doświadczać" (Kacprzak-Kalinowska, 2021, s. 134). Systemy XR pojawiają się w różnych dziedzinach, takich jak szkolenia, edukacja, bezpieczeństwo itp. Niosą one ze sobą wyzwania, takie jak wysokie koszty implementacji nowych technologii, ochrona danych osobowych i danych wrażliwych – gromadzą i przetwarzają ogromne ilości bardzo szczegółowych i osobistych danych, np. na co patrzymy i jakie wyrażamy przy tym emocje. Z drugiej strony istnieją opinie, że w perspektywie zakładającej korzystanie z XR łączenie i wykorzystywania zasobów światów cyfrowych/cyber/wirtualnych i fizycznych może przynieść istotne oszczędności czasu w różnych obszarach, w tym w szkoleniach (Doolani et al., 2020).

Sztuczna inteligencja jako czwarta omówiona kategoria bardzo często wspiera systemy VR, AR, MR, stosowane pojedynczo lub jednocześnie. Możliwe jest współdziałanie technologii immersyjnych ze sztuczną inteligencją, czego przykładem są zaawansowane technologicznie gry poważne[12] (Dyulicheva, Glazieva, 2022). W literaturze opisano również współdziałanie XR ze sztuczną inteligencją (Reiners et al., 2021). Rozwój i łączenie omówionych technologii stanowią elementy prac rozwojowych, które w pełni przyczyniają się do powstawania coraz to nowszych rozwiązań szkoleniowych.

Obok integracji różnych rozwiązań technologicznych niezwykle istotną kwestią staje się prowadzenie badań nad doświadczeniami użytkownika, tzw. *user experience*. Opracowywane nowe narzędzia edukacyjne, oprócz posiadania wyspecjalizowanych funkcji opartych na najnowocześniejszych rozwiązaniach, są wcześniej ustalane z przyszłymi użytkownikami, a następnie wśród nich testowane. Takie działania zainicjowano w projekcie pod nazwą Ecosystem for European Education Mobility as a Service: Model with Portal Demo, w skrócie eMediator[13]. W tym projekcie zainicjowano zbudowanie unikatowej platformy w chmurze, która łączyłaby

[12] Są to gry, których cel przekracza rozrywkę na rzecz budowania doświadczeń, refleksji, sprawdzenia wiedzy i umiejętności. Takie gry tworzą bezpieczną przestrzeń działania.

[13] Projekt realizowany jest z funduszy programu Erasmus+ (KA220-HED – Współpraca partnerska w szkolnictwie wyższym, umowa nr 2021-1-LV01-KA220-HED-000027571). Rozpoczął się w 2021 r. i jest realizowany przez Uniwersytet Łódzki (Polska), University of Ioannina (Grecja), University of Murcia (Hiszpania), Aalen University (Niemcy). Liderem projektu jest Instytut Transportu i Telekomunikacji w Rydze na Łotwie.

najnowocześniejsze dostępne rozwiązania technologiczne. Zaproponowano m.in. wykorzystanie sztucznej inteligencji, umożliwiającej dobór treści szkoleniowych na podstawie identyfikacji luk kompetencyjnych. Aby dotrzeć do szerokiej rzeszy odbiorców, postanowiono połączyć rozwiązania 2D i 3D. Dla szkoleń CBRN takie zaawansowane systemy jeszcze nie istnieją, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby dane środowisko zaadaptować do tego typu potrzeb. Takie rozwiązanie technologiczne wymagało badań interakcji człowiek – komputer. Wyniki badań prowadzonych na próbie 140 respondentów ukazały, że dla takich najnowszych rozwiązań integrujących wiele technologii ważne są treści zorientowane na nowości oraz motywujący przekaz. Ponadto zróżnicowane technologicznie działania są pozytywnie postrzegane przez użytkowników, co świadczy o ich otwartości na nowości oraz innowacje (Gawlik-Kobylińska et al., 2023; Misnevs et al., 2022). Zatem podczas tworzenia systemów bazujących na różnych technologiach należy uwzględniać tzw. czynnik ludzki, nie tylko samą technologię.

Integrując nowoczesne systemy informatyczne dla celów szkoleniowych, można ujmować je przez pryzmat modelu edukacji traktowanej jako usługi Education as a Service (EaaS). W tego typu podejściu do edukacji i szkoleń konieczne jest zapewnienie elastycznego podejścia do nauki. Musi być ono dopasowane do oczekiwań odbiorcy, niwelować formalne bariery, umożliwiać spersonalizowane uczenie się (Wasyluk et al., 2020, s. 62–63). Jest to ważne z uwagi na konieczność dopasowywania się do zmieniających się uwarunkowań (m.in. prawnych, generujących przyjmowanie określonych schematów postępowania) oraz potrzeb. Taka dynamika zmian generuje konieczność tworzenia określonej ścieżki szkolenia. Dlatego też w omawianym projekcie eMediator również promowany jest model edukacji jako usługi, w dodatku cyfrowej. Istnieją przesłanki do stworzenia takiego nowego typu podejścia edukacyjnego, które poprzez cyfrową integrację istniejących usług edukacyjnych mogłoby stworzyć jeden ekosystem pozyskiwania kompetencji na indywidualne zamówienie. Architektura systemu pogrupowana została funkcjonalnie na czterech poziomach, które tworzą ramy modelu EaaS: poziom pedagogiczny, poziom organizacyjny, poziom kompetencyjny, poziom technologiczny (Misnevs, Kabashkin, 2023).

Jak można zauważyć, nowe technologie, takie jak VR, AR, MR oraz AI, coraz częściej pełnią funkcję środowisk i narzędzi szkoleniowych; środowisk, które wymagają osobnych podejść oraz ujęcia w określony model. Bez względu na kwestie związane z ich definiowaniem i jednoznaczną kategoryzacją, a także ujęciem w postaci określonego systemu, modelu, mają one ogromny potencjał w zastosowaniu ich w obszarze CBRN. Na przykład, Stany Zjednoczone planują szkolenie w VR lub AR, w którym możliwa byłaby symulacja działań „w środowisku wojny nuklearnej na polu bitwy lub wykonywania obiektów zagrożenia radiologicznego w celu znalezienia i zablokowania operacji" (Łysoń, 2019). Wyzwaniem do realizacji takich

przedsięwzięć są najczęściej koszty, w tym przygotowanie instruktorów do pracy w nowym środowisku z innowacyjnymi narzędziami, a niejednokrotnie uzyskanie zgody przełożonych, zwłaszcza zwolenników szkoleń tradycyjnych i starych porządków. Świat zmierza ku rozwijaniu potencjału technologicznego, jednak należy zaznaczyć, że te technologie powinny być rozwijane ku dobru ludzi, a nie stanowić zagrożenie. Wiele nowych wynalazków to tzw. technologie podwójnego przeznaczenia, które łatwo można obrócić przeciwko człowiekowi. Aby temu zapobiec, odpowiednie komisje do spraw etyki badań powinny być szeroko zaangażowane w realizację prac B+R, a także brać udział w wytyczaniu kierunków przyszłych działań. Ważne jest również opracowanie zasad korzystania z nowych rozwiązań oraz uświadamianie realnych zagrożeń, co jest istotne dla szkoleń CBRN.

Podsumowanie

W niniejszym rozdziale przeanalizowano kluczowe pojęcia związane z zagrożeniami CBRN oraz nowymi technologiami.

Na potrzeby tej pracy przyjęto definicję zagrożeń CBRN autorstwa Sommario (2022, s. XI, XII), według której mogą się one wiązać z użyciem zakazanej broni zarówno przez podmioty państwowe, jak i niepaństwowe, z wykorzystywaniem środków CBRN do przestępstw na mniejszą skalę, awariami przemysłowymi związanymi z uwolnieniem substancji CBRN do środowiska oraz klęskami żywiołowymi lub innymi klęskami, jak globalna pandemia; to wszystkie sytuacje obejmujące zarówno zamierzone, jak i przypadkowe uwolnienie substancji CBRN (de Guttry et al., 2022, s. XI, XII). Rozpatrując je szczegółowo, wymienić należy zagrożenia:

– chemiczne, dotyczące niepożądanego kontaktu ludzi z niebezpiecznymi dla ich zdrowia i/lub życia substancjami chemicznymi, które często są trudne do identyfikacji;

– biologiczne – obejmujące patogeny żywe (np. bakterie) oraz chemiczne (toksyny/metabolity pochodzenia biologicznego), szkodliwe dla człowieka, zwierząt, roślin;

– radiologiczne – związane z rażącym działaniem na organizmy żywe uwolnionych materiałów radioaktywnych;

– jądrowe – wynikają z czynników rażenia broni jądrowej (w wyniku reakcji rozszczelnienia i syntezy) oraz katastrof instalacji jądrowych.

W zakresie nowych technologii dla VR i AR przyjęto pojęcia zdefiniowane w internetowym słowniku Departamentu Obrony Stanów Zjednoczonych (2014a): gdzie VR – świat wirtualny to interaktywne środowisko pozwalające uczestnikowi patrzeć na otoczenie i poruszać się po nim, wzmacniając efekt zanurzenia; natomiast w AR świat rzeczywisty uzupełniany jest wirtualnymi (generowanymi komputerowo) obiektami, które wydają się współistnieć w tej samej przestrzeni. Syntetyczne

bodźce są rejestrowane i nakładane na obiekty świata rzeczywistego. Dla MR, jako połączenia przestrzeni rzeczywistej i wirtualnej oraz sztucznej interakcji w świecie rzeczywistym i wirtualnym, wykorzystano definicję Zhanga i współautorów (2022), a określając AI, przyjęto, że jest to zdolność maszyny do naśladowania inteligentnego zachowania człowieka (Kumara, Mor, 2021).

Zdefiniowanie w pracy kluczowych pojęć jest niezwykle istotne, ponieważ przyjęcie określonej perspektywy implikuje sposób analizy zagadnień. W przeciwnym wypadku rodzą się trudności interpretacyjne. Z tego powodu wyjaśniono niuanse pojęciowe, kierując się nie tylko aktualnością i ważnością podejmowanych zagadnień, ale również pojemnością danego pojęcia. Ta ostatnia kwestia jest ważna przede wszystkim z punktu widzenia rozwoju nowych technologii, gdzie powoli granice między pojęciami zacierają się i trzeba przyjmować inną perspektywę myślenia.

Rozdział 2.

Uwarunkowania prawno-instytucjonalne dla realizacji szkoleń CBRN oraz nadchodzące trendy technologiczne

Szkolenia z obszaru zagrożeń CBRN mają swoją specyfikę, która wymaga norm, uregulowań, a także rozwoju wyspecjalizowanych centrów szkolenia. Jednocześnie tworzone są dokumenty określające pożądane kierunki badań z obszaru bezpieczeństwa i obronności, omawiające trendy technologiczne oraz priorytety w zakresie rozwijania nowych technologii. Dlatego oprócz przedstawienia obecnych uwarunkowań prawno-instytucjonalnych należy odnieść się do przyszłości, czyli do nadchodzących trendów, które będą kształtować nowe otoczenie człowieka. Tworzenie specjalistycznych dokumentów regulujących sposoby szkolenia oraz powoływanie i utrzymywanie specjalistycznych centrów ukazują ważność tematyki szkoleń CBRN. Natomiast nakierowanie na przyszłość antycypuje zagrożenia związane z coraz to bardziej wysublimowanymi atakami CBRN.

Dlatego w tym rozdziale, oprócz omówienia dokumentów krajowych i zagranicznych oraz przeglądu centrów szkolenia, zostały przeanalizowane kluczowe publikacje opisujące trendy technologiczne, które będą miały wpływ na szkolenia CBRN.

Zasady prowadzenia szkoleń z zakresu ochrony przed zagrożeniami CBRN w oparciu o krajowe i międzynarodowe dokumenty normatywne

Gotowość do podjęcia zadań warunkowana jest m.in. przeszkoleniem, którego planowanie oraz sposób realizacji ujęto w licznych dokumentach na poziomie krajowym, Unii Europejskiej i NATO. W Polsce jednym z ważniejszych dokumentów jest wprowadzona do działalności służbowej *Doktryna Szkolenia Sił Zbrojnych*

Rzeczypospolitej Polskiej DD/7(A), która opisuje, jak powinien być zorganizowany i funkcjonować system szkolenia, aby zapewnić właściwy poziom wyszkolenia Sił Zbrojnych RP do realizacji misji/zadań (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2010a). Dokument ten normuje system szkolenia i zasadnicze obszary procesu szkolenia. Ustala sposób prowadzenia szkolenia oraz precyzuje zadania szkoleniowe na poszczególnych poziomach dowodzenia. Określa uprawnienia i odpowiedzialność poszczególnych szczebli dowodzenia za przygotowanie dowództw, sztabów i wojsk do działania zgodnie z przeznaczeniem. Innym ważnym dokumentem jest *Instrukcja o przygotowaniu i prowadzeniu ćwiczeń z dowództwami, sztabami i wojskami w Siłach Zbrojnych RP DD/7.1.1 (a)* z 2010 r., która ma na celu systemowe unormowanie procesu przygotowania i prowadzenia ćwiczeń. W instrukcji wskazano, że ćwiczenia są zasadniczym ogniwem kompleksowego systemu szkolenia. Instrukcja opisuje takie zagadnienia, jak: typy, formy i rodzaje ćwiczeń, metodyczne zasady ćwiczeń, przygotowanie i prowadzenie ćwiczeń, zadania kierownictwa, a także sprawozdawczość w aspekcie omówienia i oceny ćwiczeń (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2010b). Kolejny dokument dotyczący oceny procesu szkolenia to *Zbiór norm szkoleniowych dla żołnierzy i pododdziałów wojsk chemicznych* (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013c). Normy umożliwiają obiektywną ocenę osobom funkcyjnym i kontrolującym, a dzięki obowiązywaniu w całych Siłach Zbrojnych również jednolitą ocenę stopnia wyszkolenia żołnierzy i pododdziałów wojsk chemicznych. Należy wymienić w tym miejscu *Instrukcję o szkoleniu z obrony przed bronią masowego rażenia w Siłach Zbrojnych RP*, która zawiera zespół norm i zasad oraz wskazówek metodycznych, dotyczących procesu szkolenia z OPBMR w takich obszarach, jak przygotowanie i doskonalenie kadry zawodowej oraz szkolenie dowództw, sztabów i wojsk, a w tym także rezerw osobowych (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2021). Zapisano w niej również, że jednym z tematów, który powinien być omówiony w czasie szkolenia po mobilizacyjnym rozwinięciu, jest sprawdzanie szczelności i dopasowanie masek przeciwgazowych. To niezwykle ważne przedsięwzięcie, potwierdzające dopasowanie i skuteczność środków ochrony dróg oddechowych, organizuje się i przeprowadza w ramach: szkolenia programowego z przedmiotu OPBMR dla pododdziałów zawodowych; szkolenia doskonalącego dla dowództw i sztabów (w zależności od potrzeb); szkolenia taktycznego i osiągania wyższych stanów gotowości bojowej. Realizację takich zajęć reguluje i opisuje w szczegółach *Instrukcja sprawdzenia szczelności i dopasowania masek przeciwgazowych* (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2015). Należy uzupełnić, że pozostałe, zasadnicze treści dydaktyczne stanowiące minimum wiedzy i umiejętności każdego żołnierza dotyczą: posługiwania się sprzętem i środkami ochrony przed skażeniami stanowiącymi indywidualne wyposażenie; działania po osiągnięciu terenu skażonego i w terenie skażonym; działania na sygnał uprzedzenia o zagrożeniu skażeniami i alarmu o skażeniach; wykorzystania właściwości ochronnych sprzętu bojowego i infrastruktury

terenowej w celu ochrony przed czynnikami oddziaływania broni masowego rażenia i toksycznych środków przemysłowych (Dowództwo Wojsk Lądowych, 2000; Szerszeń, 2016).

Dokumentem pomocniczym do planowania i zabezpieczenia materiałowo-technicznego procesu szkolenia pododdziału w cyklu szkolenia jest *Wsparcie i zabezpieczenie procesu szkolenia pododdziałów zawodowych Wojsk Chemicznych* (Dowództwo Wojsk Lądowych, 2010). Jest on przeznaczony dla dowódców pododdziałów zawodowych Wojsk Chemicznych. Na jego podstawie nalicza się środki bojowe, pozoracji pola walki i pozostałe materiały techniczne do zabezpieczenia szkolenia. Oczywiście danymi wyjściowymi do takich kalkulacji są: otrzymane zadanie szkoleniowe z uwzględnieniem realizacji przedsięwzięć szkoleniowych wynikających z rozkazów i wytycznych przełożonych oraz stanu wyszkolenia pododdziału. Planowanie prowadzi się w oparciu o: program szkolenia, programy strzelań, metodyki szkolenia z poszczególnych przedmiotów, instrukcje eksploatacyjne sprzętu, przydzielone obiekty szkoleniowe, a przede wszystkim limit środków bojowych, pozoracji pola walki i materiałowo-technicznych przydzielony do szkolenia w danym roku szkoleniowym. Należy zauważyć, że środki pozoracji pola walki i pozostałe materiały techniczne do zabezpieczenia szkolenia obejmują przede wszystkim środki bojowe, np. w postaci amunicji oświetleniowej, ślepej, petard, granatów dymnych czy łzawiących. W dokumencie brakuje natomiast nowoczesnych środków pozoracji skażeń chemicznych, biologicznych i promieniotwórczych oraz ćwiczebnych/szkoleniowych pakietów i środków do likwidacji tych skażeń. Zupełne kuriozum stanowi fakt, że w Wojsku Polskim, a w szczególności w wojskach chemicznych, nie ma treningowych wersji odzieży ochronnej. Co prawda w ostatnich latach pojawiają się pojedyncze propozycje sprzętu i materiałów do pozoracji skażeń, jednak ciągle brakuje kompleksowego rozwiązania tej kwestii, szczególnie w obliczu dużej różnorodności wprowadzanego do służby sprzętu. Innym dokumentem pomocniczym jest *Poradnik metodyczny do szkolenia żołnierzy i pododdziałów z obrony przed bronią masowego rażenia*. Choć nie jest to dokument normatywny, stanowi zalecenia i propozycje dotyczące celów szkolenia, zagadnień szkoleniowych oraz wskazówek organizacyjno-metodycznych realizacji poszczególnych tematów, które mogą być użyteczne dla prowadzących szkolenie w czasie ich przygotowywania, organizowania i prowadzenia. Poradnik przeznaczony jest dla dowódców pododdziałów wszystkich rodzajów wojsk – organizatorów i kierowników zajęć z obrony przed bronią masowego rażenia i obejmuje rozwiązania metodyczne realizacji tematów z przedmiotu „Obrona przed Bronią Masowego Rażenia", które są zawarte w programach szkolenia pododdziałów zawodowych (Dowództwo Wojsk Lądowych, 2011).

Inne dokumenty, które warto wymienić, to: OPChem. 393/2002 *Metodyka szkolenia pododdziałów z obrony przed bronią masowego rażenia* (Dowództwo Wojsk Lądowych, 2002); Chem. 407/2013 *Normy należności naliczeniowego sprzętu obrony przed*

bronią masowego rażenia (na czas wojny i pokoju) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013a); Chem. 488/2013 *Wsparcie i zabezpieczenie procesu szkolenia pododdziałów wojsk chemicznych Sił Powietrznych* (Ministerstwo Obrony Narodowej; Dowództwo Sił Powietrznych, 2013); *Poradnik metodyczny do szkolenia taktyki wojsk chemicznych pododdziałów likwidacji skażeń* (Ministerstwo Obrony Narodowej; Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych, 2015a); Szkol. 917/2015 *Wsparcie specjalistyczne realizacji przedsięwzięć obrony przed bronią masowego rażenia*, DT-3.8.1, t. 2 (Ministerstwo Obrony Narodowej; Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych, 2015b); Chem. 413/2016 *Instrukcja funkcjonowania zespołów obrony przed bronią masowego rażenia w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej* (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2016).

Konieczność szkoleń z zakresu ochrony radiologicznej wskazana jest ponadto w ustawie Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. – wersja od 26 maja 2022 r. (Kancelaria Sejmu, 2022). Dokładniej, wzmianki o szkoleniach pojawiają się przede wszystkim w rozdziale 3 *Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna oraz ochrona zdrowia pracowników*[1], w rozdziale 6 *Źródła promieniowania jonizującego*[2], w rozdziale 9 *Nadzór i kontrola w zakresie przestrzegania warunków bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej*[3], w rozdziale 10 *Ocena sytuacji radiacyjnej kraju*[4] oraz w rozdziale 14 *Państwowe przedsiębiorstwo użyteczności publicznej „Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych"*[5].

Konieczność szkolenia w zakresie przeciwdziałania broni masowego rażenia zapisana została w politykach Unii Europejskiej. Jednym z ważnych celów polityki UE jest zapewnienie bezpieczeństwa i pokoju obywatelom Unii. W ten zakres wchodzi również tematyka CBRN. Według sprawozdania specjalnego z 2014 r. *Czy unijna inicjatywa w zakresie centrów doskonałości może skutecznie przyczynić się do ograniczenia zagrożeń chemicznych, biologicznych, radiologicznych i jądrowych pochodzących spoza UE?* (UE, 2014b) w maju 2010 r. Unia Europejska rozpoczęła realizację inicjatywy w zakresie centrów doskonałości ds. substancji chemicznych, biologicznych, radiologicznych i jądrowych. Celem tej inicjatywy było wzmocnienie zdolności instytu-

[1] Art. 7 „Podmioty odpowiedzialne za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej; wewnętrzny nadzór nad przestrzeganiem wymagań ochrony radiologicznej; nadanie uprawnień inspektora ochrony radiologicznej; jednostki uprawnione do prowadzenia szkoleń dla osób ubiegających się o uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej".

[2] Art. 43b „Obowiązki kierownika jednostki organizacyjnej wykonującej działalność ze źródłem wysokoaktywnym", art. 43d „Obowiązkowe szkolenie pracowników narażonych na styczność ze źródłami niekontrolowanymi".

[3] Art. 65 „Inspektor dozoru jądrowego".

[4] Art. 86d „System zarządzania sytuacjami zdarzeń radiacyjnych w jednostce organizacyjnej", art. 86i „Zadania w zakresie przygotowania do reagowania na zagrożenie radiacyjne, reagowania na takie zagrożenie oraz zarządzania sytuacją narażenia istniejącego".

[5] Art. 114 „Utworzenie i zadania Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych".

cjonalnych krajów spoza UE w zakresie minimalizowania zagrożeń CBRN, które – w przypadku braku odpowiedniej reakcji – mogą stanowić zagrożenie dla UE. Warto wspomnieć, że wcześniej, w 2003 r., Rada Europejska przyjęła dwie strategie: *Europejską strategię bezpieczeństwa* (UE, 2003a) oraz *Strategię UE przeciw rozprzestrzenianiu broni masowego rażenia* (UE, 2003b). W obydwu dokumentach określono zasady podejmowania w przyszłości działań w obszarze bezpieczeństwa. W pierwszej z nich przedstawiono unijne środowisko bezpieczeństwa i wskazano główne wyzwania dla UE obejmujące: terroryzm, rozprzestrzenianie broni masowego rażenia, konflikty regionalne, niewydolność państwa, przestępczość zorganizowaną (UE, 2014b). Natomiast w drugiej priorytetowe znaczenie miały w szczególności: wsparcie międzynarodowego systemu monitorowania w obszarze nierozprzestrzeniania broni masowego rażenia, wspieranie krajów spoza UE poprzez rozwijanie ich zdolności instytucjonalnych, przyjęcie ram prawnych, opracowanie planów reagowania, aby państwa spoza Unii Europejskiej mogły wypełnić swoje obowiązki w określonych uwarunkowaniach prawnych. Troska o bezpieczeństwo została również uwzględniona w rezolucji Rady Bezpieczeństwa ONZ nr 1540 z 2004 r. (ONZ, 2004), w której ujęto wiążące dla wszystkich państw zobowiązania, mające na celu zapobiegać dostępowi do broni masowego rażenia i powiązanych z nią materiałów przez podmioty niepaństwowe. Później, 14 maja 2008 r., opublikowano *Wspólne działanie Rady* wspierające wdrożenie rezolucji Rady Bezpieczeństwa Organizacji Narodów Zjednoczonych nr 1540 (2004) w ramach realizacji strategii UE przeciwko rozprzestrzenianiu broni masowego rażenia (UE, 2008b). Działania UE w obszarze zwalczania zagrożeń związanych z bronią masowego rażenia zaowocowały opracowaniem innych dokumentów, które jako znaczące wymienia konsorcjum ENCIRCLE (*European CBRN Innovation for the Market Cluster*) (ENCIRLCE, b.d.)[6]:

- Komunikat w sprawie wzmocnienia bezpieczeństwa CBRN w UE (2009) (*COM(2009)273 – Communication. Strengthening Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Security in the EU – an EU CBRN Action Plan*) (UE, 2009a).
- Plan działania UE w zakresie CBRN (*Council conclusions on strengthening chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) security in the European Union – an EU CBRN Action Plan*) (2009) (UE, 2009b).
- Sprawozdanie z postępów w realizacji planu działania UE w zakresie CBRN z 2012 r. (*2012 Progress Report on the Implementation of the EU CBRN Action Plan*) (UE, 2012a).

[6] Konsorcjum *European CBRN Innovation for the Market Cluster* – ENCIRCLE (2017–2021) jest kluczowym europejskim projektem (Program UE Horyzont 2020, grant nr 740450) skupiającym 15 członków z siedmiu krajów, z Katolickim Uniwersytetem w Louvain jako liderem konsorcjum. Stanowi on platformę dla tworzenia powiązań różnych podmiotów zaangażowanych w badania oraz innowacje w zakresie zwalczania zagrożeń związanych z bronią masowego rażenia.

• Projekt konkluzji Rady rozpoczynający dyskusję na temat nowej agendy CBRNE (2012) (*Draft Council conclusions started a discussion on the new CBRNE Agenda*) (UE, 2012b).

• Europejski Glosariusz CBRNE (*European CBRNE Glossary*) (UE, b.d.-a).

• Komunikat w sprawie nowego podejścia do wykrywania i łagodzenia zagrożeń CBRNE na szczeblu UE (2014) (*Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on a new EU approach to the detection and mitigation of CBRN-E risks*) (UE, 2014a).

• Plan działania UE w zakresie CBRN (*Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Action Plan to enhance preparedness against chemical, biological, radiological and nuclear security risks*) (2017) (UE, 2017).

• Warsztaty 2018 – Gotowość UE w zakresie broni masowego rażenia – Raport (*Workshop Report. EU preparedness against CBRN weapons*) (UE, 2019).

• Zdolności rescEU w obszarze incydentów chemicznych, biologicznych, radiologicznych i jądrowych (2021) (*Commission implementing Decision (EU) 2021/88 of 26 January 2021 amending Implementing Decision (EU) 2019/570 as regards rescEU capacities in the area of chemical, biological, radiological and nuclear incidents*) (UE, 2021).

Dla Europy ważne są również działania globalne, czego wyrazem jest unijna inicjatywa centrów doskonałości (CoE) ograniczania ryzyka chemicznego, biologicznego, radiologicznego i jądrowego (CBRN) (*The EU Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) Risk Mitigation Centres of Excellence (CoE) Initiative*). Jest ona finansowana i wdrażana przez Unię Europejską za pośrednictwem Instrumentu Sąsiedztwa, Rozwoju i Współpracy Międzynarodowej (NDICI) – Globalna Europa (*Neighbourhood, Development and International Cooperation Instrument (NDICI) – Global Europe*) (UE, b.d.-b). Celem inicjatywy jest wspieranie państw i regionów partnerskich w obszarze ograniczania ryzyka CBRN i zarządzania bezpieczeństwem związanym z zagrożeniami CBRN. W ramach odpowiedzialności Krajowych Punktów Kontaktowych ds. CBRN i ich międzyresortowych Zespołów Krajowych ds. CBRN wsparcie UE jest udzielane w celu wdrożenia szerokiego zakresu działań, takich jak ocena potrzeb i ryzyka, krajowych i regionalnych planów działania, szkoleń, w tym dla trenerów, ćwiczenia w terenie i w czasie rzeczywistym (w tym transgraniczne) we wszystkich 62 krajach partnerskich i ośmiu sekretariatach regionalnych (stan na 2021 r.) (UE, b.d.-b).

Warto zaznaczyć, że obok polityk UE w zakresie CBRN istnieje polityka unijna dotycząca materiałów wybuchowych. Materiały wybuchowe domowej roboty, wytwarzane z łatwo dostępnych prekursorów chemicznych, stanowią doskonałe narzędzie dla sprawców ataków terrorystycznych. Dlatego wysiłki Komisji koncentrują się na zapewnieniu większego bezpieczeństwa materiałów wybuchowych,

sprzętu do produkcji bomb oraz technologii, które stanowią asumpt do popełniania aktów terrorystycznych. Stanowiło to podstawę do opracowania Planu działania UE dotyczącego poprawy bezpieczeństwa materiałów wybuchowych (*EU Action Plan on Enhancing the Security of Explosives*) (UE, 2008a). W 2012 r. podjęto przegląd Planu działania UE (Sprawozdanie z postępów w realizacji planu działania UE na rzecz poprawy bezpieczeństwa materiałów wybuchowych – *Progress Report on the Implementation of the EU Action Plan on Enhancing the Security of Explosives*) (UE, 2012c). Poprawę bezpieczeństwa materiałów wybuchowych omówiono w komunikacie z maja 2014 r. w sprawie wcześniej wspomnianego podejścia UE do wykrywania i ograniczania zagrożeń CBRNE (*Communication on a new EU approach to the detection and mitigation of CBRN-E risks*) (UE, 2014a). 17 kwietnia 2018 r. Komisja przyjęła pakiet bezpieczeństwa (*Security Package*) (UE, 2018a), który zawierał wniosek dotyczący zmiany rozporządzenia 98/2013 (*Regulation 98/2013*) (UE, 2018b). Wniosek ma na celu dalsze ograniczenie dostępu terrorystów i przestępców do prekursorów materiałów wybuchowych poprzez usunięcie luk w zabezpieczeniach oraz wzmocnienie ograniczeń i kontroli. Omawiane dokumenty pokazują, że tematyka dotycząca materiałów wybuchowych (powiązana z bronią masowego rażenia) leży w szerokim zainteresowaniu Unii Europejskiej.

Jeśli chodzi o dokumenty NATO, to korzystając z portalu NATO Standarisation Office[7] i wpisując słowa kluczowe „CBRN" oraz „training", zidentyfikowano 68 rekordów (na dzień 26 czerwca 2022 r.) (NATO Standarisation Office, 2022). W dalszej części zostały przedstawione wybrane, jawne dokumenty, szczególnie istotne z punktu widzenia problemu badawczego.

Jednym z kluczowych dokumentów NATO opisujących szkolenia CBRN jest *CBRN Defence Standards for Education, Training and Evaluation ATP-3.8.1* Volume III (Normy Obronne CBRN dla Kształcenia, Szkolenia i Ewaluacji ATP-3.8.1 Tom III) (NATO, 2011). Celem tej publikacji jest zapewnienie jednolitych standardów i wytycznych dla sił NATO w zakresie edukacji, szkolenia i oceny w zakresie CBRN, które ostatecznie zapewnią im zdolność do przetrwania i działania w środowisku CBRN. Dokument wskazuje dwa rodzaje szkoleń: indywidualne i zbiorowe.

Szkolenie indywidualne przygotowuje osobę szkoloną (wojskową) do: wykonywania określonych zadań wojskowych w scentralizowanej organizacji szkolenia wojskowego lub w jednostce wojskowej/Kwaterze Głównej. Obejmuje ćwiczenia proceduralne i wielokrotne praktyczne stosowanie doktryn, taktyk i procedur, aby zapewnić, że dana osoba nabędzie i utrzyma wymagane umiejętności. Komitet Wojskowy (MC) 458/11 określa następujące definicje i regulacje w tym obszarze (NATO, 2014).

[7] Dostęp do bazy https://nso.nato.int/protected/nsdd/main/contents możliwy jest po uzyskaniu zgody NSO. Autorka otrzymała taką zgodę.

Szkolenie indywidualne podzielone jest na:

– Szkolenie podstawowe; realizowane w celu osiągnięcia i utrzymania minimalnego poziomu wiedzy i umiejętności, który umożliwia poszczególnym jednostkom wykonanie ograniczonego spektrum przydzielonych zadań/misji.

– Zaawansowane szkolenie; przeprowadzane jest w celu osiągnięcia i utrzymania wyższego poziomu wiedzy i umiejętności, aby umożliwić poszczególnym jednostkom osiągnięcie szerszego spektrum przydzielonych zadań/misji.

– Szkolenie w miejscu pracy; obejmuje szkolenie poszczególnych członków służących na określonych stanowiskach w jednostkach wojskowych lub sztabach, aby zapewnić im umiejętności odpowiednie do tych stanowisk.

– Szkolenie modułowe; opiera się na koncepcji budowania umiejętności, wiedzy i postaw w samodzielnych blokach, zgodnie z wymaganiami osoby szkolonej. Te bloki mogą być podjęte w dowolnej kolejności, chociaż w razie potrzeby można narzucić określoną ścieżkę szkoleniową.

Szkolenie zbiorowe jest realizowane w celu przygotowania organizacyjnego zespołu wojskowego do wykonywania zadań/misji wojskowych jako jednostka w celu zapewnienia określonych standardów. Obejmuje ćwiczenie proceduralne i wielokrotne praktyczne stosowanie doktryn i procedur w celu zdobycia i utrzymania zdolności taktycznych i operacyjnych.

Wielonarodowe szkolenie w zakresie obrony przed bronią masowego rażenia opiera się na modelu „systemowego podejścia do treningu" (*systems approach to training* – SAT), według którego należy: określić wszystkie zadania na poziomie indywidualnym, jednostki i dowodzenia, zaprojektować szkolenie tak, aby osiągnąć wymagane cele, oraz przeprowadzić szkolenie i je ocenić (czy osiągnięto zakładane cele i czy można wykonywać indywidualne i zbiorowe zadania dla wyznaczonej misji). Analiza, projektowanie, realizacja oraz ewaluacja to fazy, które charakteryzują model SAT.

W dokumencie opisano również standardy szkolenia w zakresie obrony przed bronią masowego rażenia dla niespecjalistów (podstawowe standardy biegłości), wybranego personelu wymagającego dodatkowego przeszkolenia, dla działania jednostki, cywili, specjalistów CBRN, personelu medycznego, dowódców. Ujęto również aspekty ochrony środowiska. Wskazano także sposób zachowania się w określonych warunkach klimatycznych – szkolenie CBRN w ekstremalnie chłodne dni, w ekstremalnie upalną/suchą pogodę, poszczególne misje (operacje desantowe, misje zespołowe CBRN i EOD). Poruszono również kwestie takie jak: ocena operacyjna zdolności obrony CBRN, przewodnik planowania ćwiczeń szkoleniowych w zakresie obrony CBRN, wsparcie treningowe w zakresie obrony przed bronią masowego rażenia. W tym ostatnim zakresie przedstawiono warunki symulacji. Podkreślono, że wykorzystanie symulacji w szkoleniu CBRN ma wiele zalet, wskazując następujące aspekty:

a) Zagrożenie. Dokładnie przedstawia zagrożenie, zarówno ogólne, jak i szczegółowe, w tym przypadkowe uwolnienie TSP. Zagrożenie może być związane z celowym lub przypadkowym uwolnieniem TSP czy też niewłaściwym przechowywaniem toksycznych substancji.

b) Operacje. Umożliwiają przećwiczenie wszystkich zadań operacyjnych w symulowanych warunkach.

c) Wyposażenie. Umożliwia korzystanie z będącego w użyciu sprzętu CBRN lub jego odpowiednika szkoleniowego, który jest jego wierną repliką. Wszelkie odpowiedniki treningowe powinny wyraźnie naśladować rzeczywisty sprzęt.

d) Teren i klimat. Możliwość dostosowania do różnych warunków terenowych i meteorologicznych.

e) Środowisko i bezpieczeństwo. Zgodność z międzynarodowymi i krajowymi przepisami dotyczącymi ochrony środowiska i bezpieczeństwa.

f) Zasoby osobowe. Dążenie do szkolenia zarządzanego przez jak najmniejszą liczbę kadry kierowniczej przy wykorzystaniu minimum zasobów szkoleniowych.

g) Oszacowanie. Zapewnienie narzędzi ułatwiających kompleksową ocenę kompetencji szkoleniowych.

h) Symulacje. Głównie odnoszą się do zagrożeń biologicznych i chemicznych, a w odniesieniu do zagrożeń radiologicznych/jądrowych szkolenie może uwzględniać przedstawienie natychmiastowych i trwałych skutków promieniowania i opadu.

Kolejny dokument, *ATP-3.8.1 – CBRN defence on operations ATP-3.8.1 Volume I*, również odnosi się do szkolenia w zakresie zwalczania zagrożeń CBRN, choć w węższym zakresie. Zgodnie z tą publikacją szkolenie powinno koncentrować się na następujących warunkach:

a. Realizm. W szkoleniu detektory powinny reagować w całkowicie realistyczny sposób. Ćwiczenie z wykorzystaniem prawdziwych substancji i stosowaniu indywidualnych środków ochrony przed skażeniami (ISOPS) dodatkowo zwiększa realizm ćwiczenia.

b. Skuteczność. Gdy uczący się wie, że dana substancja jest tylko symulantem, skuteczność szkolenia może być mniejsza.

c. Nabywanie umiejętności. Szkolenie powinno zapewniać maksymalną liczbę doświadczeń edukacyjnych w terenie.

d. Umiejętne zarządzanie stresem. Zbyt ekstremalny poziom stresu może mieć głęboki wpływ na funkcje poznawcze oraz zdolności motoryczne i zaburza komunikację.

e. Większe zaufanie do sprzętu CBRN. Powtarzanie czynności z użyciem sprzętu pomaga uczącym się nabrać wprawy i pewności siebie w realizacji zadań.

f. Testowanie skuteczności procedur w obronie przed bronią masowego rażenia (NATO, 2010).

W innych dokumentach NATO znajdują się również odniesienia do szkolenia w zakresie CBRN. W standardzie dotyczącym edukacji i szkoleń z prowadzenia operacji w terenie zurbanizowanym *ATrainP-3 Education and Training for Urban Operations*, w szczegółowym opisie edukacji, szkoleń i ćwiczeń i uwagach dotyczących szkolenia dla każdej osoby, wskazano takie tematy, jak zdobywanie następujących umiejętności: oczyszczanie pomieszczeń, techniki wejścia, oczyszczanie schodów, poszukiwanie, pierwsza pomoc, CBRN, nawigacja, komunikacja, świadomość prowadzenia operacji w terenie zurbanizowanym (NATO, 2019b, s. 2–17). Dla podoficerów i oficerów ujęto zagadnienie *Materiały CBRN i toksyczne zagrożenia przemysłowe (toxic and industrial hazards – TIH)*. Jest ono ważne, ponieważ szkodliwe substancje są powszechnie stosowane w przemyśle i mogą być zmagazynowane w dużych ilościach oraz transportowane, co stanowi potencjalne zagrożenie dla sił zbrojnych oraz miejscowej ludności, a tym samym wpływa na misję. Tego typu obiekty magazynowe oraz środki transportujące TSP mogą być zaatakowane bezpośrednio lub mogą zostać uszkodzone w wyniku sabotażu, co może prowadzić do skażeń. Aby móc zidentyfikować takie zagrożenia i odpowiednio reagować, konieczne jest niezbędne przeszkolenie w zakresie podstawowej wiedzy o CBRNE w operacjach w terenie zurbanizowanym (NATO, 2019b, s. 2–18). Inny dokument, w którym ujęto konieczność przeszkolenia z zakresu CBRN, to *ATrainP-1 Training and Education for Peace Support Operations – Szkolenia i edukacja dla wsparcia operacji pokojowych* (NATO, 2019a). Jednym z obszarów szkolenia jest obrona przed bronią masowego rażenia (są to szkolenia indywidualne, zbiorowe, kluczowego personelu, sztabu wojskowego). Treści szkolenia skupiają się na takich zagadnieniach, jak: ochrona personelu i sprzętu, wykonanie przydzielonej misji w środowisku skażeń, postępowanie i udzielanie pierwszej pomocy poszkodowanym w środowisku skażeń, obserwacja, monitorowanie i wykrywanie CBRN, likwidacja skażeń personelu, pacjentów, sprzętu, pojazdów, zaopatrzenia i infrastruktury krytycznej, zagrożenia lub zdarzenia CBRN, ostrzeganie i raportowanie, ocena skutków zagrożeń radiologicznych, biologicznych i chemicznych, zasady ochrony zbiorowej (*Collective Protection* – COLPRO), kontrola dawki promieniowania, ocena narażenia i prowadzenie dokumentacji (NATO, 2019a, s. 4–10, 14–15).

Centra szkolenia CBRN w kraju i za granicą

W Polsce funkcjonują trzy ośrodki zajmujące się szkoleniami z zakresu CBRN. Pierwszym z nich jest Centrum Szkolenia Ochrony przed Bronią Masowego Rażenia SZ RP w Akademii Sztuki Wojennej im. Centralnej Szkoły Gazowej 1919–1939, wiodący ośrodek w zakresie szkoleń CBRN. Centrum specjalizuje się

m.in. w problematyce prognozowania i oceny sytuacji skażeń, która oprócz pomiarów, obserwacji i powiadamiania wchodzi w zakres działania Krajowego Systemu Wykrywania Skażeń i Alarmowania (KSWSiA). Skupia on różnorodne podsystemy (organy, jednostki organizacyjne) dokonujące analizy i oceny skażeń, których wyniki stanowią podstawę do ogłaszania i wprowadzania adekwatnych do zagrożenia działań interwencyjnych. Oprócz wspomnianego systemu w centrum działa pracownia technik prognostycznych w zakresie oceny sytuacji skażeń oraz pracownia systemów OPBMR. Zgodnie z Decyzją Nr 1/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 10 stycznia 2022 r. w sprawie organizacji i funkcjonowania Systemu Wykrywania Skażeń Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej CSOPBMR w SZRP jest ośrodkiem referencyjnym do spraw szkolenia oraz doskonalenia specjalistów SWS (Systemu Wykrywania Skażeń) SZ RP (Wojsko Polskie, 2022a).

Ważnym ośrodkiem szkolenia jest Centrum Szkolenia Bojowego Drawsko (wcześniej Centrum Szkolenia Wojsk Lądowych w Drawsku Pomorskim im. płk. dypl. Franciszka Sadowskiego, potocznie nazywane Poligonem Drawskim). Głównym założeniem utworzenia Centrum Szkolenia Bojowego Drawsko jest umożliwienie osiągnięcia realizmu działania, profesjonalne wykorzystanie uzbrojenia z możliwościami bezpiecznego prowadzenia szkolenia w warunkach zbliżonych do realnego pola walki oraz szczegółowej analizy podejmowanych w toku walki decyzji (DSI, 2021). Działalność szkoleniowa z obszaru CBRN szczegółowo opisywana jest w publikacjach naukowych, np. ćwiczenia w tunelu z użyciem bojowych środków trujących (BST) (Harmata et al., 2017). W 2018 r. upowszechniono informację prasową na temat powstania w Drawsku Pomorskim nowoczesnego ośrodka szkolenia Obrony przed Bronią Masowego Rażenia. Nowatorska baza szkoleniowa o powierzchni ponad 8 km kw. umożliwia szkolenie jednocześnie 400 żołnierzy oraz do 100 pojazdów specjalistycznych i transportowych. Najważniejszym miejscem jest tunel skażeń, podzielony na pięć komór i przystosowany do wytwarzania założonych stężeń bojowych środków trujących. Zadaniem żołnierzy będzie detekcja skażeń, pobieranie próbek oraz sporządzanie wymaganej dokumentacji/raportów oraz likwidacja skażeń. Jedna z komór przeznaczona jest do oceny skuteczności likwidacji skażeń. Oprócz tunelu w ośrodku znajduje się m.in. rejon skażeń, miejsce przeznaczone do szkolenia pododdziałów rozpoznania skażeń, zespołów pobierania prób i pododdziałów ratownictwa chemicznego. Ponadto zbudowano infrastrukturę umożliwiającą szkolenie z ochrony przed środkami zapalającymi (tzw. tor napalmowy) oraz stosowania środków dymnych. Przewidziano również ukrycia na sprzęt bojowy, co ma wzmocnić realizm szkolenia i odzwierciedlać warunki zbliżone do tych na prawdziwym polu walki (Politowski, 2018). Odpowiedzią na stworzenie bardziej bezpiecznych warunków szkolenia, czyli tzw. bezbolesnej nauki na własnych błędach, jest autorska koncepcja wirtualizacji poligonu, która zostanie przedstawiona w rozdziale pt. *Bezpieczne szkolenie poligonowe*.

Kolejnym ważnym ośrodkiem jest Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy CNBOP-PIB. To jednostka badawcza, której misją jest zapewnienie bezpieczeństwa publicznego kraju w zakresie ochrony przeciwpożarowej, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności i obrony cywilnej. CNBOP-PKB prowadzi szkolenia dla strażaków i innych specjalistów z zakresu pożarnictwa i ratownictwa, a także badania wyrobów stosowanych do ochrony przeciwpożarowej. Ponadto Ośrodek zajmuje się: certyfikacją wyrobów stosowanych do ochrony przeciwpożarowej, aprobatami technicznymi, badaniami z zakresu ochrony przeciwpożarowej i bezpieczeństwa osobistego, badaniami nad sprzętem i środkami używanymi przez jednostki przeciwpożarowe, analizami technicznymi systemów przeciwpożarowych, opiniami i analizami technicznymi w tych obszarach, analizami przyczyn i czynników rozprzestrzeniania się pożarów, procesami spalania i wybuchów, inicjatywami edukacyjnymi na rzecz bezpieczeństwa powszechnego i osobistego, działalnością wydawniczą.

Działalność szkoleniowa prowadzona jest również w Centrum Reagowania Epidemiologicznego Sił Zbrojnych RP. Centrum przeznaczone jest do sanitarno-epidemiologicznej osłony wojsk w sytuacjach kryzysowych. Aktywnie współpracuje ze służbą zdrowia państw NATO, z Ministerstwem Zdrowia, Państwową Strażą Pożarną, Policją, Wojskową Akademią Techniczną i innymi instytucjami z obszaru zdrowia publicznego i zagrożeń CBRN. Corocznie jest organizatorem nie tylko szkoleń i warsztatów, ale i konferencji naukowej Epimilitaris (Centrum Reagowania Epidemiologicznego SZ RP, 2020).

Warto nadmienić, że centra szkoleniowe zostały zagregowane w ramach projektu UE eNOTICE (eNOTICE, 2022). W bazie ujęto 50 centrów nie tylko z Europy, ale i z takich państw, jak Uzbekistan, Burkina Faso, Tunezja. W obrębie Europy wymieniono centra z Austrii, Belgii, Republiki Czeskiej, Estonii, Finlandii, Francji, Hiszpanii, Holandii, Niemiec, Polski, Portugalii, Rumunii, Serbii, Słowenii, Węgier, Wielkiej Brytanii, Włoch. Centra te są finansowane ze środków publicznych lub prywatnych. W dalszej części pracy zostanie przedstawiona krótka charakterystyka wybranych centrów europejskich w celu ukazania aktywności poszczególnych państw w zakresie szkoleń CBRN.

W Austrii funkcjonuje Seibersdorf Labor GmbH – firma prywatna prowadząca szkolenia z zakresu nie tylko CBRN, ale również przeciwpożarowego, medycznego, policyjnego, ratowniczego – miejskie poszukiwania i ratownictwo (*urban search and rescue*).

Wiele organizacji szkolących z zakresu CBRN znajduje się w Belgii, np. Provinciaal instituut vorming en opleiding Vlaams-Brabant (w Asse), Belgian Civil Protection (Brasschaat), Centre de Technologies Moléculaires Appliquées Biological (Bruksela), National Belgian Police Academy (Bruksela), Campus VESTA APB (Emblem), PLOT – Provincie Limburg Opleiding en Training (Genk), In-

ternational CBRNE Institute ICI (Les Bons Villers), ISEC – Industrial Safety and Emergency Consult ISEC (Melsele-Beveren), Belgian Nuclear Research Centre SCK CEN (Mol), Provinciaal Opleidingscentrum voor Veiligheidsdiensten POV (Zedelgem). Prowadzą one szkolenia związane z profilem działalności (od wąskiego, np. zagrożenia biologiczne w Centre de Technologies Moléculaires Appliquées Biological, do bardzo szerokiej tematyki, jak np. w Belgian Civil Protection).

W Republice Czeskiej znanymi ośrodkami są Vojenský výzkumný ústav, s.p. (Wojskowy Instytut Badawczy) w Brnie, Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defense Center of Excellence (JCBRN Defense COE) w Vyskovie, a także Population Protection Institute w Lazne Bohdanec. W obrębie pierwszego z nich, Wojskowego Instytutu Badawczego, funkcjonuje Sekcja Ochrony Chemicznej, Biologicznej i Radiacyjnej, która koncentruje się głównie na chemii wojskowej z naciskiem na bojowe środki trujące oraz toksyczne środki przemysłowe i toksyny (Vojenský výzkumný ústav, 2022). Z kolei JCBRN Defense COE jest organem wojskowym NATO i międzynarodową organizacją sponsorowaną, która oferuje uznaną wiedzę i doświadczenie z korzyścią dla Sojuszu i innych partnerów. Prowadzi szereg kursów na różnym stopniu zaawansowania dla żołnierzy oraz personelu cywilnego. Population Protection Institute w Lazne Bohdanec prowadzi działalność edukacyjną, naukowo-badawczą, informacyjną i doradczą w zakresie planowania cywilnego, zarządzania kryzysowego, zintegrowanego systemu ratowniczego i ochrony ludności dla członków i organizacji Straży Pożarnej i Ratownictwa, Ministerstw, Urzędów Administracyjnych i Gmin.

Kolejne wymienione w katalogu eNOTICE organizacje to Estońska Rada Ratownicza oraz Sisekaitseakadeemia: Estonian Academy of Security Sciences – obydwie organizacje znajdują się w Tallinie (Estonia), a także South-Savo Fire Services (Mikkeli), Emergency services training centre of West Finland (Pori) w Finlandii. Organizacje te skupiają się głównie na ratownictwie oraz zarządzaniu kryzysowym. We Francji natomiast funkcjonują ośrodki IMT Mines Ales – ARMINES (Ales), Cedre (Brest), Seine-et-Marne District Fire and Rescue Department SDIS 77 (Gurcy-le-Châtel). Warto zwrócić uwagę, że l'Institut Mines-Télécom (IMT) to francuski Instytut Inżynierii i Nauk Stosowanych pod kierownictwem francuskiego Ministerstwa ds. Przemysłu. Międzynarodowe akcje humanitarne, medyczne, inne, ratownictwo i pomoc, miejskie poszukiwania i ratownictwo, zarządzanie katastrofami to obszary, jakimi zajmuje się ta instytucja. Cedre jest organizacją, która specjalizuje się w tematyce przypadkowego zanieczyszczenia wody, a Seine-et-Marne District Fire and Rescue Department SDIS 77 jest agencją publiczną odpowiedzialną za misje przeciwpożarowe. W Niemczech tematyką szkoleń z zakresu CBRN zajmują się Ausbildungszentrum der Feuerwehr (Dortmund) – w zakresie zagrożeń CRN i wybuchowych, pożarowych, zdarzeń medycznych, ratownictwa; NATO School w Oberammergau – prowadzi edukację i szkolenia wspierające bieżące i rozwijają-

ce się operacje, strategię, politykę, doktrynę i procedury NATO, w tym dotyczące CBRN, CBRN Defense; Safety and Environmental Protection School (Sonthofen) w zakresie zagrożeń CBRN, wybuchowych, pożarów, zdarzeń medycznych, ratownictwa; Training Base Weeze GmbH & Co. KG (Weeze) – multidyscyplinarny kampus szkoleniowy.

W Hiszpanii funkcjonują trzy zasadnicze ośrodki. Spanish National Police (Linares) prowadzi szkolenia z zakresu CBRN, przeciwpożarowe, międzynarodowych akcji humanitarnych, medycznych, ratownictwa miejskiego. INTA (Madryt) posiada laboratoria CBRN, które wspierają siły zbrojne w tworzeniu symulowanych scenariuszy wykorzystywanych w szkoleniu (m.in. pułku NBC, Policji Narodowej, Gwardii Cywilnej). Centro Adiestramiento Desactivación de Explosivos y Defensa NRBQ (Valdemoro) jest krajowym ośrodkiem szkoleniowym w Hiszpanii dla Guardia Civil w zakresie terroryzmu chemicznego, biologicznego, radiologicznego, jądrowego i wybuchowego (CBRNE). Jest to placówka finansowana przez rząd, której celem jest szkolenie wysoce specjalistycznych działań organów ścigania związanych z terroryzmem i bezpieczeństwem narodowym.

W Holandii funkcjonuje Defence CBRN centre/National Training Centre (NTC) (Vught) – jego celem jest szkolenie cywilnych i wojskowych organizacji krajowych w zadaniach bezpieczeństwa związanych z CBRN, zarówno mono-, jak i multidyscyplinarnych. Szkolenie odbywa się wraz z partnerami, takimi jak policja, straż pożarna i służby medyczne.

Portugalskie Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN) (Bobadela LRS)/Centrum Nauki i Technologii Jądrowych (C2TN) jest głównym krajowym i międzynarodowym graczem w dziedzinach naukowych i technologicznych związanych z naukami i technologiami jądrowymi oraz zastosowaniami promieniowania jonizującego.

Pojedyncze ośrodki w niektórych państwach skatalogowane przez eNOTICE znajdują się w Rumunii, w której działa baza szkolenia obronnego CBRN Defence Training Base „MUSCEL" (Câmpulung), w Serbii – instytut badań jądrowych, Vinča Institute of Nuclear Sciences (Belgrad), Ministerstwo Obrony, Siły Zbrojne Słowenii (Lublana), a także w Wielkiej Brytanii – National CBRN Centre WMP (Coventry).

We Włoszech funkcjonują Marina Militare Centro Interforze Studi Applicazioni Militari – CISAM (Pisa) – wojskowe centrum szkoleniowe oraz Joint NBC ITA Defence School (Rieti) – prowadzi szkolenia CBRN, ochrony przeciwpożarowej oraz miejskich poszukiwań i ratownictwa.

Na Węgrzech – Centre for Energy Research (MTA EK) (Budapeszt) prowadzi szkolenia z obszaru radiologicznego i jądrowego; HDF CBRN Area Control Centre (Budapeszt); Hungarian Defence Forces Medical Centre Mobile Biological Laboratory (Budapeszt) – w zainteresowaniu tej jednostki są głównie biologiczne

zagrożenia; National University of Public Service, Faculty of Military Sciences and Officer Training – szkolenia CBRN (Budapeszt); HDF 93rd CBRND BN – z zakresu zagrożeń chemicznych i radiologicznych (Székesfehérvár).

Choć poszukiwania skupiono na regionach Europy, warto wspomnieć o światowych inicjatywach szkoleniowych, organizowanych np. przez Organizację Narodów Zjednoczonych. Wyjście poza ramy rozważań ma na celu jedynie ukazanie treści dydaktycznych, jakie leżą w zainteresowaniu światowych podmiotów. Zauważono, że szkolenia z zakresu broni masowego rażenia organizowane przez Centrum Narodów Zjednoczonych ds. Zwalczania Terroryzmu (*UN Counter-Terrorism Centre* – UNCCT) są zbliżone tematycznie do tych, które proponują ośrodki w Europie (Centrum Eksperckie NATO w Vyskovie oraz Centrum Szkolenia przed Bronią Masowego Rażenia przy Akademii Sztuki Wojennej w Warszawie). Program Centrum Narodów Zjednoczonych ds. Zwalczania Terroryzmu dotyczy zapobiegania i reagowania na broń masowego rażenia (BMR) oraz na terroryzm chemiczny, biologiczny, radiologiczny i jądrowy (CBRN). Ma na celu zwiększenie zrozumienia przez państwa członkowskie poziomu zagrożenia terroryzmem BMR/CBRN i wspiera zapobieganie, gotowość i wysiłki w zakresie reagowania na te zagrożenia. W 2021 r. w ramach programu uruchomiono 20 szkoleń z zakresu budowania potencjału, których celem jest zwiększenie zdolności państw członkowskich w docelowych obszarach CBRN. Kursy są dostępne na życzenie (UNCCT, 2021).

Trendy technologiczne dla rozwoju szkoleń CBRN

Poszukując informacji na temat szkoleń CBRN, oprócz analizy dokumentów oraz działalności centr szkolenia, należało odnieść się do nadchodzących trendów technologicznych, które w niedalekiej perspektywie będą stanowić o wyzwaniach dla realizacji szkoleń CBRN. W niniejszym rozdziale ukazano perspektywy rozwoju technologicznego, który przyczyni się do wzmocnienia bezpieczeństwa w zakresie CBRN, w tym będzie miał wpływ na prowadzenie szkoleń z przedmiotowego obszaru. Z tego powodu przeanalizowano publikacje i dokumenty na szczeblu krajowym, NATO oraz Unii Europejskiej. Na ich podstawie można zaobserwować, z jakimi wyzwaniami przyjdzie zmierzyć się trenerom oraz osobom uczącym się.

Perspektywa krajowa – resort obrony narodowej

W perspektywie krajowej przeanalizowano następujące dokumenty: *Analiza środowiska bezpieczeństwa w perspektywie 2035 roku* (wydana przez Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych, Mokrzycki et al., 2020), *Priorytetowe kierunki badań na lata 2017–2026* (Decyzja nr 235/DNISzW Ministra Obrony Narodowej z dnia

26 czerwca 2019 r.), *Priorytetowe kierunki badań w resorcie obrony narodowej w latach 2021–2035* (Załącznik do Decyzji Nr 2/DIn Ministra Obrony Narodowej z dnia 10 stycznia 2023 r.) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2023).

Według publikacji *Analiza środowiska bezpieczeństwa w perspektywie 2035 roku* prognozowany rozwój nowych technologii będzie możliwy dzięki zdecydowanemu przyrostowi mocy obliczeniowej komputerów, implementacji sztucznej inteligencji, systemów autonomicznych, systemów biomechanicznych, technologii 6G i 7G, technologii wielkobazodanowej (Big Data), informatyki kwantowej, robotyki, nanotechnologii, technologii wytwarzania przestrzennego 3D i 4D, chemii, biotechnologii oraz szybkiemu postępowi w technologii humanoidalnej i inżynierii genetycznej. Podkreślono również, że rozwój technologiczny przyczyni się do wzrostu znaczenia cyberprzestrzeni. Do 2035 r. osiągnięcie przewagi w cyberprzestrzeni będzie decydować o powodzeniu operacji wojskowych. Obniżenie kosztów produkcji pojazdów autonomicznych może całkowicie zmienić sposób prowadzenia działań militarnych. Na funkcjonowanie państw i społeczeństw będą miały wpływ roboty, a także nowe wynalazki, takie jak maszyny kontrolowane siłą umysłu (Mokrzycki et al., 2020, s. 37–40). Cyfrowe środowisko działań wymusi zatem konieczność prowadzenia szkoleń CBRN w przestrzeni wirtualnej. Takie szkolenia staną się wręcz koniecznością z uwagi na przewidywany wzrost zagrożenia od katastrof naturalnych, które mogą spowodować zdarzenia CBRN, tzw. katastrofy Na-Tech (naturalno-techniczne). Zwalczanie skutków takich katastrof (jak elektrowni atomowej w Fukushimie na skutek trzęsienia ziemi) może wymagać częstszych szkoleń w zakresie współpracy podmiotów cywilnych i wojskowych, a także rodzi potrzebę uwzględnienia ryzyka wystąpienia takich zdarzeń poprzez pryzmat urbanizacji. „Ocenia się, że zmiany te będą prowadzić do ukształtowania przyszłego, niezwykle wymagającego środowiska bezpieczeństwa charakteryzującego się znacznie szerszym zakresem zagrożeń i wyzwań, a rolą państwa w tej sytuacji będzie utrzymanie gotowości do reagowania na te wyzwania i zagrożenia" (Mokrzycki et al., 2020, s. 44–45). Wydaje się zatem, że wzbogacenie szkoleń CBRN o nowoczesne środowiska i narzędzia dydaktyczne przyczyni się do podniesienia gotowości państwa w zakresie reagowania na potencjalne zagrożenia.

W dokumencie pt. *Priorytetowe kierunki badań na lata 2017–2026* (Decyzja nr 235/DNISzW Ministra Obrony Narodowej z dnia 26 czerwca 2019 roku)[8] wskazano, że badania, w tym rozwój nowych technologii, mają wspierać priorytetowe zdolności operacyjne Sił Zbrojnych RP (w perspektywie najbliższych 10 lat), takie

[8] Dokument ten określa główne cele i kierunki działalności naukowo-badawczej resortu obrony narodowej w perspektywie średniookresowej w obszarach: 1. kryptologii i cyberobrony; 2. techniki i technologii obronnych; 3. doktryn operacji połączonych; 4. zabezpieczenia medycznego SZ RP; 5. wsparcia logistycznego SZ RP w okresie pokoju, kryzysu i wojny (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019).

jak zdolność do: dowodzenia, rozpoznania, rażenia, wsparcia działań oraz do przerzutu i mobilności, przetrwania i ochrony wojsk, zabezpieczenia logistycznego działań, wsparcia układu pozamilitarnego w sytuacjach zagrożeń niemilitarnych (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 4). Priorytetowo należy traktować systemy identyfikacji skażeń chemicznych i biologicznych (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 5). W rozdziale 3.2. *Sensory i obserwacja* wskazano, że istotnym wyzwaniem jest monitorowanie zagrożeń bezpieczeństwa wynikających z występowania skażeń i zanieczyszczeń środowiska środkami chemicznymi i biologicznymi, substancjami promieniotwórczymi, materiałami rozszczepialnymi i wysokoenergetycznymi materiałami wybuchowymi (zagrożenia CBRNE) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 15). Takie systemy powinny efektywnie realizować funkcje obserwacji, wykrywania, rozpoznania i przeciwdziałania na potrzeby platform lądowych, powietrznych i morskich (załogowych i bezzałogowych), krytycznej infrastruktury oraz ochrony indywidualnej. Urządzenia takie mają szansę zastąpić wykorzystywane dotychczas do celów detekcyjnych zwierzęta (przede wszystkim psy). W części 3.5. *Przetrwanie i ochrona na polu walki* również wskazano na reagowanie kryzysowe i obronę przed bronią masowego rażenia (OPBMR) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 22). Tematykę CBRN najpełniej ujęto w rozdziale 5 *Obszar zabezpieczenia medycznego SZ RP*[9] oraz 5.1. *Zabezpieczenie medyczne w zakresie ochrony przed bronią masowego rażenia*. OPBMR jest uważana za obszar o szczególnie wysokim priorytecie (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 34). Podobszary o szczególnym znaczeniu to:

– szybkie wykrywanie skażeń CBRN, ze szczególnym naciskiem na skażenia biologiczne oraz rozwój przeciwdziałania medycznego w stosunku do specyficznych skażeń oraz wczesne wykrywanie infekcji (priorytet wysoki);

– ocena ryzyka, szczególnie w odniesieniu do najbardziej niebezpiecznych patogenów oraz w obszarze toksykologii, rozprzestrzeniania się, wykrywania oraz fuzji danych (priorytet wysoki);

– badania w zakresie indywidualnego wyposażenia ochronnego przed skażeniami pod kątem znalezienia równowagi pomiędzy poziomem ochrony absolutnej a zdolnością do prowadzenia efektywnych działań operacyjnych (priorytet średni);

[9] W tym obszarze szczegółowo omówiono takie zagadnienia, jak obszar zabezpieczenia medycznego SZ RP, zabezpieczenie medyczne w zakresie ochrony przed bronią masowego rażenia, medycyna pola walki, medycyna stanów nagłych, zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa w SZ RP, medycyna lotnicza, medycyna morska i hiperbaryczna, medycyna pracy, higiena, epidemiologia i medycyna tropikalna, radiobiologia i ochrona radiobiologiczna, fizjologia i technologia żywienia, toksykologia, weterynaria wojskowa, technika medyczna i sprzęt medyczny, organizacja i funkcjonowanie wojskowej służby zdrowia w warunkach pokoju, kryzysu i wojny, transfuzjologia polowa, psychologia, priorytety technologiczne w obszarze zabezpieczenia medycznego SZ RP (MON, 2019, s. 34–40).

– identyfikacja zagrożeń i rozpoznanie epidemiologiczne i epizootyczne rejonów dyslokacji jednostek wojskowych (priorytet średni) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 35, 41).

W części 5.7. *Higiena, epidemiologia i medycyna tropikalna*:

– przeciwdziałanie zagrożeniom sanitarno-higienicznym (priorytet średni);

– osłona przeciwepidemiologiczna wojska w czasie pokoju i działań militarnych (priorytet średni).

W części 5.8. *Radiobiologia i ochrona radiobiologiczna*:

– rozwój przeciwdziałania medycznego w stosunku do skażeń radiobiologicznych oraz ocena ryzyka oddziaływania promieniowania jonizującego i niejonizującego (priorytet wysoki);

– rozwój podstawowych narzędzi i biotechnologii dla zdrowia ludzkiego (wykrywanie, diagnoza, monitorowanie) (priorytet wysoki);

– badania nad zagrożeniami i działaniami zapobiegawczymi przed różnego rodzaju promieniowaniem (mikrofalowym, podczerwonym, elektronowym, laserowym, jonizującym) oraz występowaniem skażeń radiologicznych, biologicznych i chemicznych w efekcie stosowania technologii laserowo wzbudzanej fluorescencji (priorytet wysoki);

W części 5.10. *Toksykologia*:

– zdolność do zabezpieczenia medycznego w odniesieniu do toksykologii (priorytet wysoki) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 43).

Potrzeby rozwijania priorytetowych zdolności operacyjnych Sił Zbrojnych RP generują konieczność wykorzystywania coraz to nowocześniejszych rozwiązań. Zatem w tym samym dokumencie powołano się na raport opracowany przez NATO Science and Technology Organization (NATO STO) pt. *Tech Trends Report 2017*. W raporcie wskazano obszary technologiczne, które będą się rozwijały w perspektywie krótkookresowej (do sześciu lat), średniookresowej (do 20 lat) i długookresowej (powyżej 20 lat). W perspektywie krótkookresowej ujęto m.in. analitykę prognozującą (*predictive analysis*) oraz media społecznościowe; w perspektywie średniookresowej m.in. rzeczywistość mieszaną (*Mixed Reality*); w perspektywie długookresowej m.in. sztuczną inteligencję (*Artificial Intelligence*) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 48; NATO, 2017b). Analityka prognozująca już jest obecna w niektórych systemach szkoleniowych. Dzięki niej na podstawie danych historycznych można przewidywać o sposobie zachowania się osób uczących się w przyszłości. Odnosząc się do rzeczywistości mieszanej, będzie to połączenie świata rzeczywistego i wirtualnego w celu stworzenia nowych środowisk szkoleniowych. Umożliwią one taką wizualizację miejsca, w której obiekty fizyczne i cyfrowe będą współistnieć i oddziaływać na siebie w czasie rzeczywistym. Sztuczny obraz będzie przekazywany przez wyświetlacz nagłowny. Mogą też być używane cyfrowe kokpity, które m.in. umożliwią wyko-

nywanie zadań bez użycia rąk (NATO, 2017, s. 7). Natomiast sztuczna inteligencja zostanie potencjalnie wykorzystana do zastąpienia „ludzkich decydentów", autonomicznego sterowanie robotem lub pojazdem, zautomatyzowanej fuzji informacji i wykrywania anomalii, operacji psychologicznych i inteligentnego nauczania podczas różnych misji wojskowych i pomocniczych (medycznych) (NATO, 2017, s. 8).

Tak technologicznie zaawansowane otoczenie z pewnością przyniesie zmiany w sposobie zwalczania zagrożeń CBRN, w tym w szkoleniach. Już dzisiaj istnieje konieczność przyglądania się nowinkom technologicznym, testowania nowych rozwiązań, a także wzmacniania potencjału dydaktycznego, łącznie ze środkami trwałymi i personelem.

Warto zaznaczyć, że w 2023 r. powstał dokument *Priorytetowe kierunki badań w resorcie obrony narodowej w latach 2021–2035* (Załącznik do Decyzji Nr 2/DIn Ministra Obrony Narodowej z dnia 10 stycznia 2023 r.) (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2023), w którym wymieniono wiodące technologie mogące wspierać walkę z zagrożeniami CBRN. Są to: sztuczna inteligencja, sensory, technologie kwantowe, biotechnologie i technologie wzmacniania możliwości ludzkiego organizmu. Wskazano również na konieczność rozwoju medycznych środków przeciwdziałania oraz diagnostyki, zapobiegania i leczenia następstw narażenia na czynniki CBRN.

Realizacja priorytetowych kierunków badań w resorcie obrony narodowej jest związana z rozwijaniem nowych technologii, a to wymaga powoływania interdyscyplinarnych zespołów projektowych, które będą w stanie dopasować swoje rozwiązanie do potrzeb danego ośrodka szkoleniowego oraz norm krajowych i międzynarodowych.

Analizując perspektywy międzynarodowe, należy wspomnieć o raporcie pt. *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Defense – Thematic Research* (*Obrona przed bronią masowego rażenia – badania tematyczne*), wydanym przez brytyjską firmę analityczną GlobalData Thematic Research i opublikowanym skrótowo na stronie internetowej amerykańskiego portalu army-technology.com, o raporcie NATO Science & Technology Organization (STO) z 2020 r. pt. Science & Technology Trends 2020–2040 (Trendy w nauce i technologii 2020–2040), a także o programie ramowym na lata 2021–2027 „Horyzont Europa" i priorytetowo traktowanych kluczowych technologiach wspomagających (Key Enabling Technologies – KET). Warto również przytoczyć dane Europejskiej Agencji Obrony na temat wyników ćwiczeń, które zostaną uwzględnione w przyszłorocznej rewizji unijnego planu rozwoju zdolności (Capability Development Plan), którą będzie kierować Agencja. Zostały one opisane w magazynie „European Defence Matters" pt. *Future military scenarios: evolution or revolution?*

Perspektywa światowa – GlobalData

W raporcie pt. *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Defense – Thematic Research* ukazano nowe technologie, które mają obecnie i będą miały w przyszłości wpływ na obronę przed bronią masowego rażenia. Jako motywację do zajęcia się tym tematem firma analityczna wskazała doświadczenia związane z COVID-19, wzrost popytu na inwestycje i zamówienia w zakresie badań CBRNE. W dokumencie wskazano przede wszystkim na wiodące technologie, takie jak: sztuczna inteligencja, internet rzeczy, urządzenia ubieralne, nanotechnologia, teledetekcja (GlobalData Thematic Research, 2021). W opisie trendów przedstawiono, że sztuczna inteligencja może być wykorzystywana w wykrywaniu zagrożeń CBRNE i obronie przed nimi, a także w szkoleniach i symulacjach. Zaawansowane systemy rozpoznawania twarzy i zachowań pomogą wykrywać anomalie w ważnych punktach kontrolnych pasażerów, takich jak lotniska, dworce kolejowe i porty. Ponadto mogą być użyteczne na platformach komunikacyjnych online oraz stosowane do wsparcia w zakresie podejmowania decyzji. W odniesieniu do internetu rzeczy – podłączone czujniki i elementy wykonawcze będą przeznaczone do kontrolowania i monitorowania środowiska, poruszających się w nim obiektów oraz ludzi. Internet rzeczy umożliwi uzyskanie pełnej świadomości sytuacyjnej i kontroli w różnych strefach konfliktu oraz w strefach niebezpiecznych. Z kolei urządzenia ubieralne mogą stać się niezbędne dla oficerów i żołnierzy, aby zwiększyć ich świadomość sytuacyjną i skuteczność bojową. W kwestii nanotechnologii może być ona wykorzystana w procesie likwidacji skażeń i usuwania potencjalnie szkodliwych substancji. Teledetekcja natomiast będzie z powodzeniem wykorzystywana do ulepszania pojazdów typu bezzałogowe pojazdy naziemne (*Unmanned Ground Vehicle* – UGV) i bezzałogowe statki powietrzne (*Unmanned Aerial Vehicle* – UAV). Ponieważ pojazdy bezzałogowe są wyposażane w coraz to doskonalsze czujniki, będą skuteczniejsze w wykrywaniu niebezpiecznych substancji chemicznych. Trendem przyszłości jest również wirtualna rzeczywistość, która umożliwia przede wszystkim osobom szkolonym podjęcie wirtualnych, symulowanych ćwiczeń w celu zdobycia doświadczenia do działania w świecie rzeczywistym w sposób oszczędny i bezpieczny, bez narażania się na niebezpieczeństwo. Wirtualnie skonstruowana symulacja niebezpiecznego scenariusza pozwala żołnierzom na zapoznanie się ze scenariuszami walki oraz zdobycie nowych umiejętności i technik niezbędnych do realizacji zaplanowanych zadań. Podczas gdy VR tworzy sztuczne środowisko, w którym użytkownik może bezpiecznie funkcjonować, rzeczywistość rozszerzona (*Augmented Reality* – AR) służy do ulepszania ćwiczeń na żywo w rzeczywistym środowisku poprzez nakładanie obrazów generowanych komputerowo na widziane przez użytkownika realne środowisko. Według GlobalData Thematic Research wymienione osiągnięcia nauki i techniki zostaną wykorzystane w nowatorskich rozwiązaniach CBRNE, aby przyspieszyć czas reakcji na zagrożenia i złagodzić ich negatywne skutki.

Perspektywa NATO

W raporcie NATO Science & Technology Organization (STO) z 2020 r. pt. *Science & Technology Trends 2020–2040* wyróżniono osiem wysoce powiązanych ze sobą trendów w nauce i technologii, takich jak: sztuczna inteligencja (AI), dane (*data*), autonomiczność (*autonomy*), przestrzeń (*space*), hipersoniczność (*hypersonics*), kwant (*quantum*), biotechnologia oraz materiały. Wymienione obszary są obecnie na początkowym etapie rozwoju lub przechodzą szybki, rewolucyjny rozwój. Taka sytuacja powoduje, że w nomenklaturze NATO STO pojawia się termin „powstające i przełomowe technologie" (*Emerging and Disruptive Technologies* – EDT). Termin ten można traktować jako dwie osobne kategorie: powstające technologie i przełomowe technologie. Powstające technologie (*emerging technologies*) są obecnie rozwijane lub ewoluują, lub są to takie technologie, które mają być dostępne w ciągu najbliższych pięciu – dziesięciu lat. W raporcie NATO STO wydłużono perspektywę czasową i zdefiniowano powstające technologie jako technologie lub odkrycia naukowe, które mają osiągnąć dojrzałość w latach 2020–2040 i nie są obecnie powszechnie używane lub ich wpływ na obronę Sojuszu, funkcje bezpieczeństwa i przedsiębiorstwa nie jest do końca jasny (Reding, Eaton, 2020, s. 2). Natomiast przełomowe technologie określa się angielskim terminem *disruptive technologies* (dosłowne tłumaczenie to „technologie burzące"), inaczej rewolucyjne, które zmieniają warunki tworzenia, funkcjonowania jakiegoś produktu albo procesu. Przełomowe technologie to takie technologie lub odkrycia naukowe, które mają mieć znaczący lub być może rewolucyjny wpływ na obronność, bezpieczeństwo lub funkcje przedsiębiorstwa NATO w latach 2020–2040. Obok tych dwóch terminów wyróżniane są jeszcze technologie konwergentne (*convergent*). To połączenia technologii, które powstają w nowatorski sposób, aby stworzyć efekt przełomowości (Redin, Eaton, 2020, s. 2). Co więcej, według tego raportu nie wszystkie powstające technologie będą przełomowe, nie wszystkie przełomowe technologie rozwijają się i nie wszystkie konwergentne technologie są napędzane przez powstające technologie. W publikacji NATO STO skoncentrowano się na tych technologiach, które ocenione zostały jako najbardziej przełomowe w perspektywie 20 lat, w tym na tych, które wyszły poza początkową fazę eksploracji, ale nie są jeszcze powszechnie wykorzystywane, czyli na technologiach konwergentnych (Reding, Eaton, 2020, s. 2). Za przełomowe technologie uznano Big Data oraz zaawansowaną analitykę, sztuczną inteligencję, autonomiczność (w robotyce, pojazdy bezzałogowe), technologie kosmiczne, hipersoniczne (*Hypersonic Weapon Systems* – HWS, systemy broni), technologie kwantowe, technologie bio- (Bio-& Human Enhancement Technologies; BHET; w tym ulepszania człowieka) oraz nowoczesne materiały i wytwarzanie. Natomiast wśród technologii konwergentnych, w których istnieje współzależność i synergia, wyróżniono następujące kategorie: *data-AI-Autonomy* (dane – sztuczna inteligencja i autonomiczność), data-quantum (dane – kwant),

space-hypersonics-materials (przestrzeń, prędkość hipersoniczna, materiały), *space--qquantum* (przestrzeń – kwant), *data-AI-biotechnologies* (dane – sztuczna inteligencja – biotechnologie), a także *data-AI-materials* (dane – sztuczna inteligencja – materiały). Można zatem zauważyć, że perspektywa NATO w zakresie wykorzystywania nowych technologii dla bezpieczeństwa, obronności, w tym wspominanych w raporcie szkoleń CBRN, jest bardzo szeroka i kompleksowa. Przyszły krajobraz naukowo-techniczny można opisać za pomocą następujących pojęć:

• Inteligentny: zintegrowana i integralna sztuczna inteligencja, możliwości analityczne i decyzyjne w całym spektrum technologicznym.

– Autonomia: autonomiczne systemy obsługujące sztuczną inteligencję, zdolne do autonomicznego podejmowania decyzji na pewnym poziomie. Takie systemy autonomiczne mogą być zrobotyzowane, oparte na platformie lub (cyfrowe) oparte na agentach.

– Inteligencja humanistyczna: bezproblemowa integracja systemów psycho--społeczno-technologicznych, wspierających ulepszone tworzenie zespołów człowiek – maszyna i zachowania synergiczne.

Analiza wiedzy: zaawansowane metody analityczne (w tym sztuczna inteligencja) eksplorujące duże zbiory danych i stosujące zaawansowaną matematykę celem formułowania spostrzeżeń, wiedzy i porad.

• Połączone: wykorzystanie sieci (lub siatki) nakładających się domen rzeczywistych i wirtualnych, w tym czujników, organizacji, instytucji, osób, autonomicznych agentów i procesów.

– Zaufana komunikacja: wykorzystanie technologii, takich jak technologie rozproszonych rejestrów (np. *blockchain*), dystrybucja klucza kwantowego (QKD), kryptografia postkwantowa i cyberagenci AI w celu zapewnienia zaufanych interakcji i wymiany informacji.

– Systemy synergiczne: rozwój mieszanych (fizycznych lub wirtualnych) złożonych systemów umożliwiających tworzenie nowych ekosystemów (np. inteligentnych miast).

• Rozproszone: zdecentralizowane i wszechobecne wykrywanie, przechowywanie, przetwarzanie, podejmowanie decyzji, badania i rozwój na dużą skalę.

– *Edge Computing*[10]: osadzanie pamięci, obliczeń i analiz/AI w agentach i obiektach blisko źródeł informacji.

– Wszechobecne wykrywanie: osadzanie tanich (lub tańszych) czujników w celu tworzenia dużych sieci czujników w domenach informacji o człowieku i fizyce.

[10] *Edge computing*, czyli przetwarzanie brzegowe, jest rozwiązaniem IT opracowanym z myślą o przenoszeniu danych i aplikacji bliżej użytkowników i „rzeczy", które z nich korzystają. APC (b.d.). *Co to jest Edge Computing?*, https://www.apc.com/pl/pl/solutions/business-solutions/edge-computing/what-is-edge-computing.jsp.

– Zdecentralizowana produkcja: wykorzystanie projektowania wspomaganego sztuczną inteligencją, nowatorskich materiałów i technologii druku 3D/4D (z materiałów mieszanych) w celu wspierania lokalnej produkcji i produkcji cyfrowej *just-in-time*.

– Zdemokratyzowana nauka i technologia: obniżenie kosztów projektowania i produkcji, zwiększenie zdolności obliczeniowych oraz szeroka dostępność informacji naukowo-technicznych zwiększą innowacyjność i generowanie nowatorskiej nauki.

• Digital: łączenie domeny ludzkiej, fizycznej i informacyjnej w celu stworzenia nowych rzeczywistości fizjologicznych, psychologicznych, społecznych i kulturowych.

– Cyfrowy bliźniak: cyfrowe symulakrum[11] jednostek fizycznych, biologicznych lub informacyjnych połączonych cyfrowo (często w czasie zbliżonym do rzeczywistego) z oryginałem, wspierające analizę predykcyjną, eksperymenty i ocenę.

– Rzeczywistość syntetyczna: tworzenie nowych, postrzeganych rzeczywistości poznawczych lub fizycznych w oparciu o integrację systemów psycho-socjo-technicznych. Takie rzeczywistości mogą mieć charakter rozszerzony, wirtualny, społeczny lub kulturowy (Reding, Eaton, 2020, s. 7–8).

W raporcie podkreślono, że państwa Sojuszu muszą prowadzić odpowiednie badania naukowe i techniczne w tych obszarach, aby opracować środki zaradcze jako odpowiedź na bieżące zagrożenia. Na przykład tak było i nadal będzie w przypadku zagrożeń CBRN, w przypadku których (medyczne) środki zaradcze zostały opracowane i przyniosły znaczące korzyści w walce z wirulentnymi chorobami, takimi jak ebola. Zauważono, że żywotność przewagi technologicznej może być coraz krótsza, ponieważ technologia jest coraz bardziej zglobalizowana i zdemokratyzowana. Dlatego sukces będzie domeną tych, którzy potrafią zaadaptować i wykorzystywać te technologie w swojej działalności (Reding, Eaton, 2020, s. 25).

Perspektywa NATO bardzo mocno podkreśla, że nie da się uciec od najnowszych rozwiązań. Trzeba je adaptować na potrzeby bezpieczeństwa człowieka i środowiska oraz patrzeć w przyszłość, aby dostosowywać je do coraz to nowszych uwarunkowań. Jak można zauważyć, nowe rozwiązania mają wspierać walkę z zagrożeniami, czyli usprawnić procesy reagowania na zagrożenia, a także pomagać w efektywnym dysponowaniu zasobami ludzkimi i kompetencjami, kierowaniu współpracą zespołu zwalczającego sytuację kryzysową, jak i programować odbiór społeczny i reakcje na zagrożenia oraz komunikować się w czasie kryzysu. Walka z zagrożeniami to też szkolenia, a wykorzystanie w nich nowych technologii zredefiniuje przyszłe procesy nauczania i uczenia się.

[11] Reprezentacja lub imitacja osoby lub rzeczy.

Perspektywa Unii Europejskiej oraz Europejskiej Agencji Obrony

W obecnym programie ramowym na lata 2021–2027 „Horyzont Europa" priorytetowo traktuje się sześć kluczowych technologii wspomagających (*Key Enabling Technologies* – KET). Są to: zaawansowana produkcja, zaawansowane materiały, technologie nauk przyrodniczych, mikro/nanoelektronika i fotonika, sztuczna inteligencja oraz bezpieczeństwo i łączność (EC, b.d.). Mogą one wspierać szkolenia CBRN w rozmaity sposób. Na szczeblu UE podkreśla się również, że złożoność zdarzeń CBRN i mnogość podmiotów zaangażowanych w tym obszarze powodują, że konieczne jest utrzymywanie wysokiej gotowości do zapobiegania i reagowania, silniejszej koordynacji na szczeblu UE oraz działań z partnerami zewnętrznymi, w szczególności ze Stanami Zjednoczonymi i z NATO. Wymaga to podejścia obejmującego wszystkie zagrożenia, holistycznej oceny na szczeblu politycznym oraz silnego przywództwa (Kaunert et al., 2021). Zatem przygotowanie UE na zagrożenia CBRN, w tym konieczność szkoleń, jest ujmowane globalnie i kompleksowo pod względem technologicznym.

Jedna z agencji Unii Europejskiej, Europejska Agencja Obrony (*European Defence Agency* – EDA) podkreśla, że wykorzystywanie nowoczesnych zdobyczy nauki i techniki w obszarze bezpieczeństwa i obronności jest nieuniknione. W tym zakresie Europejska Agencja Obrony (European Defence Agency) podczas ćwiczeń z technologicznego *foresightu* zidentyfikowała 10 scenariuszy, z których dwa odnoszą się do tematyki CBRN. Interdyscyplinarna grupa ekspertów w zakresie *foresightu*, tzw. przepowiadacze przyszłości (*Futures Tellers*), opisała w wielu narracjach wizję przyszłości (*Futures Narratives*), które mają poszerzyć perspektywę i wyobraźnię ludzi oraz zachęcić ich do nieszablonowego myślenia o tym, co może być możliwe do roku 2040+. Opisywana projekcja dotyczy również przewidywań w aspekcie wyzwań związanych z przyszłymi wydarzeniami. Na podstawie tych narracji eksperci przeprowadzili złożony proces myślowy i dyskusję (myślenie rozbieżne, myślenie zbieżne), z czego ostatecznie opracowano 10 przyszłych scenariuszy, czyli wydarzeń, które według ekspertów z dużym prawdopodobieństwem zmaterializują się w ciągu najbliższych 20 lat w Europie. Wszystkie wypracowane scenariusze są niezwykle istotne dla bezpieczeństwa i obronności (EDA, 2021). W pierwszym scenariuszu opisano nowoczesne pola bitwy, w których oprogramowanie i algorytmy będą determinować sukces misji wojskowych. Systemy będą wykorzystywać m.in. sztuczną inteligencję oraz szybsze sieci komunikacyjne. Drugi scenariusz odnosi się do kosmosu jako domeny wojskowej. Według tego scenariusza światowe mocarstwa będą dysponowały w pełni ugruntowanymi siłami kosmicznymi, co niesie ze sobą konieczność ustanowienia nowej koncepcji operacji, ram regulacyjnych i umów międzynarodowych. Trzeci scenariusz skupia się na wykorzystaniu wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, w tym połączeniu interfejsów mózg – komputer. Doprowadzi to do wszechobecnej robotyzacji

pola walki, a także wzrostu zdolności opartych na informacjach (również błędnych). Czwarty scenariusz zakłada dominację bezzałogowych i autonomicznych platform na polu walki. Integracja platform bezzałogowych w sferze wojskowej spowoduje liczne zmiany w strukturze i organizacji ministerstw obrony, zwłaszcza w zakresie wojskowej doktryny operacyjnej czy wyposażenia. Piąty scenariusz uwzględnia integrację oraz współpracę maszyn i ludzi, w której poważne wyzwania będą związane z etyką i regulacjami prawnymi. Szósty scenariusz, niezbyt optymistyczny, przewiduje rozprzestrzenianie się coraz bardziej wyrafinowanej broni biologicznej. Zmiany klimatyczne, globalna migracja i powstanie megamiast staną się inkubatorem nowych chorób, katastrof naturalnych oraz nowych, lekoodpornych drobnoustrojów wyhodowanych w wyniku powszechnego i niewłaściwego stosowania antybiotyków oraz innych leków. Pojawią się również zagrożenia biologiczne wynikające ze zdobyczy biologii syntetycznej i technologii edycji genów, które mogą być wykorzystywane jako broń biologiczna lub stanowić potencjalne zagrożenie biologiczne. Według siódmego scenariusza żołnierze będą mogli zwiększać swoje zdolności poznawcze i fizyczne dzięki biotechnologii, biologii syntetycznej, technologii programowania genów, a także dzięki interfejsom mózg – komputer. W ósmym scenariuszu jest mowa o mapowaniu dynamicznych środowisk w czasie rzeczywistym. Do 2040 r. wykrywanie kwantowe i nawigacja kwantowa zostaną znacznie udoskonalone, co zapewni możliwości mapowania w czasie rzeczywistym w każdym zmieniającym się środowisku. Dziewiąty scenariusz zakłada wykorzystywanie zjawiska dezinformacji: wykorzystanie fałszywych informacji stanie się bronią umożliwiającą wywieranie wpływu w zakresie kontroli bądź przeciwdziałania jakiejś sytuacji. Granice między domenami wojskowymi i cywilnymi będą się nadal zacierać. Ostatni, dziesiąty scenariusz dotyczy problemów środowiskowych, dostaw energii oraz zmian klimatycznych. Kwestie związane z klimatem i różnorodnością biologiczną staną się geostrategicznym motorem napędowym oraz przedmiotem konfliktów i konfrontacji. Również dostawy energii pozostaną głównym czynnikiem dominacji strategicznej. Z punktu widzenia obrony, pomimo ogromnych inwestycji poczynionych w nowe systemy wytwarzania i magazynowania energii, energia pozostanie krytycznym wyzwaniem dla większości systemów i operacji obronnych (EDA, 2021). Analizując przedstawione scenariusze, należy zauważyć, że sposób funkcjonowania człowieka oraz jego środowisko będą zupełnie inne niż dotychczas. Pojawią się nowe możliwości, rodzące się wyzwania, a także zagrożenia. Warto podkreślić, że w trzecim scenariuszu opisano wykorzystanie wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, a w szóstym założono pojawienie się zagrożeń biologicznych. Te scenariusze tworzą kontekst dla problematyki badawczej dotyczącej nowoczesnych szkoleń z zakresu obrony przed bronią masowego rażenia. Co więcej, podjęcie tej tematyki ma aspekt nie tylko naukowy, ale i pragmatyczny, ponieważ wypracowane na drodze badań nowoczesne rozwiązania mogą przysłużyć się skutecznemu zwalczaniu zagrożeń, a przez to mają charakter utylitarny.

Podsumowanie

Celem niniejszego rozdziału było przedstawienie uwarunkowań prawno-instytucjonalnych, w jakich funkcjonują szkolenia CBRN. Dokonano przeglądu dokumentów odnoszących się do szkoleń CBRN, ukazano działalność jednostek szkoleniowych wraz z ich ogólną charakterystyką oraz przeanalizowano nadchodzące zmiany technologiczne (ujęte jako trendy technologiczne), jakie będą miały znaczenie dla rozwoju szkoleń CBRN. Należy zaznaczyć, że krajowe/lokalne podmioty, które mogą szkolić z przeciwdziałania zdarzeniom CBRN, to straż pożarna, policja, służba zdrowia, wojsko, obrona cywilna, służby zarządzania kryzysowego, straż graniczna, SANEPID, Inspekcja Ochrony Środowiska, jednostki naukowo-badawcze czy firmy prywatne. Tak znacząca liczba tych podmiotów spowodowała, że odnosząc się do dokumentów na temat szkoleń CBRN, przyjęto ograniczenie badawcze i odniesiono się do resortu obrony narodowej, Unii Europejskiej oraz NATO. Ograniczenia dotyczyły również przeglądu centr szkoleniowych – skupiono się na krajowych ośrodkach wojskowych oraz centrach szkoleniowych skatalogowanych na stronie projektu eNOTICE (działają one w ramach wojska, służb ratowniczych, firm prywatnych, a nawet centr badawczych). Ostatecznie w zakresie analizy trendów technologicznych wpływających na szkolenia CBRN omówiono perspektywę resortu obrony narodowej, firmy analitycznej GlobalData, NATO, Unii Europejskiej oraz funkcjonującej w jej strukturze Europejskiej Agencji Obrony. Z pewnością nie są to jedyne dokumenty, które poruszają omawianą tematykę, jednak zostały one wybrane, gdyż odnosi się do nich wiele innych ważnych pozycji, w których opisywane są nadchodzące kierunki rozwoju szkoleń.

Analizując przedstawiony stan obecny, można stwierdzić, że uregulowania oraz baza dydaktyczno-szkoleniowa mogą stanowić znakomitą kanwę do wdrażania innowacyjnej działalności szkoleniowej w obszarze CBRN. Dlatego tworząc specjalistyczne ośrodki szkoleniowe, centra doskonałości oraz środowiska edukacyjne, należy nie tylko korzystać z dotychczasowych rozwiązań, ale również badać trendy rozwojowe. Dobrze wiedzieć, jaka technologia za kilka lat będzie miała potencjał rozwojowy, a co przestanie mieć wartość i perspektywy. Taka wiedza jest konieczna do przewidywania, w jakim obszarze można zastosować dane rozwiązania, jaki będzie ich szacowany koszt czy poziom akceptacji. Od transformacji technologicznej, która obejmie wszystkie dziedziny życia człowieka, nie tylko szkolenia, nie będzie można uciec.

Ponadto nauczyciele/trenerzy i osoby uczące się będą musieli sprostać wyzwaniom technologicznym i realizować proces dydaktyczny z wykorzystaniem chociażby niektórych rozwiązań, takich jak platformy 3D, wirtualne jaskinie czy analityka procesu uczenia się. Jest to bez wątpienia jeden z wątków poważnych zmian, jakie czekają społeczeństwa, a także ośrodki szkoleniowe. Nie wiadomo, czy w przyszło-

ści w unormowaniach dotyczących planowania, realizacji i ewaluacji szkoleń nie znajdą się zapisy dotyczące wyboru danej technologii, czy chociażby etyki w zakresie stosowania konkretnych rozwiązań, kontroli sztucznej inteligencji podczas pozyskiwania, przetwarzania danych na temat uczestników zajęć. Są to jednak zagadnienia, które będą przedmiotem dyskusji dopiero w momencie rozważania przyjęcia nowych rozwiązań.

Rozdział 3.

Badania i innowacje w obszarze nowoczesnych szkoleń CBRN

W rozdziale zdiagnozowano stan badań i innowacji w obszarze nowoczesnych szkoleń CBRN[1]. W tym celu dokonano próby udzielenia odpowiedzi na postawione pytanie badawcze o kształtowanie się działalności publikacyjnej i projektowej w przedmiocie badań. Skupiono się na takich aspektach, jak intensywność działalności publikacyjnej, dziedziny naukowe, w jakich pojawiają się publikacje i projekty, oraz tematy podejmowanych badań. Ponieważ dostępność informacji jest ustawicznie zwiększana, wszelkiego rodzaju aktywności naukowe czy projektowe są digitalizowane i dostępne w sieci. Ponadto wystąpienie sytuacji kryzysowych, ataków terrorystycznych, w których wykorzystywane są np. środki chemiczne, oraz ich nagłaśnianie wpływa nie tylko na nastroje społeczne, ale generuje kreowanie polityk związanych z generowaniem coraz to nowszych rozwiązań dla zwalczania zagrożeń CBRN. Z tego powodu wyrażono przypuszczenie, że **działalność publikacyjna i projektowa w obszarze CBRN oraz nowych technologii (wirtualnej, rozszerzonej, mieszanej rzeczywistości, sztucznej inteligencji) jest intensyfikowana, występuje głównie w dziedzinach nauk ścisłych i przyrodniczych oraz skupia się na tematyce minimalizacji ryzyka.** Aby zweryfikować poprawność tej hipotezy, przeprowadzono przegląd literatury oraz projektów. Pod uwagę wzięto publikacje z baz naukowych Web of Science oraz Scopus, a także projekty (krajowe oraz międzynarodowe) realizowane w konsorcjach przez uczelnie, instytuty badawcze, firmy prywatne, stowarzyszenia czy też instytucje komercjalizujące wyniki badań.

Przeprowadzony przegląd publikacji miał charakter jakościowo-ilościowy z uwagi na fakt, że wybrany dorobek publikacyjny zgromadzony w bazach naukowych można wyeksportować do programów zapewniających dalsze przetwarzanie: agregację, selekcję i wizualizację danych. Można go zaklasyfikować jako **systema-**

[1] Precyzując, obszar szkoleń CBRN oznacza odniesienie się do tematyki środków masowego rażenia oraz zagrożeń chemicznych, biologicznych, promieniotwórczych i jądrowych.

tyczny przegląd literatury[2] **naświetlający *state-of-the-art*** (prezentujący aktualny stan). Natomiast przegląd projektów miał jedynie charakter jakościowy, ponieważ nie doszukano się kompleksowych, światowych baz agregujących informacje na temat projektów dotyczących szkoleń CBRN i nowoczesnych technologii. Można go ująć jako **przegląd zakresu publikacji**[3] **w tematyce projektów**, również ukazujących aktualny stan wiedzy. Omówiono i przeanalizowano zatem projekty, które zostały zamieszczone w źródłach otwartych, na stronach internetowych, np. jednego z projektów unijnych. Nie będą to wszystkie istniejące obecnie projekty z obszaru CBRN, tylko takie, do których źródeł można było dotrzeć przez wiarygodne strony internetowe, znane autorce oraz rzeszy specjalistów z obszaru szkoleń CBRN. Wszystkie czynności badawcze przeprowadzono w czerwcu 2022 r.

Publikacje

Systematyczny przegląd literatury z wykorzystaniem ogólnoświatowych baz naukowych umożliwił rozpoznanie określonego wycinka rzeczywistości, jakim są badania oraz innowacje w eksplorowanym obszarze. Działalność publikacyjna była rozpatrywana przez pryzmat jej intensywności, obszarów naukowych, kierunków badań, czyli najczęściej pojawiających się tematów, a także podejmowanych w publikacjach aspektów metodycznych (form, metod i narzędzi dydaktycznych).

Ponieważ wstępne rozpoznanie publikacji w bazach WoS oraz Scopus ukazało niewielką liczbę doniesień literaturowych z omawianego obszaru, w badaniu nie wskazano określonego horyzontu czasowego. Rekordy mogą zatem pochodzić z odleglejszych lat (w bazie Web of Science najwcześniejszy rekord pochodzi z 2004 r., a w Scopus – z 1981 r.). Takie ujęcie pozwoli na uzyskanie pełnego obrazu sytuacyjnego i weryfikację, czy tendencje w publikowaniu są wzrostowe, czy też zanikają z powodu np. braku zainteresowania tematem.

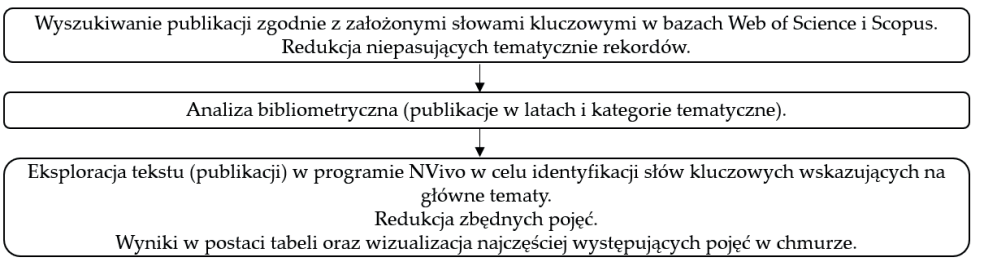
Jako materiał do obydwu analiz wykorzystano publikacje z wiodących światowych bibliograficznych baz danych (w których większość publikowanych tekstów

[2] Systematyczny przegląd literatury ma węższy zakres, nie wszystkie wyniki są prezentowane, kryteria doboru źródeł są ustalone na początku wyboru źródeł i są niezmienne. W takim przeglądzie uwzględnia się wykluczenie tekstów niespełniających przyjętych na początku badania warunków, a podczas prezentacji wyników tylko nieliczne badania są ujęte w publikacji. Synteza badań polega na agregacji danych. Można również przeprowadzać dodatkowe analizy, ryzyka uprzedzeń między badaniami (Ćwiklicki, 2020).

[3] W przeglądzie zakresu publikacji źródła mogą być ogólne, a kryteria ich doboru mogą się zmieniać. Prezentacja materiału polega na jego ilościowym opisie oraz analizie jakościowej, z której wnioski są ujęte tematycznie (Ćwiklicki, 2020).

jest w języku angielskim). Na dzień 15 czerwca 2022 r. w bazie Web of Science znajduje się powyżej 53 mln rekordów (Clarivative, 2022), a w bazie Scopus – powyżej 81 mln rekordów (Scopus, 2022). Oprócz tego, że wspomniane bazy indeksują teksty naukowe, patenty, to stanowią też znakomite narzędzia do wyszukiwania i analizy różnych publikacji naukowych (artykułów przeglądowych materiałów konferencyjnych, książek), czy też śledzenia kariery osobistej, po szeroko zakrojone analizy bibliometryczne i praktyki, oceny badań instytucjonalnych na wszystkich możliwych poziomach. Podczas ekscerpcji materiału nie stosowano żadnych ograniczeń związanych z rodzajem publikacji, językiem, autorem, zakresem dat, krajem, afiliacją czy słowami kluczowymi.

Niniejszy przegląd ma złożoną strukturę: uwzględnia wyszukiwanie/ekscerpcję materiału do badań (publikacje zgodne z zakresem tematycznym), analizę bibliometryczną oraz eksplorację tekstu (tzw. *text mining*) (rys. 2).



Rys. 2. Schemat badań – systematyczny przegląd literatury

Źródło: opracowanie własne.

W pierwszym etapie w celu ekscerpcji materiału do badań zastosowano tzw. wyszukiwanie Boolowskie (*Boolean search*). Zapytanie kierowane do wyszukiwarki jest traktowane jako zadanie logiczne i polega na korzystaniu z operatorów logicznych: AND (i/oraz), OR (lub), NOT (nie) oraz ich kombinacji. Używając spójnika AND pomiędzy wyrazem 1 a wyrazem 2, zostaną wyszukane dokumenty, w których występują jednocześnie oba słowa. Zastosowanie spójnika OR pomiędzy wyrazami 1–3 spowoduje wyświetlenie dokumentów, które zawierają przynajmniej jedno ze słów. W przypadku wyrazu NOT wyszukane zostaną dokumenty, które nie zawierają podanego słowa. W przedmiotowym badaniu NOT nie zostało użyte, a redukcja zbędnych rekordów została przeprowadzona ręcznie. Materiał do badań, tylko w przypadku możliwej do zaprezentowania liczby rekordów, został przedstawiony w formie tabel i zwięźle omówiony. Warto dodać, że dokładne wyjaśnienia dotyczące wyszukiwania z wykorzystaniem operatorów logicznych znajdują się na stronie Web of Science (Web of Science, 2020) oraz Elsevier (Elsevier, b.d.).

Drugi etap to analiza bibliometryczna oraz eksploracja tekstu. Należy wyjaśnić, że analiza bibliometryczna to popularna i rygorystyczna metoda eksploracji i analizowania dużych ilości danych naukowych. Pozwala wydobyć ewolucyjne niuanse określonej dziedziny, jednocześnie rzucając światło na pojawiające się w tej dziedzinie obszary (Donthu et al., 2021). W niniejszym badaniu analiza bibliometryczna polegała na automatycznej identyfikacji publikacji w przedziale czasowym, przypisaniu jej do kategorii dziedzinowych charakterystycznych dla poszczególnych baz. Bazy Web of Science oraz Scopus mają swoje własne kategorie opisu działalności naukowej. Ich pełna lista ujęta jest na stronie internetowej Web of Science Core Collection Help (Web of Science, 2020) oraz Scopus (Scopus, 2020). Artykuły mogą być przypisane do więcej niż jednej kategorii. Można próbować przełożyć te kategorie na klasyfikację dziedzin i dyscyplin naukowych w Polsce, ale porównania te nie będą precyzyjne. Kategorie dziedzinowe (tematyczne) – swoiste dla każdej z baz – będą dopasowane do klasyfikacji dziedzin i dyscyplin w Polsce, ujętej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r., a także do wątków tematycznych (najczęściej występujące pojęcia).

Trzeci etap to *text mining*, który umożliwił identyfikację tematyki publikacji. Badacze podkreślają znaczenie *text miningu* dla dokonywania szybkiego opisu publikacji, jej kategoryzacji oraz podsumowania (Thomas et al., 2011)[4]. Zatem na tym etapie dokonano próby identyfikacji najczęściej pojawiających się pojęć, które mogą stanowić wątki tematyczne poszukiwań naukowych. Narzędzie eksploracji tekstu stanowi program NVivo[5] i jego funkcja „Word Frequency Query", czyli analiza częstotliwości występowania słów. Taka analiza wymaga ręcznego usunięcia zbędnych rekordów, np. wyrazów technicznych, jak „Scopus", „https", lub niezwiązanych z tematem analizy, np. „study" („badanie"), „article" („artykuł"). Rezultatem automatycznej identyfikacji pojęć jest tabela oraz wizualizacja słów (głównych wątków) w chmurze.

Należy podkreślić, że z uwagi na operowanie anglojęzycznymi tekstami sposoby i wyniki wyszukiwania również będą w języku angielskim. W przypadku prezentacji wyników z programu NVivo tłumaczenia z języka angielskiego na język polski umieszczano w przypisach dolnych.

[4] Ujmując szerzej, metody *text miningu* umożliwiają wyszukiwanie informacji, pozyskiwanie dokumentów według wskazanych kryteriów, określenie charakteru dokumentu (tematyka, kluczowe zagadnienia, język sporządzenia), organizowanie struktury dokumentów czy wizualizację zasobów (Lula, 2005).

[5] Jest to pakiet oprogramowania do analizy danych jakościowych firmy QSR International. Program nie obsługuje języka polskiego, a przedstawione wyniki są w języku angielskim.

Na wstępie, w celu nakreślenia tła dla badania szerszego wycinka rzeczywistości, przeprowadzono wyszukiwanie ogólne, jeszcze nieuwzględniające pojęcia „szkolenia". Analiza ta miała na celu ukazanie spektrum zainteresowania samą tematyką CBRN oraz nowymi technologiami. Została ona ujęta w załączniku 1 pt. *Analiza pojęć z obszaru CBRN oraz nowych technologii*.

Badanie działalności publikacyjnej na temat szkoleń CBRN wspieranych nowymi technologiami rozpoczęto od bazy Web of Science, posiłkując się wzorem: (TS[6]=(CBRN* OR weapon of mass destruction OR chemical hazards OR biological hazards OR radiological hazards OR nuclear hazards) AND TS=(virtual reality OR mixed reality OR augmented reality OR artificial intelligence) AND TS=(training OR education))[7]. Należy zauważyć, że obok pojęcia „szkolenie" dodano wyraz „edukacja", która jest szerszym pojęciem i oznacza ogół procesów i oddziaływań, których celem jest zmienianie ludzi, przede wszystkim dzieci i młodzieży, stosownie do panujących w danym społeczeństwie ideałów i celów wychowawczych (Okoń, 2001, s. 87). Szkolenia natomiast są pojęciem węższym jako nauczenie prostych umiejętności i nawyków praktycznych, wymagających minimalnego przygotowania teoretycznego (Okoń, 2001, s. 382). Często w publikacjach te pojęcia występują razem. Ponadto w różnych krajach istnieją odrębne systemy edukacyjne, które elementy wiedzy i umiejętności z zakresu CBRN wplatają w główny nurt edukacyjny. Dlatego też, oprócz terminu „szkolenie", odniesiono się do „edukacji", tak aby wyszukiwanie było bardziej kompleksowe. Tak ujęta formuła wyszukiwania zwróciła wynik 23 rekordów. Siedem rekordów nie pasowało do zakresu wyszukiwania: pięć z uwagi na słowo „training", odnoszące się do trenowania algorytmów, a nie szkolenia osób; jedna publikacja zawierająca słowo „education" (edukacja), odnosząca się opisu życiorysu w wywiadzie; oraz jedna zawierająca słowo „train" w odniesieniu do wypadków kolejowych. Tych publikacji nie ujęto w wykazie.

Ujęty sposób wyszukiwania umożliwił identyfikację zaledwie 16 rekordów.

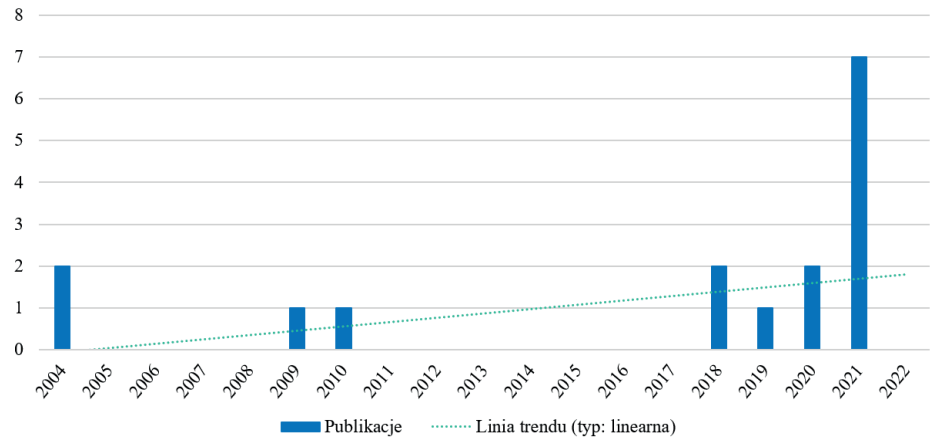
Otrzymany materiał zawiera publikacje z przedziału 2004–2022. Analizę bibliometryczną dotyczącą liczby publikacji w latach 2004–2022 przedstawiono na rys. 3.

Największa działalność publikacyjna przypada na rok 2021 (7 pozycji). Linia trendu pokazuje wzrost liczby publikacji w ostatnich latach.

---

[6] Wyszukiwanie miało charakter tematyczny (TS – *Topic search*, w jęz. wyszukiwanie tematyczne, w skrócie Temat).

[7] W języku polskim wzór na wyszukiwanie Boolowskie można przetłumaczyć następująco: (TEMAT=(CBRN* LUB broń masowego rażenia LUB zagrożenia chemiczne LUB zagrożenia biologiczne LUB zagrożenia radiologiczne LUB zagrożenia jądrowe) ORAZ TEMAT=(rzeczywistość wirtualna LUB rzeczywistość mieszana LUB rzeczywistość rozszerzona LUB sztuczna inteligencja) ORAZ TEMAT=(szkolenie LUB edukacja)).



Rys. 3. Publikacje w bazie Web of Science na temat szkoleń CBRN

Źródło: opracowanie własne.

W dalszej kolejności skupiono się na kategoriach Web of Science, które prezentują się następująco (tab. 1):

Tab. 1. Kategorie Web of Science oraz liczba przypisanych do nich publikacji na temat szkoleń CBRN

Kategorie Web of Science	Liczba publikacji	% z 16
informatyka i sztuczna inteligencja	6	37,50%
interdyscyplinarne zastosowania informatyki	6	37,50%
informatyka i systemy informacyjne	3	18,75%
chemia multidyscyplinarna	2	12,50%
informatyka i cybernetyka	2	12,50%
informatyka – inżynieria oprogramowania	2	12,50%
paliwa energetyczne	2	12,50%
systemy sterowania automatyką	1	6,25%
informatyka, teoria i metody	1	6,25%
edukacja i badania edukacyjne	1	6,25%

Źródło: opracowanie własne.

Można było się spodziewać, że skoro słowa kluczowe to „edukacja" i „szkolenie", to najwięcej publikacji będzie przypisanych do edukacji lub nauk społecznych. Jednak najwięcej z nich pojawiło się w obszarze informatyka i sztuczna inteligencja (6) oraz interdyscyplinarne zastosowania informatyki (6). W dalszej kolejności są to informatyka i systemy informacyjne (3), chemia multidyscyplinarna (2), informatyka i cybernetyka (2), informatyka – inżynieria oprogramowania (2), paliwa energetyczne (2) i inne, w tym edukacja i badania edukacyjne (1). Przekładając to

na polski system, dominuje tutaj dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych, a główną dyscypliną naukową, w której występują publikacje na temat szkoleń z zakresu CBRN i technologii, jest informatyka. Warto dodać, że dla podanego wyszukiwania wśród wiodących uczelni publikujących w tej tematyce jest Missouri University of Science and Technology, a także Akademia Sztuki Wojennej w Warszawie.

W zakresie *text miningu* przeprowadzono analizę częstotliwości słów, z ręcznym wykluczeniem zbędnych wyrazów: „one" („jeden"), „two" („dwa"), „different" („różny"), „may" („może" lub czasownik posiłkowy). Jak w poprzednim przypadku, usunięto również słowa kluczowe, które zostały wprowadzone do bazy. Wyniki prezentuje tab. 2.

Tab. 2. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

Wyraz[8]	Liczba wyrazów w tekście	%
electronics	21	1,25
simulation	20	1,19
game	18	1,07
devices	11	0,65
hazop	9	0,53
platform	9	0,53
environment	8	0,47
responders	8	0,47
flexible	7	0,42
testing	7	0,42
accident	6	0,36
applications	6	0,36
immersive	6	0,36
management	6	0,36
communication	5	0,30
control	5	0,30
digital	5	0,30
effective	5	0,30
military	5	0,30
network	5	0,30

Źródło: opracowanie własne.

[8] Tłumaczenie wyrazów kolejno od góry: elektronika, symulacja, gra, urządzenia, hazop (Hazard and Operability Study, czyli analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych często wykorzystywana do oceny ryzyka procesowego), platforma, środowisko, ratownicy, technologia, elastyczne, testowanie, wypadek, zastosowanie, zanurzony, zarządzanie, komunikacja, kontrola, cyfrowy, efektywny, wojskowy.

Wizualizację tych pojęć zaprezentowano w postaci chmury słów (rys. 4):

Rys. 4. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

Źródło: opracowanie własne.

Najczęściej pojawiające się pojęcia odnoszą się do elektroniki i symulacji (często ujmowanej jako metoda dydaktyczna), w dalszej kolejności do środowisk lub narzędzi edukacyjnych: platform, gier, urządzeń. Wątki tematyczne dotyczą analizy zagrożeń i zdolności operacyjnych, ratowników, zarządzania, wypadków. Podkreślane są również „elastyczność", „testowanie", „zanurzenie", a także „zarządzanie". Zatem metodą indukcji można uznać, że rozmaite narzędzia, środowiska mają wspierać minimalizację ryzyka (poprzez analizę zagrożeń i zdolności operacyjnych, bezpieczne działania ratowników, kwestie związane z zarządzaniem). Szczegółowy opis zidentyfikowanych publikacji znajduje się w tab. 3.

Tab. 3. Zidentyfikowane rekordy w bazie Web of Science na temat szkoleń CBRN

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
1	Development of Augmented Virtual Reality-Based Operator Training System for Accident Prevention in a Refinery	W artykule zaproponowano nowy system szkolenia operatorów sterowni oraz operatorów terenowych. System jest oparty na rozszerzonej rzeczywistości wirtualnej i ma wspierać działania operatorów w zakresie zapobiegania potencjalnym zagrożeniom w zakładzie chemicznym (Ko et al., 2021).
2	Using Virtual Reality to Demonstrate Glove Hygiene in Introductory Chemistry Laboratories	W publikacji przedstawiono, w jaki sposób VR można wykorzystać jako aktywne podejście do nauki bezpieczeństwa w laboratorium w zakresie prawidłowej higieny rękawic (Broyer et al., 2021).

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
3	A Fuzzy Accident Risk Analysis Approach for a Concurrent Engineering Platform	W artykule wykorzystano podstawy teorii rozmytej do oceny ryzyka wypadku, który może uszkodzić cel (np. ludzi, mienie lub środowisko). Proponowane podejście wykorzystuje symulacje w VR, programie CAD oraz AR (Shahrokhi, Bernard, 2021).
4	Immersive Technologies That Aid Additive Manufacturing Processes in CBRN Defence Industry	Testowanie unikalnych urządzeń lub ich odpowiedników pod kątem obrony przed bronią masowego rażenia uwzględnia procesy wytwarzania przyrostowego. W artykule podkreślono, że technologie immersyjne wspomagają wytwarzanie przyrostowe, a ich zastosowanie nie tylko pomaga zrozumieć procesy produkcyjne, ale także usprawnia ich projektowanie i polepsza jakość nowych rozwiązań (np. nowoczesne detektory), stosowanych również w szkoleniach (Gawlik-Kobylińska et al., 2021).
5	An immersive virtual reality platform for training CBRN operators	W obszarze zagrożeń CBRN konieczne jest wysokiej jakości szkolenie, aby uniknąć błędów, które mogą zagrozić powodzeniu operacji. Niemniej jednak ćwiczenia CBRN są często drogie i wymagają złożonego zarządzania. Aby sprostać tym problemom, Politecnico di Torino i Fundacja LINKS we współpracy z ekspertami CBRN z włoskich sił powietrznych opracowały prototyp platformy szkoleniowej Immersive Virtual Reality (VR). Platforma umożliwi operatorom CBRN samodzielnie lub zespołowe szkolenia, sprawdzając ich zdolność do przeprowadzania złożonych procedur operacyjnych w bezpiecznym środowisku cyfrowym, bez narażania zdrowia i życia (Lamberti et al., 2021).
6	Recent advances, scientific issues, key technologies and perspective of textile electronics	Artykuł zawiera kompleksowy przegląd i analizę na temat tekstylnych urządzeń elektronicznych, integracji systemów elektronicznych oraz aplikacji. Według autorów elektronika tekstylna może m.in. wykrywać potencjalne zagrożenia środowiskowe, takie jak substancje toksyczne i uderzenia spadających przedmiotów lub pojazdów. Możliwe jest jej zastosowanie również w szkoleniach (Tao et al., 2021).
7	Developing a scenario-based video game generation framework for computer and virtual reality environments: a comparative usability study	Poważne gry, które zapewniają nie tylko rozrywkę, ale mają na celu edukowanie ludzi, poprzez planowanie i realizację realnych zadań w określonym środowisku w interaktywny, wydajny i przyjazny dla użytkownika sposób. Szkolenie i planowanie w sytuacjach awaryjnych wymaga współpracy różnych jednostek. W artykule przedstawiono oparty na scenariuszach generator gier. Ponadto omówiono poważne gry (tj. grę szpitalną i grę BioGarden) oraz ich mechanizmy treningowe w obszarze CBRNE (Surer et al., 2021).

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
8	Toward HAZOP 4.0 Approach for Managing the Complexities of the Hazard and Operability of an Industrial Polymerization Reactor	W artykule przedstawiono propozycje nowej metodyki HAZOP, wykorzystywanej do analizy zagrożeń i zdolności operacyjnych. Autorzy na przykładzie procesu chemicznego – polimeryzacji styrenu – prezentują możliwości stworzonej platformy HAZOP 4.0, umożliwiającej dynamiczną symulację zdarzeń z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji z ich wizualizacją w wirtualnej rzeczywistości (zgodnie z założeniami Przemysłu 4.0). Omawiana metodyka może stać się punktem wyjścia do stworzenia kolejnych ważnych elementów Zarządzania Bezpieczeństwem Procesowym (Mokhtarname et al., 2020).
9	Physical object interaction in first responder mixed reality training	W artykule przedstawiono nowatorski system szkoleniowy wykorzystujący rzeczywistość mieszaną dla ratowników/personelu szybkiego reagowania (*first responders*). System umożliwia integrację obiektów fizycznych z wirtualnymi (Schönauer et al., 2020).
10	Development of Chemical Incident Response Training Program by Applying Virtual Reality Technology	Publikacja na temat opracowania programu szkoleniowego w zakresie reagowania na incydenty chemiczne poprzez zastosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości (An et al., 2019).
11	Digital Filmmaking in Chemical, Biological, Radiological and Nuclear First Responders Training	Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji filmowania cyfrowego w szkoleniu przygotowawczym ratowników chemicznych, biologicznych, radiologicznych i jądrowych (CBRN First Responders). Autorka proponuje tworzenie scenariuszy szkoleniowych mogą być realizowane i nagrywane w środowisku 3D, nagrywane, a następnie wykorzystywane jako krótkie filmy instruktażowe (Gawlik-Kobylińska, 2018).
12	Use of the Augmented REality Sandtable (ARES) to Enhance Army CBRN Training	Publikacja dotyczy wykorzystania rzeczywistości rozszerzonej w szkoleniach CBRN, w szczególności specjalistycznego środowiska przeznaczonego do wizualizacji przestrzeni bojowej oraz do interakcji z informacjami (Abich et al., 2018).
13	Simulating the C2SM 'Fast' Robot	W artykule opisano podejście do problematyki prowadzenia szkoleń dla operatorów robotów pracujących w środowiskach zanieczyszczonych (Codd-Downey et al., 2010).
14	SimRad.NBC – Simulation and information system for rescue units at CBRN disasters	Publikacja na temat projektu SimRad.NBC, którego podstawę stanowi system symulacyjno-informacyjny dla jednostek ratowniczych w przypadku katastrof CBRN (Rainer et al., 2009).

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
15	Modeling first-responder emergency sensors for virtual training	W publikacji podkreślono, że od 11 września 2001 r. szkolenie ratowników w ekstremalnych warunkach jest koniecznością, jednak zrobienie tego w bezpieczny sposób stanowi wielkie wyzwanie. Dlatego techniki modelowania i symulacji, takie jak rzeczywistość wirtualna, stanowią realną alternatywę dla tego typu działań (Berry, Hilgers, 2004).
16	Modeling chemical events within complex buildings for first responder virtual training	Artykuł dotyczy modelowania zdarzeń chemicznych w kompleksowej zabudowie na potrzeby wirtualnego szkolenia ratowników (Misra et al., 2004).

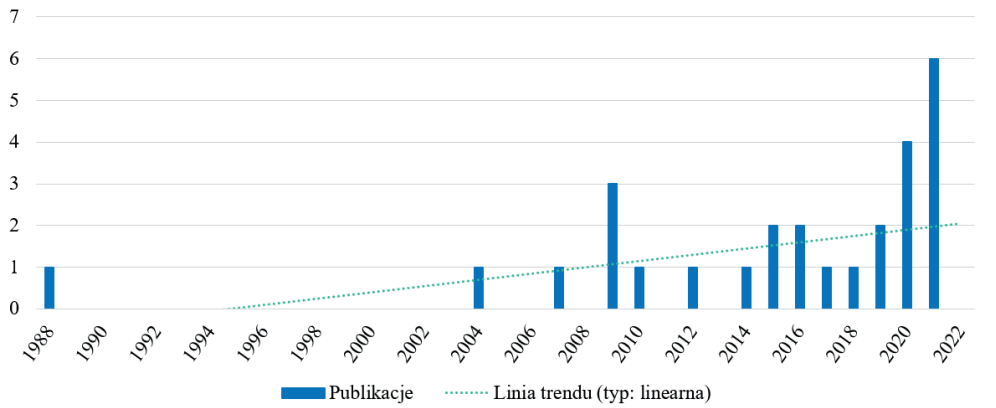
Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując tematyka publikacji dotyczy różnorodnej tematyki, obejmującej tworzenie systemu szkolenia operatorów, wirtualnej rzeczywistości w higienie pracy w laboratorium chemicznym, ocenę ryzyka występowania wypadków, szkolenia z wykorzystaniem platformy VR, rzeczywistości mieszanej, rozszerzonej (często wykorzystujące metodę symulacji), wykorzystanie tekstylnych urządzeń elektronicznych, również na potrzeby szkoleń, platform do zarządzania bezpieczeństwem procesowym, w tym szkoleniami, a nawet tworzenie filmów instruktażowych w wirtualnym świecie. Rezultaty przedstawionych badań mogą w istotny sposób przyczynić się do poprawy realizmu i jakości szkoleń ratowniczych, ale również do minimalizacja ryzyka związanego z zagrożeniami CBRN.

Korzystając z bazy Scopus, ekscerpcja materiału do badań odbyła się przy zastosowaniu wzoru: (TITLE-ABS-KEY[9] (cbrn*) OR TITLE-ABS-KEY (weapon AND of AND mass AND destruction) OR TITLE-ABS-KEY (chemical AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (biological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (radiological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (nuclear AND hazards) AND TITLE-ABS-KEY(virtual AND reality OR TITLE-ABS-KEY (augmented AND reality) OR TITLE-ABS-KEY(mixed AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (artificial AND intelligence) AND TITLE-ABS-KEY (training) OR (education)). Zidentyfikowano aż 48 pozycji. Jednak przeglądając dokładnie zawartość publikacji, 19 rekordów manualnie usunięto ze względu na skojarzenie słowa „training" z tematyką uczenia maszynowego oraz ze względu na trudne do zidentyfikowania artykuły ujęte w materiałach pokonferencyjnych, opatrzone ogólnikowym tytułem (ze względu na brak pełnego wglądu w poszczególne pozycje nie można było dokładnie ustalić, czy te rekordy wpisują się w zakres wyszukiwania). Usunięte rekordy to: 2022 r. – 1 pozycja, 2021 r. – cztery pozycje, 2020 r. – 1 pozycja, 2019 r. – 3 pozycje, 2018 r. – 1 pozycja, 2016 r. –

[9] Rozwinięciem skrótu TITLE-ABS-KEY jest TITLE+ABSTRACT+KEYWORDS (tytuł, abstrakt oraz słowa kluczowe).

2 pozycje, 2014 r. – 1 pozycja, 2012 r. – 2 pozycje, 2007 r. – 1 pozycja, 2006 r. – 1 pozycja, 2004 r. – 1 pozycja, 1991 r. – 1 pozycja. Pozostawiono zatem 29 publikacji (rys. 5).



Rys. 5. Publikacje w bazie Scopus na temat szkoleń CBRN

Źródło: opracowanie własne.

Publikacje na temat szkoleń CBRN oraz wykorzystania technologii datuje się od roku 1988, jednak do roku 2004 działalność publikacyjna była znikoma. Dopiero w ostatnich latach tematyka ta zyskała na znaczeniu. Najwięcej publikacji pojawiło się w 2020 oraz 2021 r. Linia trendu wskazuje wyraźny wzrost publikacji wraz z kolejnymi latami (tab. 4).

Tab. 4. Kategorie Scopus oraz liczba przypisanych do nich publikacji na temat szkoleń CBRN

Kategorie Scopus	Liczba publikacji	% z 29
inżynieria	15	51,7%
informatyka	14	48,2%
matematyka	10	34,4%
fizyka i astronomia	4	13,7%
nauka o materiałach	3	10,3%
nauka o środowisku	2	6,8%
nauki o ziemi i planetach	2	6,8%
inżynieria chemiczna	2	6,8%
nauki społeczne	1	3,4%
energia	1	3,4%

Źródło: opracowanie własne.

Najwięcej publikacji przypisano do kategorii inżynieria (15), informatyka (14) oraz matematyka (10). W dalszej kolejności pojawia się fizyka i astronomia (4), nauka

o materiałach (3), a najmniej opracowań dotyczy nauki o środowisku i inżynierii chemicznej – po dwie publikacje – oraz nauk społecznych i energii – po jednej publikacji. Przypisując te kategorie do polskich dziedzin i dyscyplin naukowych, główną dziedziną są nauki ścisłe i przyrodnicze (w dyscyplinach informatyka i matematyka) oraz dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych (w przypadku bazy Scopus jest to ogólna kategoria, dlatego dyscypliny nie zostały wymienione). Odnosząc się do nauk społecznych – z uwagi na specyfikę publikacji – można pokusić się o stwierdzenie, że wiodącą dyscypliną w dziedzinie nauk społecznych byłyby głównie nauki o bezpieczeństwie. Ponadto analizowana tematyka wpisuje się również w nauki o zarządzaniu i jakości oraz nauki o komunikacji społecznej i mediach (dla tematyki zarządzania kryzysowego, komunikowania o zagrożeniach). Jednak tę kwestię można najlepiej rozstrzygnąć, wykorzystując analizę częstotliwości słów. Omawiana tematyka jest przedmiotem zainteresowania naukowców w Austrii, Stanach Zjednoczonych, Francji, Korei Południowej.

Analiza zawartości publikacji w programie NVivo przeprowadzona w celu identyfikacji słów kluczowych ukazuje główne tematy (tab. 5). Warto przypomnieć, że wyniki analizy były poprzedzone usunięciem zbędnych wyrazów. Oprócz tych, które były wprowadzone do wyszukiwania, usunięto słowa: „keywords" („słowa kluczowe"), „https", „index" („indeks"), „record" („wynik"), „scopus", „com", „article", „study" („nauka", „studiować"), „aims" („cele"), „research" („badanie", „prowadzić badania"), „also" („także"), „but" („ale"). Wizualizację słów kluczowych przedstawia rys. 6.

Tab. 5. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

Wyraz[10]	Liczba w tekście	%
risk	74	1,05
analysis	68	0,96
safety	50	0,71
simulation	45	0,64
human	40	0,57
technology	39	0,55
management	35	0,50
environment	28	0,40
control	25	0,35
responders	25	0,35
decision	24	0,34
electronics	24	0,34

[10] Tłumaczenie wyrazów kolejno od góry: ryzyko, analiza, bezpieczeństwo, symulacja, ludzki, technologia, zarządzanie, kontrola, ratownicy, decyzja, elektronika, przetrwanie, inżynieria, ocena, współpraca (sieć), woda, komputer, pożar, neuronowe.

Wyraz	Liczba w tekście	%
survival	24	0,34
engineering	22	0,31
assessment	21	0,30
network	18	0,25
water	18	0,25
computer	17	0,24
fire	16	0,23
neural	16	0,23

Źródło: opracowanie własne.

Rys. 6. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

Źródło: opracowanie własne.

Mapa myśli (rys. 6) ilustruje częstość występowania słów kluczowych w analizowanych publikacjach. W obszarze edukacji i szkoleń na pierwszy plan wyłania się tematyka analizy oraz ryzyka (analiza ryzyka), bezpieczeństwa, symulacji, czynnika ludzkiego. Powracając do dziedzin i dyscyplin naukowych w aspekcie nauk społecznych, analiza częstotliwości słów sugeruje zarówno dyscyplinę nauk o bezpieczeństwie (np. słowo „bezpieczeństwo"), jak i zarządzania i jakości (np. słowa „zarządzanie" oraz „decyzja") .

W tab. 6 przedstawiono szczegółowy opis 29 publikacji zidentyfikowanych w bazie Scopus.

Tab. 6. Zidentyfikowane rekordy w bazie Scopus temat szkoleń CBRN

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
1	*The need for a broad-based introduction to radiation science within U.S. Medical schools' educational curriculum*	Potrzeba szerokiego wprowadzenia do nauki o radioterapii w ramach programu edukacyjnego amerykańskich szkół medycznych (Linet et al., 2021).

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
2	*Recent advances, scientific issues, key technologies and perspective of textile electronics*	Wcześniej omówiono (Tao et al., 2021)[11]. Patrz tab. 3, poz. 6.
3	*Development of augmented virtual reality-based operator training system for accident prevention in a refinery*	Wcześniej omówiono (Ko et al., 2021). Patrz tab. 3, poz. 1.
4	*An immersive virtual reality platform for training CBRN operators*	Wcześniej omówiono (Lamberti et al., 2021). Patrz tab. 3, poz. 5.
5	*A Fuzzy Accident Risk Analysis Approach for a Concurrent Engineering Platform*	Wcześniej omówiono (Shahrokhi, Bernard, 2021). Patrz tab. 3, poz. 3.
6	*OST-HMD for Safety Training*	W artykule przedstawiono SmartLab, który wykorzystuje rozszerzoną rzeczywistość za pomocą OST-HMD, co zapewnia realizm szkoleni, bez konieczności narażania na realne zagrożenia (Koenig et al., 2021).
7	*To Survive in a CBRN Hostile Environment: Application of CAVE Automatic Virtual Environments in First Responder Training*	W publikacji przedstawiono możliwości wykorzystania jaskini wirtualnej w szkoleniu personelu szybkiego reagowania (Maciejewski et al., 2020).
8	*Toward HAZOP 4.0 approach for managing the complexities of the hazard and operability of an industrial polymerization reactor*	Wcześniej omówiono (Mokhtarname et al., 2020). Patrz tab. 3, poz. 8.
9	*The role of industry 4.0 in construction occupational health (OH)*	W artykule omówiono technologie, które można wykorzystać w BHP w branży budowlanej. Autorzy podają przykłady, np. kamery termowizyjne w czasie rzeczywistym do wykrywania źródeł ciepła albo czujniki promieniowania lub analizatorów jakości powietrza mogą dostarczać informacji o środowisku pracy. Symulacje lub gry wykorzystujące rozszerzoną lub wirtualną rzeczywistość (VR) mogą być wykorzystywane w szkoleniu pracowników podczas działania w krytycznych sytuacjach (Smallwood et al., 2020).

[11] Warto dodać, że czasopisma WoS są indeksowane przez Scopus, dlatego podczas analizy bibliometrycznej znikoma liczba publikacji pojawia się dwukrotnie: są indeksowane w bazie WoS oraz Scopus.

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
10	*Physical object interaction in first responder mixed reality training*	Wcześniej omówiono (Schönauer et al., 2020). Patrz tab. 3, poz. 9.
11	*Development of chemical incident response training program by applying virtual reality technology*	Wcześniej omówiono (An et al., 2019). Patrz tab. 3, poz. 10.
12	*Experiential learning with sansar platform – A concept of military training*	Publikacja poświęcona możliwości wykorzystania wirtualnej wyspy Sansar w szkoleniach CBRN (Gawlik-Kobylińska, Maciejewski, 2019).
13	*Use of the augmented REality sandtable (ARES) to enhance army CBRN training*	Wcześniej omówiono (Abich et al., 2018). Patrz tab. 3, poz 12.
14	*Virtual environments for safety learning in construction and engineering: seeking evidence and identifying gaps for future research*	W publikacji dokonano przeglądu literatury na temat wykorzystania wirtualnego środowiska do nauczania bezpiecznych zachowań w budownictwie i inżynierii: poszukiwanie dowodów i identyfikacja luk dla przyszłych badań. W implikacjach autorzy odnoszą się do konieczności rozszerzenia badań literaturowych na wszystkie fazy zarządzania ryzykiem oraz m.in. w przemyśle chemicznym, naftowym i gazowym (Kassem et al., 2017).
15	*The safety assessment system based on virtual networked environment for evaluation on the hazards from human errors during decommissioning of nuclear facilities*	W artykule przedstawiono system oceny bezpieczeństwa w wirtualnym środowisku sieciowym służący do oceny zagrożeń spowodowanych błędami ludzkimi podczas likwidacji obiektów jądrowych (Jeong et al., 2016).
16	*Human-Robot Interaction*	HRI to szybko rozwijająca się dziedzina. Wyspecjalizowane roboty pod kontrolą człowieka sprawdziły się w niebezpiecznych środowiskach i zastosowaniach medycznych, podobnie jak wyspecjalizowane teleroboty pod kontrolą człowieka do zastosowań kosmicznych i powtarzalnych zadań przemysłowych. Wykorzystywane są również w obszarze szkoleń (Sheridan, 2016).
17	*5th International Defense and Homeland Security Simulation Workshop, DHSS 2015*	Seria artykułów poświęconych zagadnieniom CBRN, w tym nowoczesnym szkoleniom z tego obszaru (Longo et al., 2015).
18	*Towards an immersive virtual reality training system for CBRN disaster preparedness*	W artykule skupiono się na systemie szkoleniowym w rzeczywistości wirtualnej na potrzeby budowania gotowości na wypadek katastrof CBRN (Mossel et al., 2015).

Lp.	Tytuł publikacji	Opis
19	*Atmospheric dispersion modelling and health impact assessment in the framework of a CBRN-E training exercise in a complex urban configuration*	W artykule skupiono się na wykorzystaniu zaawansowanego modelowania dyspersji do reagowania kryzysowego na przykładzie ćwiczenia CBRN-E w Paryżu (Armand et al., 2014).
20	*A decision support system for identifying abnormal operating procedures in a nuclear power plant*	Publikacja na temat systemu wspomagania decyzji do identyfikacji nieprawidłowych procedur eksploatacyjnych w elektrowni jądrowej (Hsieh et al., 2012).
21	*Improving resilience of critical human systems in CBRN-emergencies: Challenges for first responders*	W artykule przeprowadzono badania na temat roli służb ratowniczych (tj. straży pożarnej, pogotowia ratunkowego, policji) jako systemu interwencyjnego mającego na celu zapewnienie odporności (Chroust et al., 2010).
22	*Overview of developmental and reproductive toxicity research in China: History, funding mechanisms, and frontiers of the research*	Przegląd badań toksyczności rozwojowej i reprodukcyjnej w Chinach: historia, mechanizmy finansowania i granice badań, wraz z zaznaczeniem obszaru edukacyjnego (Wu, 2010).
23	*Training and supporting first responders by mixed reality environments*	W artykule podkreślono rolę symulacji wspieranej MR w szkoleniu służby pożarniczej (Chroust et al., 2009).
24	*SimRad.NBC – Simulation and information system for rescue units at CBRN disasters*	Wcześniej omówiono (Rainer et al., 2009). Patrz tab. 3, poz. 14.
25	*Simulation as a new approach to first responders training*	Publikacja na temat szkolenia CBRN poprzez metodę symulacji w rzeczywistości mieszanej (MR) (Sturm et al., 2009).
26	*RE06: Fire-related research*	Publikacja dotycząca szkolenia służby pożarniczej, w której podkreślono, że rzeczywistość wirtualna lub symulacja to najwłaściwsza metoda szkolenia personelu („RE06: Fire-related research", 2007).
27	*Modeling first-responder emergency sensors for virtual training*	Wcześniej omówiono (Berry, Hilgers, 2004). Patrz tab. 3, poz. 15.
28	*Modeling chemical events within complex buildings for first responder virtual training*	Wcześniej omówiono (Misra et al., 2004). Patrz tab. 3, poz. 16.
29	*TOXPERT – an expert system for risk assessment*	W artykule omówiono TOXPERT – ekspercki system oceny ryzyka (Soto et al., 1988).

Źródło: opracowanie własne.

Publikacje ujęte w bazie Scopus skupiają się w dużej mierze na wykorzystaniu sztucznego środowiska, głównie VR, AR, do tzw. bezbolesnej nauki na błędach, czyli ćwiczeniach w bezpiecznym otoczeniu (symulacje) i ocenie ryzyka. Dotyczą też przygotowań na wypadek katastrof CBRN, szkolenia personelu szybkiego reagowania (first responders), analizy ryzyka, szkoleń wojskowych z zakresu CBRN w wirtualnym środowisku czy analiz programów nauczania. Wszystkie te zagadnienia wpisują się w tematykę minimalizacji ryzyka związanego z zagrożeniami CBRN.

Podsumowując, w badaniach przeprowadzonych z wykorzystaniem obydwu baz skupiono się na intensywności publikacyjnej, kategoriach naukowych, a także słowach kluczach. Analizując intensywność publikacyjną: liczba publikacji w bazie Scopus jest większa niż w bazie Web of Science (prawdopodobnie dlatego, że baza Scopus zawiera znacznie więcej rekordów od WoS). Jak można zaobserwować w obydwu bazach, lata 2019-2022 to wzrost działalności publikacyjnej. Może być to efekt digitalizacji treści lub medialnego nagłośnienia różnych incydentów.

Dominujące kategorie naukowe w WoS oraz Scopus to informatyka i sztuczna inteligencja, interdyscyplinarne zastosowania informatyki, informatyka i systemy informacyjne, informatyka, inżynieria, matematyka. Przekładając te kategorie na realia polskie, wpisują się one w dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych (w dyscyplinach informatyka, matematyka) oraz nauk inżynieryjno-technicznych (informatyka techniczna i telekomunikacja, ewentualnie inżynieria chemiczna, inżynieria materiałowa. W tym miejscu warto zaznaczyć, że w Strategii Bezpieczeństwa Narodowego 2020 wskazano na konieczność promowania nauk ścisłych w celu zwiększenia kompetencji technologicznych w zakresie bezpieczeństwa, w tym obronności (Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, 2020, s. 36).

Wśród najczęściej występujących pojęć (w obydwu bazach) pojawiają się odniesienia do symulacji, ryzyka, ratowników, technologii (edukacyjnej lub środowiska, narzędzi). Dotyczą one również elektroniki, gier, urządzeń, HAZOP platform, tematyki szkoleniowej, analizy bezpieczeństwa, zarządzania, środowiska (naturalnego lub elementu technologii) oraz kwestii związanych z kontrolą i elastycznością. Są zatem jednoznacznie związane z minimalizacją ryzyka dotyczącego zagrożeń CBRN.

Można ocenić, że analiza publikacji potwierdza prawdziwość przyjętej hipotezy, że działalność publikacyjna i projektowa w obszarze szkoleń CBRN oraz nowych technologii (wirtualnej, rozszerzonej, mieszanej rzeczywistości, sztucznej inteligencji) jest intensyfikowana i występuje głównie w dziedzinach nauk ścisłych i przyrodniczych, nauk inżynieryjno-technicznych oraz skupia się na tematyce minimalizacji ryzyka. Syntetyczne ujęcie uzyskanych rezultatów w rozbiciu na wyniki badań w bazach WoS oraz Scopus przedstawniono w tab. 7.

Tab. 7. Podsumowanie wyników badań z systematycznego przeglądu literatury w bazach WoS i Scopus

Wyniki wyszukiwania: obszar CBRN oraz nowe technologie w kontekście edukacji i szkoleń		
Baza	Web of Science	Scopus
Wzór (słowa kluczowe oraz operatory)	(TS=(CBRN* OR weapon of mass destruction OR chemical hazards OR biological hazards OR radiological hazards OR nuclear hazards)) AND TS=(virtual reality OR mixed reality OR augmented reality OR artificial intelligence) AND TS=(training OR education).	(TITLE-ABS-KEY (cbrn*) OR TITLE-ABS-KEY (weapon AND of AND mass AND destruction) OR TITLE-ABS-KEY (chemical AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (biological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (radiological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (nuclear AND hazards) AND TITLE-ABS-KEY(virtual AND reality OR TITLE-ABS-KEY (augmented AND reality) OR TITLE-ABS-KEY(mixed AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (artificial AND intelligence) AND TITLE-ABS-KEY (training) OR (education)).
Liczba publikacji	16	29
Lata, w których najczęściej pojawiały się publikacje	2021	2020, 2021
Najczęściej występujące kategorie naukowe wg baz	Informatyka i sztuczna inteligencja; interdyscyplinarne zastosowania informatyki; informatyka i systemy informacyjne.	Inżynieria, informatyka, matematyka.
Najczęściej występujące dziedziny i dyscypliny naukowe wg MNiSW	Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie informatyka.	Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych (w dyscyplinach informatyka i matematyka); dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych.
Najczęściej występujące pojęcia (10) na podstawie analizy częstotliwości słów	Elektronika, symulacja, gra, urządzenia, hazop, platforma, środowisko, ratownicy, technologia, elastyczne.	Ryzyko, analiza, bezpieczeństwo, symulacja, ludzki, technologia, zarządzanie, kontrola, ratownicy.

Źródło: opracowanie własne.

Projekty

Zastanawiając się, jak kształtuje się działalność projektowa w zakresie szkoleń CBRN, warto na początku przeprowadzić przegląd zakresu (wybranych)[12] projektów. Realizowane projekty są istotne dla reagowania na zmieniające się wyzwania. Powstające w ich zakresie innowacje krajowe lub na skalę światową wspierają sposoby przeciwdziałania, minimalizacji, reagowania na zagrożenia. Ich efektem są nowe rozwiązania. Istnieje wiele światowych inicjatyw, programów, które finansują projekty z zakresu CBRN: są to programy krajowe[13], Unii Europejskiej[14], inicjatywy NATO[15] czy inicjatywy regionalne. Nie sposób omówić wszystkich projektów, nawet z tych wiodących organizacji. Ponadto informacje bywają rozproszone i nie zawsze agencja (grantodawca) oferuje narzędzia do ich wyszukania. Pomimo tego warto podjąć próbę eksploracji tych zasobów, aby na podstawie dostępnych opisów tych projektów uzyskać informacje o kierunkach rozwoju innowacji w obszarze szkoleń CBRN.

Wśród krajowych projektów trudno doszukać się takich, które mają ściśle szkoleniową tematykę. Działania badawczo-rozwojowe skupione są głównie na innowacjach w zakresie oceny i diagnostyki systemów ochrony, detekcji materiałów wybuchowych, detekcji i identyfikacji skażeń, likwidacji skażeń. Przykładowe projekty to „Mobilne laboratorium do badania systemów sygnalizacji skażeń" (Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii w Warszawie – WiChiR, AMZ KUTNO S.A.); „System oceny i diagnostyki systemów ochrony przed bronią masowego rażenia (BMR) dla KTO ROSOMAK" (WIChiR, ROSOMAK S.A.); „Opracowanie innowacyjnego stacjonarnego systemu do wykrywania śladowych ilości materiałów wybuchowych" (WiChiR, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia – WITU, WIMECH S.C., Akademia WSB, Transfer Technologii Sp. z o.o.); „Przenośny Sygnalizator Skażeń Chemicznych" (WiChiR, WB Electronics S.A., Galwes Sp. z o.o.); „Przenośny

[12] Jak wspomniano, nie będą to wszystkie projekty dotyczące przedmiotu badań z uwagi na rozproszenie informacji w tym temacie. Stanowi to jedno z ograniczeń badawczych.

[13] Na przykład: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, programy i projekty w zakresie obronności i bezpieczeństwa.

[14] Na przykład: program ramowy w zakresie badań i innowacji na lata 2014–2020 (Horyzont 2020), 7. Ramowy Program Badań i Rozwoju Technicznego Komisji Europejskiej obejmujący lata 2007–2013 – FP7, programy, projekty badawcze finansowane przez Centra doskonałości UE ds. ograniczania ryzyka CBRJ UE (EU CBRN Risk Mitigation Centres of Excellence - CBRN CoE), Fundusz Bezpieczeństwa Wewnętrznego - Policja (2014-2020), Europejska Agencja Obrony, Erasmus+, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego czy Wspólnoty Europejskich Badań i Innowacji na rzecz Bezpieczeństwa (Community of European Research and Innovation for Security - CERIS).

[15] Na przykład: *Program NATO Science for Peace and Security* (*SPS*) czy przyszłe inicjatywy: CBRN (2022a, 2022b, 2022c).

detektor śladowych ilości trymetrycznego nadtlenku acetonu (TATP) i nadtlenku heksaminy (HMTD)" (WiChiR, WITU, Konwit); „Mobilny zestaw do analizy oraz likwidacji skażeń, wspierający działania kontrterrorystyczne na miejscu zdarzenia CBRN-E" (WiChiR, WITU, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii – WIHE, Uniwersytet Łódzki, Akademia Sztuki Wojennej, PSO MASKPOL S.A., NORD-COM Sp. z o.o., AMZ Bis Sp. z o.o.) (Gov.pl, 2022); „Mobilne laboratorium do poboru próbek środowiskowych i identyfikacji zagrożeń biologicznych (SFORA)" (WIHE, Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej, Wojskowa Akademia Techniczna, WIChiR, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Politechnika Warszawska, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Hydromega, AMZ-BIS, A&A Biotechnology, Krzysztof Kucharczyk Techniki Elektroforetyczne) (MEMS Lab, 2015); „Zaprojektowanie mobilnej platformy do wsparcia badań kryminalistycznych miejsc zdarzeń, w których może występować zagrożenie CBRN" (Politechnika Warszawska, Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Stanimex Sp.J., HAGMED) (clkp.policja.pl, b.d.); „Specjalistyczny zestaw do eksploracji śladów pochodzących z miejsc skażonych czynnikami CBRN – CBRN – BOX" (Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX" – Lider projektu, Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie, Akademia Wojsk Lądowych im. gen. T. Kościuszki we Wrocławiu, Przedsiębiorstwo LUBAWA S.A.) (Wojsko Polskie, 2022b). Projekty te stanowią przykłady innowacyjnych działań. Zazwyczaj nowoczesne rozwiązania powstające w ramach takich projektów są poddawane testom i często zawierają moduł szkoleniowy, którego celem jest nauka posługiwania się danych urządzeniem. Niezwykle aktywne podmioty w zakresie działań innowacyjnych to WIChiR, WITU, a także WIHE. Dziedziny, w których głównie powstały te projekty, to nauki inżynieryjno-techniczne oraz nauki ścisłe i przyrodnicze.

Skupiając się na projektach unijnych, warto wspomnieć o programie Horyzont 2020, dzięki któremu w międzynarodowych konsorcjach powstało wiele innowacyjnych rozwiązań. W specjalistycznej bazie webgate.ec.europa.eu, wpisując słowo kluczowe CBRN, można sprawdzić, w jakich dokładnie programach powstawały te rozwiązania, a także jakie dziedziny naukowe i jakie podmioty najczęściej zajmowały się tą tematyką (kryterium wyboru była wielkość dofinansowania UE). Tematy związane z CBRN to:

1) Chemical, biological, radiological and nuclear cluster (Klaster chemiczny, biologiczny, radiologiczny i jądrowy);

2) Crisis management topic 2: Tools for detection, traceability, triage and individual monitoring of victims, after a mass CBRNE contamination an/or exposure (Temat zarządzania kryzysowego 2: Narzędzia do wykrywania, identyfikowalności, segregacji i indywidualnego monitorowania ofiar po masowym skażeniu lub narażeniu na CBRNE);

3) Forensic topic 3: Mobile, remotely controlled technologies to examine a crime scene in case of an accident or a terrorist attack involving CBRNE materials (Temat w obszarze kryminalistyki 3: Mobilne, zdalnie sterowane technologie do badania miejsca przestępstwa w razie wypadku lub ataku terrorystycznego z użyciem materiałów CBRNE).

Wiodącymi obszarami były przede wszystkim inżynieria i technologia, nauki przyrodnicze, nauki społeczne, nauki humanistyczne (jest to podział zaproponowany przez autorów wyszukiwarki). Natomiast instytucje, które otrzymały największe dofinansowanie, to: Loughborough University (Wielka Brytania), Totalforsvarets Forskningsinstitut (Szwecja), Helsingin Yliopisto (Finlandia), Lingacom Ltd (Izrael), ITTI Sp. z o.o., Uniwersytet Łódzki (Polska), Technisch-Mathematische Studiengesellschaft Mit Beschrankter Haftung, Airsense Analytics Gmbh (Niemcy), Atos Spain SA (Hiszpania), Narodowy Uniwersytet Irlandii w Galway (Dania), Uniwersytet w Edynburgu (Wielka Brytania) (webgate.ec.europa.eu, 2022).

W zakresie tematyki projektów unijnych warto wspomnieć o długoterminowym projekcie „European Network Of CBRN TraIning CEnters Coordination and support action" (eNOTICE), realizowanym w okresie od września 2017 r. do sierpnia 2023 r. Jego cel to stworzenie paneuropejskiej sieci centrów szkolenia OPBMR, które będą funkcjonować pod wspólnie wypracowanymi ramami współpracy, a także katalogu projektów CBRN. Według założeń projektu eNOTICE szkolenia, symulacje i testowanie rozwiązań w obszarze obrony przed bronią masowego rażenia wymaga zbudowania takich relacji, które zapewnią spójność kierunków prowadzonych badań i umożliwią wymianę doświadczeń. Wymaga to analizy potencjału istniejących obiektów szkoleniowych i badawczych, ich infrastruktury, weryfikacji sposobu szkolenia, barier w zakresie wspólnych przedsięwzięć, określenia powiązań gospodarczych i prawnych czy też identyfikacji końcowych odbiorców rozwiązań przeznaczonych dla szkoleń OPBMR. Mapowanie tych elementów odnosi się do poziomów międzynarodowego, regionalnego, krajowego i lokalnego. Ramy współpracy uwzględniają jasno określone misje, realistyczne oczekiwania i odpowiednią strukturę zarządzania. Umożliwią one również budowanie zaufania między wszystkimi stronami. Oprócz tworzenia ram współpracy projekt eNOTICE skupia się na stworzeniu internetowej platformy informacyjnej i komunikacyjnej w celu dostarczania, udostępniania i rozpowszechniania informacji w trakcie i po zakończeniu projektu, by sieć eNOTICE była widoczna i atrakcyjna m.in. dla zewnętrznych interesariuszy. Taka platforma (zawierająca np. interaktywne fora, wspólne budowanie scenariuszy, bazy danych i udostępnianie dokumentów) ma zachęcać wszystkich interesariuszy do przedstawiania informacji, potrzeb i oczekiwań oraz dzielenia się nimi za pośrednictwem przygotowanych narzędzi internetowych. eNOTICE poprzez wdrożenie platformy skupiającej centra szkoleniowe i badawcze ma również na celu optymalizację gromadzonych zasobów (eNOTICE, 2021b). W skład

konsorcjum wchodzi aż 13 partnerów, w tym dwóch z Polski – Centrum Szkolenia Obrony przed Bronią Masowego Rażenia w Siłach Zbrojnych Rzeczpospolitej Polskiej, Akademia Sztuki Wojennej oraz Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy z Otwocka (eNOTICE, 2021a). Dotychczasowy rezultat projektu eNOTICE, czyli platforma współpracy w formie ogólnodostępnej strony internetowej, zawiera m.in.:

– katalog wspólnych przedsięwzięć, który można filtrować z uwzględnieniem następujących państw: Belgia, Czechy, Francja, Niemcy, Włochy, Turcja, Wielka Brytania; dat; formy dydaktycznej: ćwiczenia funkcjonalne (*functional exercises*), ćwiczenie na stanowisku dowodzenia (*command post exercise*), ćwiczenie stacjonarne (*tabletop exercise*), ćwiczenia w terenie, gra poważna (*serious game*), symulacja; ujęcia tematu: jednodyscyplinowy, interdyscyplinarny, nieokreślony; obszaru tematycznego w kontekście zagrożeń (chemiczne, biologiczne, radiologiczne, jądrowe, wybuchowe) oraz profesji (pożar, międzynarodowe akcje humanitarne, medycyna, policja i antyterroryzm, ratownictwo i pomoc, poszukiwania miejskie, inne).

– katalog centrów szkoleniowych można filtrować w kategorii: państw, rodzajów zagrożeń (chemiczne, biologiczne, radiologiczne, jądrowe, wybuchowe), a także profesji skatalogowanych pod hasłami: pożar, międzynarodowe akcje humanitarne, medycyna, policja i antyterroryzm, ratownictwo i pomoc, poszukiwania miejskie, inne; możliwości dojazdu środkami transportu (autobusem, samochodem, samolotem, pociągiem, szybkim pociągiem); obszaru szkoleniowego (parametry wyrażone w m^2 można wprowadzić w osobnych polach); udogodnień związanych z zakwaterowaniem (sala komputerowa, sala gimnastyczna, na miejscu jadalnia, noclegi na miejscu zakwaterowania *off-site*, pokój rekreacyjny, wi-fi).

– bazę publikacji oraz bazę projektów.

Należy podkreślić, że następuje systematyzacja projektów CBRN, co predestynuje tę tematykę do rangi nieprzypadkowej i coraz ważniejszej. Korzystając z katalogu eNOTICE, warto przytoczyć przykłady projektów przeznaczonych dla szkoleń CBRN lub zawierających komponenty szkoleniowe z powodu konieczności przyuczenia do korzystania z nowych rozwiązań.

1) BULLSEYE – „A harmonized response to chemical and biological terrorism", kwiecień 2019 – marzec 2022 r. Projekt dotyczył zwalczania terroryzmu chemicznego i biologicznego. Jego celem jest podnoszenie wiedzy i umiejętności ratowników we wszystkich państwach członkowskich UE w zakresie zapobiegania atakom terrorystycznym przy użyciu środków CBRN i materiałów wybuchowych, a także opracowanie skutecznych sposobów reagowania i zwalczania ataków chemicznych oraz biologicznych. W projekcie przewidziano opracowanie zestawu narzędzi trenerskich i zaprezentowanie go wszystkim państwom członkowskim UE. Ten zestaw narzędzi zawiera podsumowanie najlepszych praktyk i zidentyfikowanych

procedur. Projekt zrealizowano w następującym konsorcjum: Federalne Służby Wewnętrzne – Narodowe Centrum Kryzysowe (Belgia), Obronne Centrum CBRN Vught (Holandia), Policja Federalna (Belgia), Międzynarodowe Centrum Bezpieczeństwa Chemicznego (Polska), Uniwersytet Łódzki (Polska), Lynx Commando (Słowacja) (BULLSEYE, 2019).

2) DAREnet – „DAnube river region Resillience Exchange network", wrzesień 2017 – sierpień 2022 r. Projekt dotyczył stworzenia sieci praktyków w obszarze budowania odporności (*resilience*) na powodzie w regionie Dunaju. DAREnet był wspierany przez stale rozwijającą się interdyscyplinarną społeczność interesariuszy składającą się przede wszystkim z decydentów politycznych, naukowców, przemysłu. Konsorcjum składało się z 17 podmiotów z Niemiec, Austrii, ze Słowacji, z Węgier, Chorwacji, Serbii, Bułgarii, Polski, Francji oraz lidera – niemieckiego Federalnego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych (Bundesministerium Des Innern) (DAREnet, 2017).

3) Driver+ – „Driving Innovation in Crisis Management for European Resilience": maj 2014 – kwiecień 2020 r. Projekt dotyczył rozwijania innowacyjnej platformy do zarządzania kryzysowego. Główny cel projektu to sprostanie obecnym i przyszłym wyzwaniom wynikającym z coraz dotkliwszych skutków klęsk żywiołowych i zagrożeń terrorystycznych poprzez opracowywanie i wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, które odpowiadają na potrzeby operacyjne praktyków zajmujących się zarządzaniem kryzysowym. W projekcie przewidziany był moduł szkoleniowy, dzięki któremu przyszli użytkownicy mogli zapoznać się z nowym narzędziem. Projekt realizowany był przez 41 podmiotów ze Szwecji, z Austrii, Francji, Holandii, Niemiec, Norwegii, Danii, Wielkiej Brytanii, Portugalii, Irlandii, Polski, Belgii, Bułgarii, Estonii, których prace koordynuje firma prywatna z Hiszpanii, Atos Spain SA (DRIVER+, 2014).

4) ENCIRCLE – „European Cbrn Innovation for the maRket CLuster", marzec 2017 – wrzesień 2021 r. Projekt dotyczył klastra rynku CBRN, a jego główne cele to:

- stworzenie otwartego i neutralnego unijnego klastra CBRN, zapewnienie zrównoważonej i elastycznej wizji oraz mapy dla rozwoju europejskiego rynku CBRN i innowacji;
- zapewnienie integracji z platformami (systemami, narzędziami, usługami, produktami) poprzez zaproponowanie ustandaryzowanych interfejsów i przyszłych standardów UE po to, aby zintegrować technologie i innowacje z zakresu CBRN opracowanych w ramach projektów konkursu H2020-SEC-05-DRS CBRN Cluster;
- wsparcie usług komercyjnych i rynkowych w zakresie bezpieczeństwa, ochrony i obrony CBRN;
- poprawa i ułatwienie rozpowszechniania i wykorzystywania wiedzy na temat CBRN w Europie (ENCIRCLE, 2021b).

Innowacje dotyczące obszaru CBRN pod egidą ENCIRCLE dotyczą najczęściej tworzenia platform współpracy, narzędzi do identyfikacji, detekcji oraz monitoringu skażeń, zwalczania terroryzmu chemicznego i biologicznego, szkoleń na wypadek awarii radiologicznych i jądrowych czy szkoleń dla sektora ratownictwa medycznego (ENCIRCLE, 2021a).

5) ENLETS – „European Network of Law Enforcement Technology Services" - projekt trwający od 2008 r., współtworzony przez 29 członków. Grupę główną tworzy 11 państw. Projekt dotyczy pracowników organów ścigania zainteresowanych nawiązywaniem kontaktów z innymi praktykami. ENLETS to aktywna sieć organów ścigania, które dzielą się najlepszymi praktykami, aktywują współtworzenie i stymulują badania na rzecz egzekwowania prawa. Działalność wspierana jest przez Komisję Europejską oraz agencje europejskie, takie jak Europol i EU-Lisa. ENLETS otrzymuje bezpośrednie dotacje od Komisji Europejskiej i nie uczestniczy w projektach finansowanych przez UE jako partner konsorcjum. W strukturze ENLETS działają Grupy Interesów Technologicznych (Technology Interest Groups – TIGs), które poza aspektami technologicznymi koncentrują się na działalności szkoleniowej jako sposobie dzielenia się informacjami (ENLETS, 2022).

6) FIRE-IN – „The first European Fire and Rescue Innovation Network": maj 2017 – październik 2022 r. Założeniem projektu było budowanie możliwości rozwijania współpracy w zakresie tworzenia, ulepszania, animowania i rozwijania pierwszej europejskiej sieci straży pożarnej i ratownictwa, a także dostarczania gotowych rozwiązań dla bezpieczniejszych społeczeństw europejskich. Jeden z celów projektu stanowiło opracowywanie koncepcji bardziej efektywnego wykorzystania obiektów testowych, demonstracyjnych i szkoleniowych w zakresie wspierania innowacji i wspólnego rozwoju umiejętności. Projekt był koordynowany przez francuską firmę Association Pegase, a uczestniczy w nim 19 podmiotów z Niemiec, Włoch, Hiszpanii, Polski, ze Szwecji, z Grecji, Czech (FIRE-IN, 2017).

7) i-LEAD – „Innovation – Law Enforcement Agencies Dialogue": wrzesień 2017 – luty 2023 r. Projekt dotyczył badań nad bezpieczeństwem oraz rynku technologii dla organów ścigania. i-LEAD skupiał się na zdolności do monitorowania rynku badań i technologii w zakresie bezpieczeństwa. Obejmował pięć obszarów tematycznych: cyberbezpieczeństwo, działania służb prewencyjnych, kryminalistykę, przestępstwa transgraniczne i przestępstwa kryminalne. Mając w perspektywie powstanie zrównoważonej paneuropejskiej sieci LEA, projekt miał umożliwić lepsze dopasowanie i przyjmowanie innowacji przez organy ścigania. Jednym z celów projektu było zapewnienie puli zasobów (grup ekspertów) w celu wsparcia szkoleń, działań badawczych i incydentów bezpieczeństwa UE. W projekcie uczestniczyło 19 podmiotów z Belgii, Hiszpanii, Polski, Finlandii, Grecji, Włoch, Rumunii, Wielkiej Brytanii, Portugalii, Litwy, Cypru, pod przewodnictwem Holenderskiej Policji Narodowej (The National Police of The Netherlands) (i-LEAD, 2022).

8) ILEAnet – „Innovation by Law Enforcement Agencies networking": czerwiec 2017 – maj 2022 r. Projekt miał na celu zbudowanie trwałej organizacyjnej sieci praktyków Organów Ścigania (Law Enforcement Agencies – LEA) skoncentrowanej na badaniach i innowacjach zajmujących się wyzwaniami LEA. Zachęcając do takiej dyskusji między praktykami i ekspertami ze środowisk akademickich i przemysłowych, projekt miał pobudzić zdolności LEA do rozwijania i podejmowania badań oraz wpływania na nie, rozwoju i innowacji, które są przydatne i użyteczne dla LEA, a tym samym pomóc w rozwiązywaniu głównych problemów. Działania w ramach projektu obejmują również zarządzanie i ulepszanie Platformy Internetowej ILEAnet oraz projektowanie i przygotowywanie Warsztatów Publicznych ILEAnet. Konsorcjum składało się z 20 organizacji partnerskich z państw europejskich (z Francji, Austrii, Włoch, Wielkiej Brytanii, Irlandii, Węgier, Niemiec, Hiszpanii, ze Słowacji, z Łotwy, Estonii, Polski, Izraela, Cypru, Czech, Rumunii), koordynowanych przez Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Francji (ILEA.net, 2017). Projekt pośrednio wpływał na polityki związane z obszarem CBRN, zatem jest ujęty w katalogu eNOTICE.

9) IN-PREP – „An INtegrated next generation PREParedness programme for improving effective inter-organisational response capacity in complex environments of disasters and causes of crises": wrzesień 2017 – luty 2021 r. Projekt miał na celu stworzenie systemu szkoleniowego, który umożliwi siłom szybkiego reagowania wspólne szkolenia, planowanie i współpracę, tak aby ratownicy byli lepiej przygotowani na kryzysy transgraniczne. Koordynatorem był Institute of Communication and Computer Systems z Grecji, a partnerzy pochodzą z 20 państw, takich jak Holandia, Francja, Niemcy, Włochy, Wielka Brytania, Grecja, Irlandia (IN-PREP, 2017).

10) INCLUDING – „Innovative Cluster for Radiological and Nuclear Emergencies": sierpień 2019 – lipiec 2024 r. INCLUDING ma być klastrem obiektów i zasobów realizującym tzw. model federacyjny, w którym poszczególne komponenty będą ze sobą współpracować, aby zapewnić wspólne ramy dla optymalizacji wykorzystania wszystkich możliwości dostępnych w klastrze. Ma stanowić podstawę dla nowoczesnej, elastycznej sieci zapewniającej większe bezpieczeństwo radiologiczne i jądrowe w Europie. W projekcie powstaje zaawansowana platforma internetowa, która pozwoli na wypracowanie mapy współpracy pomiędzy instytucjami rządowymi, bezpieczeństwa i medycznymi, służbami przemysłowymi i innymi podmiotami. Projekt dotyczy również szkoleń na wypadek awarii radiologicznych i jądrowych (RN). Ma na celu zapewnienie pełnoprawnego i wszechstronnego szkolenia w sektorze bezpieczeństwa RN na poziomie europejskim, a także poszerzenie praktycznego know-how oraz wzmocnienie europejskich ram zrównoważonego szkolenia i rozwoju dla praktyków w sektorze bezpieczeństwa RN. INCLUDING łączy 15 partnerów z 10 państw członkowskich UE (Austria, Niemcy, Litwa, Węgry, Grecja, Portugalia, Finlandia, Polska, Portugalia, Włochy), skupiając infrastrukturę, sprzęt

i ekspertów działających w dziedzinie awarii radiologicznych i jądrowych. Przedsięwzięcie koordynowane jest przez Włoską Agencję ds. Nowych Technologii, Energii i Zrównoważonego Rozwoju Gospodarczego ENEA (INCLUDING, 2019).

11) MELODY – „To define, develop and deploy a harmonised CBRN training curriculum for first responders and medical staff": październik 2018 – listopad 2021 r. Projekt dotyczył zharmonizowanego programu szkoleniowego CBRN dla sektora ratownictwa medycznego. Ogólnym celem tego przedsięwzięcia było zaprojektowanie, opracowanie, przetestowanie, udoskonalenie i zapewnienie jakości zharmonizowanego programu szkolenia CBRN dla ratowników i personelu medycznego (CBRN), uwzględniając aktualne programy szkoleniowe i materiały, procedury i dorobek pozytywnie zweryfikowane w działalności, które są wykorzystywane i cenione przez instytucje szkoleniowe w Europie oraz potrzeby praktyków i możliwe różnice kulturowe. W projekcie uczestniczyły państwa takie jak: Belgia, Szwecja, Dania, Holandia, Węgry, Włochy, Słowacja i Polska. Koordynatorem było Belgijskie Centrum Badań Jądrowych (MELODY, 2022).

12) NO-FEAR – „Network Of practitioners For Emergency medicAl systems and cRitical care": czerwiec 2018 – maj 2023 r. Projekt skupiał się na tworzeniu ogólnoeuropejskiej sieci praktyków (m.in. personelu medycznego), którzy współpracując, wymieniając wiedzę i dobre praktyki, będą mogli wypracować wspólne zrozumienie potencjału innowacji, identyfikować luki operacyjne oraz określać obszary przyszłych badań. Ta multidyscyplinarna, wielonarodowa i wielosektorowa współpraca była wspierana przez narzędzia wirtualne, w tym platformę NO-FEAR. Project koordynował Universita Degli Studi Del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro z Włoch, a uczestniczyło w nim 17 partnerów z Włoch, Hiszpanii, Rumunii, Belgii, Norwegii, Austrii, Izraela, Francji, Holandii, Irlandii, Wielkiej Brytanii (NO-FEAR Project, 2018).

13) PANDEM-2 – „Pandemic Preparedness and Response": luty 2021 – styczeń 2023 r. Celem projektu było przygotowanie Europy do przyszłych pandemii poprzez opracowanie nowych rozwiązań dla efektywnego zarządzania pandemią w całej UE, w tym szkoleń. Projekt miał przyczynić się do budowania zdolności między państwami członkowskimi UE do reagowania na pandemie na zasadach transgranicznych. Koordynatorem projektu był National University of Ireland Galway, a uczestniczyło w nim 21 podmiotów z Niemiec, Belgii, Irlandii, ze Szwecji, z Holandii, Finlandii, Rumunii, Austrii, Francji, Wielkiej Brytanii, Włoch, Portugalii (PANDEM, 2021).

14) PROACTIVE – „PReparedness against CBRNE threats through cOmmon Approaches between security praCTItioners and the VulnerablE civil society": maj 2019 – kwiecień 2022 r. Projekt dotyczył wpływu zagrożeń CBRNE na grupy wrażliwe. Brał pod uwagę incydenty chemiczno-biologiczne, radiologiczne, nuklearne i wybuchowe (CBRNe), przypadkowe lub terrorystyczne, które mogą mieć

duży wpływ na społeczeństwo. Celem PROACTIVE było zwiększenie skuteczności praktyków w zarządzaniu dużymi i zróżnicowanymi grupami ludzi w środowisku CBRNe m.in. poprzez stworzenie innowacyjnych narzędzi, w tym platformy informacyjnej do użytku organów ścigania oraz aplikacji mobilnej dostosowanej do potrzeb grup wrażliwych. Koordynatorem projektu był Union Internationale Des Chemins De Fer z Francji, a uczestniczyło w nim 15 podmiotów z Wielkiej Brytanii, Francji, Czech, Niemiec, Rumunii, ze Szwecji, z Bułgarii, Hiszpanii, Ukrainy, Łotwy, Irlandii, Norwegii, Polski (PROACTIVE, 2019).

15) RESIST – „REsilience Support for critical Infrastructures' through Standardized Training on CBRN": listopad 2019 – październik 2021 r. Projekt dotyczył standaryzowanych szkoleń CBRN w zakresie infrastruktury krytycznej i miał na celu stworzenie przeszkolonych i wyposażonych „Grup interwencyjnych CBRNE" do działania w środowiskach skażonych CBRNE i zminimalizowania wpływu zdarzeń niszczących. Koordynatorem projektu było Associazione Ethic Safe z Włoch, a siedmiu partnerów pochodzi z Włoch oraz Rumunii (Project Resist, 2019).

16) SHOTPROS – „VR training for police response to emergencies": maj 2019 – kwiecień 2022 r. Tematyka projektu dotyczyła szkoleń VR dla policji. W projekcie zbadano wpływ psychologicznych i kontekstowych czynników ludzkich na zachowanie decyzyjne oraz sposób działania policjantów w stresie i w sytuacjach operacyjnych wysokiego ryzyka. Uwzględniając wyniki badań, opracowano program szkoleniowy wspierany VR. Konsorcjum składało się z 13 partnerów z sześciu krajów europejskich: Szwecji, Niemiec, Holandii, Belgii, Austrii, Rumunii. Koordynatorem był podmiot z Austrii – Usecon the Usability Consultants GMBH (SHOTPROS, 2019).

17) STAIR4SECURITY – „Standards, Innovation and Research for Security": styczeń 2019 – grudzień 2020 r. Projekt dotyczył standaryzacji w sektorze CBRNe. Jego głównym celem było stworzenie platform współpracy jako pojedynczego punktu dostępu do informacji o sektorze bezpieczeństwa, pochodzących głównie z działań badawczych, umożliwiającej lepsze zarządzanie potrzebami normalizacyjnymi w sektorach odporności na katastrofy i chemiczno-biologicznej, jądrowej i wybuchowej (CBRNe). Platforma miała umożliwić lepszy przegląd bieżących i nowych projektów realizowanych na poziomie krajowym, europejskim lub międzynarodowym oraz zapewnić większą koordynację między wszystkimi zainteresowanymi stronami, a także bardziej efektywne i terminowe reagowanie na krytyczne potrzeby zgodnie z uzgodnioną wizją strategiczną i określonymi priorytetami. Projekt był koordynowany przez Comite Europeen de Normalisation z Belgii, a uczestniczyło w nim pięć podmiotów z Austrii, Francji, Niemiec oraz ze Szwecji (CORDIS, 2022).

18) TERRIFFIC – „Tools for early and Effective Reconnaissance in cbRne Incidents providing First responders Faster Information and enabling better management of the Control zone": maj 2018 – kwiecień 2021 r. Projekt dotyczył tworzenia

narzędzi do rekonesansu CBRNe. Główną misją TERRIFFIC było opracowanie kompleksowego systemu komplementarnego, wzajemnie połączonego i modułowego oprogramowania i komponentów sprzętowych. Przedsięwzięcie znacząco wzbogacą możliwości reagowania na wydarzenia CBRNe. Jako zintegrowany system TERRIFFIC, udostępniony wszystkim praktykom UE w katalogu ENCIRCLE, umożliwia skuteczne reagowanie w pierwszych godzinach zdarzenia. Koordynatorem projektu był Arktis Radiation Detectors AG ze Szwajcarii, a partnerzy (11) pochodzili z Francji, Luksemburga, Danii, ze Słowacji (TERRIFIC, 2018).

19) TRANSTUN – „Transnational Tunnel Operational CBRN Risk Mitigation": maj 2017 – kwiecień 2019 r. Projekt dotyczył ograniczania ryzyka CBRN w tunelach transnarodowych. Jego celem było opracowanie znormalizowanego zestawu narzędzi dla państw członkowskich i operatorów transgranicznych tuneli drogowych i kolejowych w UE, aby wspólnie reagować na atak chemiczny/wypadek, zapewniając koordynację różnych organów krajowych, a tym samym tworząc procedury, które nie są sprzeczne z doktrynami krajowymi i ustawodawstwem krajowym. W zakresie oceny ryzyka podkreślono, że należy rozważyć działania szkoleniowe dostosowane do potrzeb, aby przeszkolić operatorów w zakresie zarządzania wczesnym stadium incydentu CBRN w celu poprawy regularnej koordynacji i komunikacji z ratownikami. Partnerstwo TRANSTUN obejmowało uczestników z Włoch (w tym z Uniwersytetu Tor Vergata oraz włoskich strażaków), Hiszpanii (Novadays, a także kilku użytkowników końcowych w obszarze CBRN) i Francji (Ouvry, szpital Lyon, kilka służb ratowniczych) (TRANSTUN, 2017).

20) EU-SENSE – „European Sensor System for CBRN Applications": maj 2018 – październik 2021 r. Projekt stanowił przełom w wykrywaniu substancji chemicznych poprzez opracowanie nowej sieci czujników, wykorzystującej zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego i modelowania. Specjalistyczny moduł szkoleniowy miał ułatwiać przyszłym użytkownikom korzystanie z innowacyjnego systemu. Koordynatorem projektu była firma ITTI Sp. z o.o. z Polski, a ośmiu partnerów pochodziło ze Szwecji, z Niemiec, Norwegii, Holandii oraz Wielkiej Brytanii (EU-SENSE, 2019),

Warto również wspomnieć o programie NATO Science for Peace and Security (SPS), który umożliwia tworzenie innowacji w obszarze szkoleń i CBRN. Jednym z założeń programu jest obrona przed czynnikami chemicznymi, biologicznymi, radiologicznymi i jądrowymi. Program SPS oferuje finansowanie, doradztwo eksperckie i wsparcie dostosowanych do potrzeb działań związanych z bezpieczeństwem cywilnym, które odpowiadają strategicznym celom NATO (NATO, 2020). Ponadto istnieje jeszcze społeczność NATO Innovation Hub, w której współpracują eksperci i innowatorzy z całego świata, aby stawić czoła wyzwaniom NATO i rozwiązaniom projektowym, również w tematyce CBRN (NATO Innovation Hub, 2022a). W 2022 r. NATO Innovation Hub ogłosiło konkurs (NATO Innovation Challenge)

w ramach CBRN Bio-odpowiedź, dotyczący innowacyjnych rozwiązań w obszarze: identyfikacji, ostrzegania, oceny i zarządzania zagrożeniami biologicznymi w celu ochrony sił NATO, sojuszników i podmiotów cywilnych. Rozwiązania mogą obejmować dowolną kombinację metodologii, koncepcji, technik i technologii (NATO Innovation Hub, 2022b). Należy zaznaczyć, że specyfika inicjatyw i projektów NATO nakłada określone ograniczenia informacyjne, a część działań jest niejawna, dlatego ta problematyka prezentowana jest bardzo ogólnikowo.

W zakresie zwalczania zagrożeń CBRN warto wspomnieć o inicjatywach europejskich, które są rozszerzone na inne regiony, czego przykładem jest Projekt 53, który proponuje wzmocnienie krajowych ram prawnych w zakresie CBRN oraz podkreśla konieczność szkolenia w zakresie bezpieczeństwa biologicznego w krajach Azji Środkowej. Projekt jest częścią inicjatywy Unii Europejskiej European Union Chemical Biological Radiological and Nuclear Risk Mitigation Centres of Excellence Initiative (EU CBRN CoE), która została uruchomiona w odpowiedzi na potrzebę wzmocnienia zdolności instytucjonalnych krajów spoza Unii Europejskiej do ograniczania zagrożeń CBRN. Zagrożenia te mogą powstać celowo (np. atak na japońskie metro z użyciem sarinu), przypadkowo (np. Bhopal) lub naturalnie (np. świńska grypa). Ta inicjatywa UE jest prowadzona, finansowana i wdrażana przez Komisję Europejską w ścisłej koordynacji z Europejską Służbą Działań Zewnętrznych (ESDZ) oraz przy wsparciu ONZ (UNCRI) i innych organizacji międzynarodowych oraz lokalnych ekspertów, w tym Międzynarodowego Centrum Nauki i Technologii (International Science and Technology Centre)[16]. Projekt 53 jest realizowany w następujących krajach partnerskich: Republika Kazachstanu, Republika Kirgiska, Mongolia, Islamska Republika Pakistanu, Republika Tadżykistanu, Republika Uzbekistanu. Projekt ma na celu podniesienie świadomości w zakresie bezpieczeństwa biologicznego i ochrony biologicznej wśród krajowych interesariuszy w krajach partnerskich oraz promowanie współpracy krajowej i regionalnej w przedmiotowym obszarze. Kolejnym celem jest zmniejszenie ryzyka proliferacji poprzez rozwój i promocję bezpiecznego i odpowiedzialnego postępowania w dziedzinie nauk biologicznych (NTI, b.d.).

Analizując opisy projektów, można zauważyć, że wiele z projektów dotyczy wykorzystania platform 2D, aplikacji mobilnych, sztucznej inteligencji oraz wirtualnej rzeczywistości, a ich tematyka jest różnorodna: dotyczy zwalczania chemicznego i biologicznego terroryzmu, kreowania platform na rzecz budowania współpracy, zarządzania kryzysowego, a także monitorowania rynku badań i technologii w zakresie bezpieczeństwa, systemu szkoleniowego dla różnych podmiotów angażo-

[16] Międzynarodowe Centrum Nauki i Technologii (ISTC) jest organizacją międzyrządową założoną w 1992 r. na mocy porozumienia między Unią Europejską, Japonią, Federacją Rosyjską i Stanami Zjednoczonymi.

wanych w zwalczanie zagrożeń CBRN, mitygacji ryzyka, opracowania innowacyjnych urządzeń do rekonesansu CBRN. W niektórych projektach, choć wiodącym celem nie są szkolenia, proponowane rozwiązania zawierają moduły szkoleniowe, które są konieczne, aby zapoznać użytkownika z danym rozwiązaniem. Przykładem jest wspomniany projekt EU-SENSE, którego celem było stworzenie unikatowego systemu wykrywania niebezpiecznych substancji chemicznych, ale konieczne było przeszkolenie nowych użytkowników z zasad jego użytkowania.

Omówione projekty dotyczą perspektywy ostatnich 10 lat. Ich dynamiczny wzrost nastąpił w przeciągu ostatnich czterech – pięciu lat wraz z pojawianiem się powstałych z myślą o nich programach unijnych. Należy jednak pamiętać, że znaczącym ograniczeniem tej analizy jest dostęp do informacji o projektach, który jest zależny od aktywności popularyzujących projekt czy intensywności upowszechniania jego rezultatów. Niemniej jednak projekty o tematyce szkoleń CBRN oraz nowoczesnych technologii są coraz bardziej widoczne w działalności badawczo-rozwojowej. Podobnie jak w przypadku publikacji mieszczą się one w obszarze nauk ścisłych i przyrodniczych, nauk inżynieryjno-technicznych i skupiają się na tematyce minimalizacji ryzyka.

Podsumowanie

W rozdziale przeprowadzono przegląd publikacji oraz projektów, ukazując w ten sposób badania oraz innowacje w obszarze nowoczesnych szkoleń CBRN.

Uwzględniając wyniki badań, oceniono/uzasadniono/udowodniono/potwierdzono, że **działalność działalność publikacyjna i projektowa w obszarze CBRN oraz nowych technologii (wirtualnej, rozszerzonej, mieszanej rzeczywistości, sztucznej inteligencji) jest intensyfikowana, występuje głównie w dziedzinach nauk ścisłych i przyrodniczych, a tematyka badań najczęściej dotyczy minimalizacji ryzyka.** Minimalizacja ryzyka rozumiana jest jako podejmowanie interwencji mających zapobiegać działaniom niepożądanym, w których dochodzi do ekspozycji na szkodliwe czynniki, lub zapewniać minimalizację rażącego działania tych czynników na człowieka i środowisko w przypadku wystąpienia zdarzeń CBRN.

Tak zaprojektowane badania naukowe miały zakładały pewne ograniczenia. Pierwsze wynikało z eksploracji jedynie dwóch wiodących baz: Web of Science oraz Scopus. Wprawdzie możliwe jest wykorzystanie popularnej wyszukiwarki Google Scholar – wyniki pojawią się nie tylko w języku angielskim, ale i w polskim – lecz zazwyczaj korzystanie z wielu słów kluczowych jednocześnie (takich samych jak w WoS i Scopus) przynosi rozproszone rekordy (załącznik 2). Autorka zdawała sobie sprawę z istnienia literatury z obszaru CBRN oraz wyłaniających się technologii, dlatego dokonała próby odnalezienia polskojęzycznych rekordów przy zbliżonych parametrach

wyszukiwania poza WoS i Scopus. Założono jednak, że zasadnicze rezultaty wyszukiwania nie będą precyzyjne i potrzebne będzie skorzystanie z ograniczonej liczby słów kluczowych, aby dotrzeć do właściwych publikacji. Warto zaznaczyć, że ograniczając się do WoS oraz Scopus, badany wycinek rzeczywistości nie obejmował tzw. szarej literatury, czyli publikacji, które nie były recenzowane. Nie obejmował również wielu polskojęzycznych źródeł, które były recenzowane. W tym miejscu należy wskazać na polskie bazy publikacji, jak: BazHum – bibliograficzna baza polskich naukowych czasopism humanistycznych i społecznych; BazTech – bibliograficzno-abstraktowa baza danych rejestrująca polskie czasopisma z zakresu nauk technicznych, ścisłych i ochrony środowiska; Biblioteka Nauki CEON (obecnie Biblioteka Nauki); CEJSH – Central European Journal of Social Sciences and Humanities – ogólnodostępna baza danych publikująca angielskie streszczenia publikacji wydawanych m.in. w Polsce. Jednak nie w każdej z nich istnieje możliwość wyszukiwania zaawansowanego, czyli zestawiania słów kluczowych w taki sposób, aby otrzymać określone rekordy. Ponadto nie w każdej bazie możliwy jest dostęp do abstraktu, w którym pojawiają się również słowa związane z zakresem wyszukiwania. Minimalizując zagrożenia techniczne w tym zakresie, zdecydowano się na ograniczenie wyszukiwania do dwóch wiodących baz, w których sposób wyszukiwania oraz możliwości eksportu danych są bardzo podobne. Dało to możliwość swobodnej analizy tekstu, bez konieczności weryfikowania, czy zaimportowano do analizy wszystkie wyszukane rekordy. Można dodać, że poleganie na literaturze światowej, której źródłem są uznane bazy, stanowi dążenie do rzetelności i wiarygodności badań naukowych dla bezpieczeństwa w wymiarze globalnym.

Drugie ograniczenie badawcze dotyczyło rekordów mogących odnosić się do homonimów, słów, które mają taką samą pisownię, a inne znaczenie. Przykłady to słowa „train" (może oznaczać „kolej", „pociąg", ale też „szkolić", „szkolenie") oraz „learning" („uczenie się"), które odnosiły się do uczenia się algorytmów albo ludzi. W przypadku, jeśli liczba rekordów nie jest zbyt wysoka, tj. nie przekracza możliwości poznawczych człowieka, analiza może być dokonywana ręcznie, na zasadzie zapoznawania się z tematyką, ze słowami kluczowymi oraz z abstraktem każdej publikacji. Wówczas istnieje szansa na redukcję błędów w identyfikacji kategorii dziedzinowych oraz obszarów tematycznych. W obydwu bazach można dokonać rozgraniczenia pomiędzy tematami nieistotnymi – chociażby poprzez wykorzystanie wcześniej wspomnianego słowa NOT. Ale w tym przypadku, biorąc pod uwagę wspomniany homonim „train", byłoby bardzo trudno dobrać do niego inne wyrazy, które różnicowałyby tematykę kolei od szkoleń. W przypadku słowa „learning" byłoby to łatwiejsze poprzez dodanie do niego słowa „machine" (*machine learning* – uczenie się maszynowe). Omawiane ograniczenie badawcze przezwyciężono poprzez autorską/samodzielną weryfikację otrzymanych wyników. Ten sposób może przekonać odbiorcę o właściwym doborze materiału do badań. Warto zaznaczyć,

że taka prezentacja była możliwa jedynie w przypadku ograniczonej liczby pozycji (w przypadku niniejszej pracy to 29 pozycji). Większa liczba wierszy zaburzyłaby już układ pracy poprzez nacisk na prezentację zbyt dużej ilości danych.

Trzecim ograniczeniem była redukcja wyrazów w programie NVivo podczas czynności wyszukiwania najczęściej występujących wyrazów (Word Frequency Query). Tak zwane *stop words*, wyrazy zbędne, to np. „source" („źródło), „use" („użycie"), „aim" („cel"), „research" („badanie"), „but" („ale"), „and" („i/oraz"), „also" („także"). Usunięto również wyrazy takie jak „CBRN", „weapon", „mass", „destruction", „chemical", „biological", „radiological", „hazards", „nuclear", „virtual", „augmented", „mixed", „reality", „artificial", „intelligence", czyli słowa kluczowe, które zostały wprowadzone do bazy, żeby nie generowały niepotrzebnych danych. Redukcja tych wyrazów polegała na ujęciu ich z listy najczęściej występujących słów. Jest to czynność zabarwiona subiektywizmem i można tutaj dostrzec pewną słabość w jakościowej analizie danych. Aby zobiektywizować ten sposób postępowania, najczęściej powołuje się grupę badaczy, która typuje tzw. *stop words*, określając, które wyrazy są zbędne. Jednak w przypadku pracy samodzielnej powołanie takiej grupy mogłoby rodzić wątpliwości natury samodzielności pracy badawczej. Próbując zminimalizować słabość tej procedury, za każdym razem podawano listę zbędnych słów, które nie pojawią się w analizie obszarów tematycznych.

Czwartym ograniczeniem była interpretacja tematów, jakie pojawiają się po uzyskaniu wyników z „Word Frequency Query". Wizualizowane w chmurze słowa mogą odnosić się do więcej niż jednego kontekstu, np. „environment" („środowisko") może odnosić się do środowiska technologicznego lub naturalnego. Ponadto wyniki podlegały interpretacji tylko jednego badacza. Podobnie jak poprzednio najlepszym rozwiązaniem jest powołanie grupy badaczy do określenia obszarów tematycznych na podstawie pojawiających się słów albo – w mniejszym stopniu obiektywizmu – przedstawienie obrazu, jaki rodzi się pod wpływem skojarzeń, znajomości literatury u jednego badacza. Umieszczanie badanego zjawiska w określonym kontekście ułatwia zrozumienie narracji (Cuprjak, 2019). Przy takim podejściu możliwe jest precyzyjnie przedstawienie danych, którymi badacz dzieli się spostrzeżeniami z czytelnikiem bądź innym badaczem.

Zawartość treści (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt), która została poddana analizie w programie NVivo, jest piątym ograniczeniem. Autorka nie zawsze miała możliwość dostępu do pełnej wersji artykułów, dlatego też postanowiła ograniczyć się właśnie do tych kluczowych elementów, jakimi są tytuł publikacji, słowa kluczowe oraz abstrakt.

W zakresie projektów ograniczenie badawcze dotyczyło skupienia się tylko na określonych projektach, które głównie przypisane były do katalogu projektu eNOTICE. Było to również związane ze specyfiką konkursów i wymogów Unii Europejskiej. Uwzględniając projekty krajowe, nie skupiono się na projektach we-

wnętrznych instytucji oraz tych, które były finansowane przez inne niż wymienione w rozdziale agencje. Jak wcześniej wspomniano, część projektów jest niejawna, a część doniesień literaturowych może być jeszcze w przygotowaniu. Poza tym trudno tak naprawdę dotrzeć do wszystkich projektów dotyczących przedmiotu badań. Nie zastosowano też automatycznego oprogramowania do analizy treści w celu identyfikacji najczęściej występujących słów, ponieważ omawiano wybrane projekty, które ukazywały jedynie określony wycinek rzeczywistości, podyktowany przez polityki i programy unijne. Nie odnosiły się więc one do perspektywy globalnej.

Przedstawione ograniczenia badawcze są dosyć rozbudowane i wynikają głównie z obiektywnych przeszkód w dostępie do danych. Niektóre z tych ograniczeń mogłyby w przyszłości zostać zniwelowane w sytuacji, gdy powstaną bazy tematyczne dotyczące innowacyjnych działań, projektów z obszaru szkoleń CBRN. Wówczas w przyszłości tę metodykę można rozbudować o elementy uwzględniające sztuczną inteligencję (np. język Python oraz biblioteki Panda – PandasAI) po to, aby usprawnić proces analizy danych.

Rozdział 4.

Formy, metody i narzędzia dydaktyczne w szkoleniach CBRN, ich ocena i potencjał

Przegląd publikacji i projektów ukazał, że nowoczesne rozwiązania, w tym VR, AR, MR, są rozwijane, badane i stosowane w obszarze szkoleń CBRN. Ale czy są one wdrażane do dydaktyki szkoleń CBRN? Jaki jest do nich stosunek? Poszukiwania odpowiedzi na te pytania wiązały się z przeprowadzeniem wywiadu eksperckiego wśród polskich trenerów CBRN, którzy również uczestniczyli w szkoleniach jako osoby uczące się. Zatem podjęto próbę odpowiedzi na pytanie badawcze: w jaki sposób prowadzone są szkolenia CBRN, w tym – jakie formy, metody i narzędzia dydaktyczne są obecnie stosowane w szkoleniach CBRN? Jest to również element diagnozy stanu wiedzy na temat szkoleń CBRN.

Z przeprowadzonego w rozdziale 5 przeglądu publikacji i projektów można wnioskować, że innowacje w zakresie szkoleń z obszaru CBRN są obecne, ale są one nieporównywalnie mniejsze w zestawieniu z liczbą prowadzonych szkoleń w polskich ośrodkach. Nowe środowiska i narzędzia są rozwijane w konsorcjach międzynarodowych. Choć niektóre są już gotowymi produktami, to ze względu na procedury administracyjne, konieczność przeszkolenia personelu oraz koszty zakupu, ich wdrażanie w systemach szkolenia wojsk i służb nie jest zbyt powszechne. Dotyczy to perspektywy krajowej, jak i zagranicznej (z ograniczeniem do państw NATO). Natomiast z ukazanego we *Wstępie* przeglądu literatury wynikało, że szkolenia prowadzone są w formie tradycyjnej, metodami praktycznymi, podającymi, aktywizującymi, programowanymi. Te ostatnie często występują w innych ujęciach, tj. przedstawia się inną metodę i zaznacza, że wykorzystuje się do jej realizacji odpowiednie narzędzia dydaktyczne, np. program komputerowy. Zatem akcentuje się wykorzystanie narzędzia dydaktycznego w danej metodzie. Są to jednak niuanse metodyczne zależne od przyjętej klasyfikacji. Z tego powodu, formułując hipotezę, pominięto metodę nauczania programowaną. Założono zatem, że **szkolenia z zakresu CBRN są głównie prowadzone w formie tradycyjnej, metodami praktycznymi, podającymi, aktywizującymi, a wykorzystywane narzędzia to programy komputerowe i aplikacje 2D.**

Kolejne pytanie badawcze, tym razem o charakterze eksploracyjnym, odnosiło się do sposobu postrzegania nowych technologii w szkoleniach CBRN. We *Wstępie* przytoczono doniesienia literaturowe z obszarów niezwiązanych z tematyką CBRN. Ukazały one, że nowoczesne środowiska i narzędzia dydaktyczne są odbierane pozytywnie przez społeczność nauczycieli oraz osób uczących się. Wspomniano również, że w edukacji dla bezpieczeństwa i obronności często akcentowano zalety nowych technologii, np. możliwość realizacji aktywności dydaktycznych w kontrolowanych warunkach bez potrzeby użycia niebezpiecznych substancji, powtarzania szkolenia przy niskich kosztach oraz lepszego utrwalania wiedzy i umiejętności. Zaproponowano zatem hipotezę, że **nowe technologie jako środowiska edukacyjne i narzędzia dydaktyczne, choć nie są często wykorzystywane w szkoleniach z zakresu CBRN, są postrzegane pozytywnie przez ekspertów: mają ogromny potencjał, gdyż przede wszystkim zapewniają bezbolesną naukę na błędach, a także pozwalają na dowolną liczbę iteracji aktywności edukacyjnych, obniżając tym samym koszty szkolenia i wspierając procesy uczenia się i nauczania.**

W celu udzielenia odpowiedzi na pytania badawcze przeprowadzono wywiad skategoryzowany, którego kwestionariusz zamieszczono w załączniku nr 4. Kwestionariusz wywiadu zawierał pytania metryczkowe, pytania o dotychczasowy sposób prowadzenia szkoleń (część I kwestionariusza, z której wyniki posłużą do weryfikacji hipotezy nr 2) oraz pytanie dotyczące postrzegania nowych technologii w szkoleniach CBRN (część II kwestionariusza, z której wyniki posłużą do weryfikacji hipotezy nr 3).

Dobór respondentów był celowy[1], czyli zostali oni wybrani w sposób subiektywny przez autorkę, gdyż w jej opinii byli oni najbardziej wartościowym źródłem informacji odnoszącym się do poruszanego problemu badawczego. Kwestionariusz wywiadu wypełniali zatem eksperci zajmujący się tematyką CBRN w rolach wykładowców oraz uczestników kursów (doskonalących). Pytania w kwestionariuszu dotyczyły tych dwóch perspektyw. Tak dobrana grupa ekspercka była według autorki najbardziej odpowiednia: eksperci, jako dydaktycy oraz osoby uczące się, mogli zetknąć się z różnymi sposobami prowadzenia zajęć lub wprowadzać własne rozwiązania dydaktyczne. Celowość doboru próby była istotna z uwagi na obydwa pytania badawcze.

Grupa badanych stanowiła 30 osób: 27 mężczyzn i 3 kobiety, w przedziale wiekowym 41–61 lat. Wszyscy respondenci byli uczestnikami kursów z zakresu CBRN w liczbie od 6 do 11 (w Polsce i za granicą). Zajęcia odbywały się w formie mieszanej oraz stacjonarnej. Jako metody wyróżniono: podającą (wykłady, seminaria, ćwiczenia teoretyczne), praktyczną – poprzez działanie (ćwiczenia praktyczne, zajęcia praktyczne w ośrodku ćwiczeń straży pożarnej w Brnie, podróże studyjne po obiektach

[1] Jest najczęściej stosowany w badaniach dotyczących małych podzbiorów populacji.

jądrowych, elektrowniach jądrowych i zakładach przetwórstwa odpadów promieniotwórczych w Szwecji). Przykładowe tytuły kursów wymienione przez respondentów to: „CBRN EOD Incident Management Staff Officer Training – Pilot Course"[2] (NATO EOD Center of Excellence, Trencin, Slovakia), „International Radiological Assistance Program Training for Emergency Response (I-RAPTER) Basic Course"[3], „Consequence Management after CBRN Incident Course"[4], „Introduction to the International CBRN Training Curriculum for Trainers of First Responders to CBRN Incidents Course"[5], „International Radiological Assistance Program Training for Emergency Response (I-RAPTER) Advanced Course"[6] (NATO JCBRN Defence Center of Excellence Vyskov, Czech Republic), „Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste Management"[7] (Sweden: Oskarshamn, Forsmark, Stockholm); „Kurs specjalistyczny w zakresie ochrony radiologicznej" (WIHE, Warszawa).

Teren badań to polskie uczelnie, centra szkoleniowe oraz instytuty badawcze. Imię i nazwisko eksperta oraz miejsce zatrudnienia pozostają anonimowe – nie mają one znaczenia dla celu badań, którym jest poznanie dotychczasowych sposobów realizacji szkoleń z zakresu CBRN oraz postrzegania nowych technologii w szkoleniach CBRN.

W podrozdziałach zostaną udzielone odpowiedzi na zadane tu pytania badawcze. W pierwszym podrozdziale poświęconym dotychczas prowadzonym szkoleniom CBRN wyniki badań zostały przedstawione w sposób opisowy. W drugim podrozdziale na temat postrzegania nowych technologii w szkoleniach CBRN wykorzystano program NVivo w celu analizy danych oraz prezentacji wyników badań jakościowo-ilościowych. Badanie miało charakter wieloetapowy, ponieważ uwzględniono w nim analizę sentymentu (poznanie ogólnego stosunku do przedmiotu badań) oraz identyfikację czynników wpływających na opinię ekspertów.

W prowadzonych na grupie eksperckiej badaniach przyjęto metodę indukcjonizmu, w której wnioski ogólne – uogólnienia – będą wyprowadzane z przesłanek obejmujących poszczególne przypadki[8]. Natomiast ramą teoretyczną będzie in-

[2] Szkolenie oficerów ds. zarządzania incydentami CBRN EOD – kurs pilotażowy.

[3] Szkolenie z Międzynarodowego Programu Pomocy Radiologicznej w zakresie reagowania w sytuacjach kryzysowych (I-RAPTER) – kurs podstawowy.

[4] Zarządzanie skutkami po zdarzeniu CBRN.

[5] Wprowadzenie do międzynarodowego programu szkoleniowego CBRN dla trenerów osób udzielających pierwszej pomocy w przypadku incydentów CBRN.

[6] Szkolenie w zakresie międzynarodowego programu pomocy radiologicznej w zakresie reagowania w sytuacjach kryzysowych (I-RAPTER). Kurs zaawansowany.

[7] Zarządzanie wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi.

[8] Metoda analizy indukcyjnej jest wykorzystywana głównie w badaniach jakościowych, które „odwołują się do postawy badawczej uznającej subiektywny charakter wiedzy i poznania". Ta metoda „za fundament wiedzy uznaje dane zebrane w doświadczeniu, wyprowadzanie wniosków ogólnych z jednostkowych przesłanek" (Peno, 2020, s. 11).

terpretacyjna analiza fenomenologiczna, która zakłada „pogłębianie analizy pojedynczego przypadku i rozpoznawanie indywidualnych perspektyw osób badanych, z uwzględnieniem unikalnego kontekstu, sytuacji, okoliczności" (Peno, 2020, s. 12).

Dotychczasowe szkolenia CBRN

W podrozdziale przedstawiono wyniki analizy odpowiedzi ekspertów na pytania 1–12 z części I pt. *Dotychczasowe szkolenia CBRN* załącznika nr 4, którym jest Kwestionariusz wywiadu eksperckiego do analizy jakościowej oraz ilościowej. Respondenci jako uczestnicy kursów nie mieli styczności z VR, AR, MR, jednak pięciu respondentów przyznało, że uczestniczyło w szkoleniu z wykorzystaniem AI. Były to kursy prowadzone w Polsce z zakresu detekcji, identyfikacji oraz monitoringu niebezpiecznych substancji w terenie. Kurs połączony był z praktyczną demonstracją narzędzia do tzw. rekonesansu CBRN.

Respondenci w kwestionariuszu, w spostrzeżeniach i uwagach odpowiedzieli, że aktualnie szkolenia z zakresu CBRN realizowane są w formie tradycyjnej. Uzasadniają, że nie ma woli ani podstaw prawnych do wprowadzania nowoczesnych środowisk i narzędzi. Nawet wykorzystywane metody symulacji, imitacji różnych sytuacji problemowych w nauczaniu („podgrywanie" sytuacji skażeń CBRN) realizowane jest najczęściej w podstawowy sposób, za pomocą sygnału/głosu lub za pomocą informacji tekstowej, na kartce lub mailowo. Dotychczas wykorzystywane narzędzia, urządzenia, imitatory do symulowania sytuacji skażeń są bardzo stare i albo są niesprawne, albo z przyczyn prawnych nie mogą być powszechnie stosowane w szkoleniu. Mogą być użyte jedynie w specjalnie przygotowanych ośrodkach szkoleń, co w praktyce oznacza możliwość szkolenia z ich wykorzystaniem jedynie raz w roku na poligonie. Wprowadzane nowe urządzenia do pozorowania są jednostkowe i w ilościach niewielkich, a i tak zaspokajają jedynie nieliczne potrzeby w zakresie szkolenia, np. symulator skażeń promieniotwórczych do przyrządu DPO. Ograniczenia prawne oraz troska o zdrowie żołnierzy (unikanie tzw. live agents, prawdziwych biologicznych, chemicznych i radioaktywnych substancji) powodują, że nauczanie problematyki CBRN, w szczególności na poziomie zwiadowcy, odbywa się w bardzo ograniczonym zakresie z wykorzystaniem prymitywnych narzędzi dydaktycznych. Zajęcia praktyczne najczęściej odbywają się z użyciem sprzętu bojowego,a sytuację problemową wprowadza nauczyciel, podając informację o skażeniu. Dla przykładu: podaje osobie szkolącej się wartość odczytu z przyrządu, a szkolony musi podjąć właściwe działania w zaistniałej sytuacji problemowej. W obliczu braku alternatywnych rozwiązań stwierdzonych problemów szkoleniowych wielu z ekspertów podkreśliło, że bardzo chętnie będzie uczyło się nowych narzędzi, np. programów do projektowania obiektów wirtualnych. W przypadku gdy środowisko 3D będzie dostępne, będą ubiegać się o sfinansowanie gogli 3D czy też akcesoriów ubieralnych.

Jako dydaktycy 29 respondentów prowadziło od jednego do czterech różnych tematycznie kursów, jeden ekspert ponad 17 kursów. Wymienione metody nauczania to głównie: praktyczna (ćwiczenia teoretyczne/praktyczne ze sprzętem, ćwiczenia z wojskami), podająca (wykład, seminarium), aktywizujące (gry decyzyjne). Tematyka tych kursów została opisana ogólnie jako szeroko pojęta problematyka z OPBMR, cały zakres na różnych poziomach nauczania, tzn. od szkolenia operatorów przyrządów po szkolenie oficerów zarządzających OPBMR – szefów OPBMR brygady, dywizji. Respondenci, jako wykładowcy, nie korzystają z technologii takich jak VR, AR, MR, AI, a jedynie z oprogramowania 2D (23 respondentów). Są to jedyne narzędzia dydaktyczne do prowadzenia zajęć wspomaganych komputerowo.

Postrzeganie nowych technologii w szkoleniach CBRN

Analiza postrzegania nowych technologii w szkoleniach CBRN, będąca odpowiedzią na pytanie badawcze nr 3, została opracowana z wykorzystaniem odpowiedzi respondentów na pytanie nr 1 (z podpunktami a i b) z II części Kwestionariusz wywiadu eksperckiego…

W pierwszym etapie przeprowadzono analizę sentymentu, czyli zbadano stosunek do nowych technologii: pozytywny oraz neutralny (nie uwzględniono negatywnego, ponieważ nie zanotowano tego typu opinii). Dane zakodowano oraz zakwalifikowano do odpowiedniej kategorii sentymentu. Przeprowadzono proces weryfikacji (czyli sprawdzono, czy zebrany materiał empiryczny spełnia przyjęte kryteria oceny jakości danych, np. czytelności, jasności, czy prowadzi do realizacji celów badawczych) oraz proces redukcji (czyli usunięcia materiału empirycznego, który nie spełnia kryteriów oceny jakości danych). Dane zwizualizowano graficznie, wykorzystując funkcjonalności programu NVivo.

W drugim etapie zebrano odpowiedzi na pytanie otwarte w Kwestionariuszu, które stanowiło jednocześnie pytanie badawcze o postrzeganie nowych technologii w tematyce szkoleń CBRN. Analizując odpowiedzi na to pytanie, uwzględniono perspektywę osoby uczącej się, jak i nauczającej. Dane zakodowano, a następnie skategoryzowano. Przeprowadzono proces weryfikacji oraz redukcji. Uzyskane wyniki zamieszczono w tabeli.

Postawy wobec nowych technologii w szkoleniu CBRN – analiza sentymentu

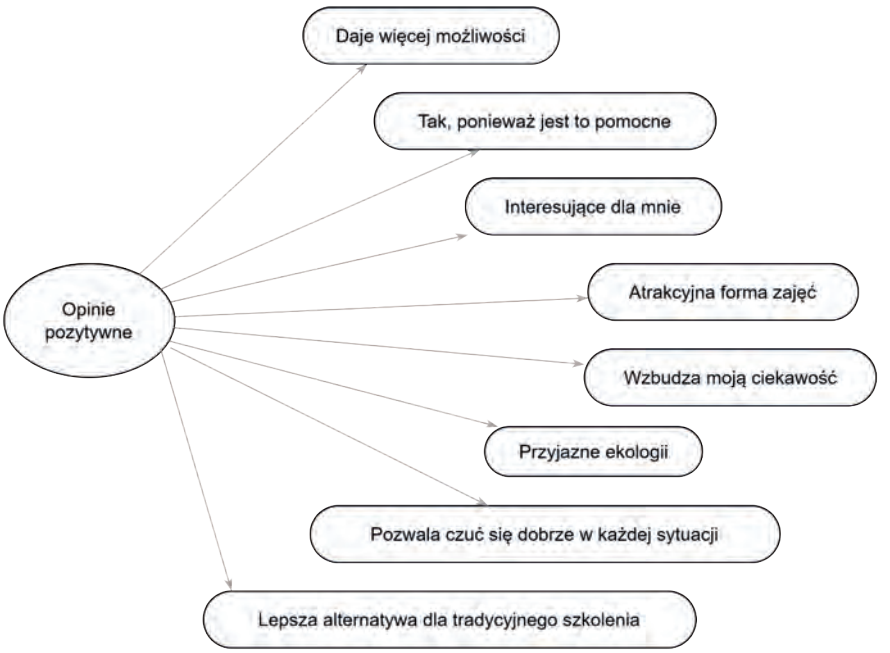
Badanie postawy wobec wykorzystania nowych technologii w szkoleniu CBRN jest kluczowym parametrem ukazującym względnie trwałe emocjonalne nastawienie ekspertów to tego typu innowacji w procesie dydaktycznym, zarów-

no z perspektywy nauczyciela, jak i ucznia. W grupie osób badanych poproszono o ogólną opinię na temat nowoczesnego szkolenia CBRN, czyli takiego, które jest wspierane choćby jedną z takich technologii, jak VR, AR, MR, AI. Treści wypowiedzi zapisane w formacie docx, po korekcie ewentualnych błędów zaimportowano do programu NVivo. Następnie przeprowadzono zerojedynkowe kodowanie[9] danych, czyli „kodowanie nadające dokumentowi jedną z dwóch wartości, np. wypowiedź wyrażająca pozytywne emocje lub negatywne emocje" (Tomanek, 2014, s. 123). Użyto przy tym metody słownikowej, która wykorzystuje reguły leksykalne oraz klasyfikuje wypowiedzi ze względu na występowanie słów i fraz kluczowych oraz ze względu na spełnianie warunków logicznych w tekście (Tomanek, 2014, s. 120). W dalszej kolejności zweryfikowano kody pod kątem emocji, jakie wywołują, redukując przy tym zbędne słowa, frazy lub takie, w których trudno było określić stosunek do nowych technologii w szkoleniach CBRN. Autorka zaplanowała wyróżnienie trzech kategorii: pozytywną, negatywną oraz neutralną, jednak kodując dane, stwierdzono, że żaden z respondentów nie miał negatywnego nastawienia do wspomnianych technologii w nauczaniu. Wybrano więc dwie kategorie sentymentu: pozytywną i neutralną. Bardzo pomocne w procesie analizy sentymentu były takie sformułowania, jak „lepsza", „atrakcyjna", „interesujące", „więcej możliwości" (w przypadku ujęcia pozytywnego), „nie jestem w stanie tego określić" (w przypadku neutralnego podejścia). Odpowiedzi podzielono zatem na dwie kategorie: pozytywne (8 kodów), nieokreślone/neutralne (4 kody). Przeprowadzona tzw. analiza sentymentu została zaprezentowana na rys. 7.

Wyszczególniono też liczbę wypowiedzi (jedna wypowiedź na osobę) przypisanych do poszczególnych kodów:

1) daje więcej możliwości (27 osób),
2) tak, ponieważ jest to pomocne (16 osób),
3) interesujące dla mnie (11 osób),
4) atrakcyjna forma zajęć (10 osób),
5) wzbudza moją ciekawość (10 osób),
6) przyjazne ekologii (8 osób),
7) pozwala czuć się dobrze w każdej sytuacji (5 osób),
8) lepsza alternatywa dla tradycyjnego szkolenia (12 osób).

[9] Kodowanie to element jakościowych badań niereaktywnych (niereaktywne oznacza, że nie wpływa ona na zachowania respondentów, jest badaniem zarejestrowanych ludzkich przekazów, najczęściej w postaci pisanej). Poprzez proces kodowania badacz eksploruje dane jakościowe, które generują konieczność zadawania pytań typu: O czym to jest? Czy chodzi o więcej niż jedną rzecz? (Babbie, 2019). Kod jest oznaczeniem lub etykietą, która służy przypisywaniu jednostek znaczenia do opisywanych informacji zebranych podczas badania (Miles, Huberman, 2000).

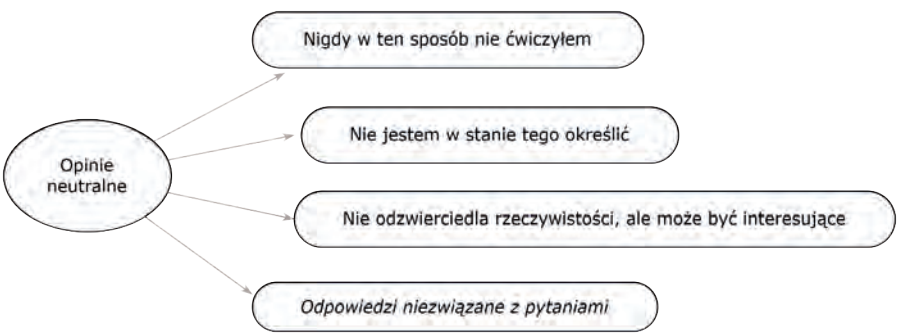


Rys. 7. Kategoria „pozytywne podejście" wraz z przypisanymi jej kodami

Źródło: opracowanie własne.

Można zauważyć, że w grupie badanych liczba pozytywnych opinii związanych z wykorzystaniem nowych technologii w szkoleniach CBRN jest zróżnicowana – przy pomocy pozytywnie nacechowanych słów wyraża spektrum możliwości, jakie dają nowoczesne rozwiązania w tematyce szkoleń CBRN.

Natomiast opinie neutralne, które nie pozwalają na określenie bieguna emocji związanego z przedmiotem badań, prezentuje rys. 8.



Rys. 8. Kategoria „Opinie neutralne" wraz z przypisanymi jej kodami

Źródło: opracowanie własne.

Liczba wypowiedzi przypisanych do tych czterech kodów jest następująca:

1) nigdy w ten sposób nie ćwiczyłem (12 osób),
2) odpowiedzi niezwiązane z pytaniem (1 osoba),
3) nie odzwierciedla rzeczywistości, ale może być interesujące (1 osoba),
4) nie jestem w stanie tego określić (1 osoba).

Można zatem zauważyć, że niewielka liczba ekspertów traktuje w sposób neutralny przedmiotowe zagadnienie.

Ponieważ nie odnotowano negatywnych konotacji, a odpowiedzi neutralne nie były znacząco zróżnicowane w porównaniu do opinii pozytywnych, należy stwierdzić, że grupa ekspercka pozytywnie postrzega wykorzystywanie nowych technologii w szkoleniach CBRN. Kolejna część będzie poświęcona eksploracji cech, jakie przemawiają za taką opinią.

Zalety nowoczesnych szkoleń CBRN dla osób uczących się i nauczycieli

Postrzeganie nowych technologii dotyczyło dwóch perspektyw: osoby szkolonej (pytanie z II części Kwestionariusza wywiadu eksperckiego… 1a) i osoby szkolącej (pytanie z II części Kwestionariusza wywiadu eksperckiego… 1b). Analiza danych (wypowiedzi) wymagała w pierwszej kolejności zakodowania danych. Kodowanie umożliwiło sprawne przetworzenie danych i ich agregację w przystępnej formie. Następnie sprowadzono kody do kategorii, nadrzędnych jednostek. Podczas tworzenia kodów i kategorii, posługując się językiem logiki, autorka samodzielnie nadała znaczenia danym. Podczas tego procesu wykorzystywała znaczenia analizowanych słów i fraz. Podobnie jak w poprzednim przypadku przeprowadzono proces weryfikacji oraz redukcji danych. Przy interpretacji danych, podobnie jak w badaniu sentymentu, natężenie danej cechy (częstotliwość występowania kodu) będzie świadczyło o czynnikach decydujących o danym zjawisku.

Tabela 8 przedstawia wyniki kodowania oraz kategoryzacji wypowiedzi ekspertów jako uczestników szkoleń z zakresu CBRN.

Wypowiedziom respondentów w roli uczestników szkoleń nadano jedną kategorię: organizacyjno-proceduralną. Odnosi się ona do zabiegów dydaktycznych, jakie mogą być wykorzystane w procesie uczenia się. W tej kategorii wyszczególniono następujące kody: bezbolesna nauka na błędach (25 wypowiedzi), wielokrotne powtarzanie aktywności celem wyrównania poziomu nauki (20 wypowiedzi), lepsze zapamiętywanie (12 wypowiedzi), bardziej atrakcyjne szkolenie (10 wypowiedzi), szkolenie w działaniu, a nie za komputerem (4 wypowiedzi), lepsze zrozumienie zagadnień (4 wypowiedzi). Z kolei tab. 9 przedstawia wyniki kodowania oraz kategoryzacji wypowiedzi ekspertów jako prowadzących szkolenia z zakresu CBRN.

Tab. 8. Kategorie i kody dotyczące perspektywy osób szkolonych

Lp.	Perspektywa osoby szkolonej		
	Kategoryzacja	Kody	Przykładowe wypowiedzi
1.	Kategoria organizacyjno-proceduralna	Bezbolesna nauka na błędach (25 wypowiedzi).	• *Nie ma możliwości uszkodzenia ciała w VR.* • *W przypadku zadań związanych z EOD nie stresuję się tak bardzo* (…). • *Nie poparzę się iperytem.* • *Nie ryzykuję poparzeń.*
2.		Wielokrotne powtarzanie aktywności celem wyrównania poziomu nauki (20 wypowiedzi).	• *Inni nie tracą przeze mnie czasu, jeśli nie rozumiem zagadnienia, gdyż ja mogę je powtórzyć.* • *Mogę dołączyć do grupy po gruntownym uzupełnieniu zaległości, które będzie sterowane za pomocą AI.* • *Mogę powtarzać zadania, aby lepiej się nauczyć.*
3.		Lepsze zapamiętywanie (12 wypowiedzi).	• *Obrazy lepiej do mnie przemawiają.* • *Łatwiej uczyć się, coś widząc, a nie opowiadając i pokazując slajdy.*
4.		Bardziej atrakcyjne szkolenie (10 wypowiedzi).	• *Nie będę się nudził przy nowoczesnych technologiach.* • *Bardzo lubię korzystać w VR, np. Second Life, stąd z wirtualnych szkoleń o tematyce CBRN też chętnie skorzystam.* • *Fajniejsze szkolenie.*
5.		Szkolenie w działaniu, a nie za komputerem (4 wypowiedzi).	• *Coś ciekawego i nakierowanego na działanie, a nie siedzenie za komputerem.*
6.		Lepsze zrozumienie zagadnień (4 wypowiedzi).	• *Więcej zrozumiem niż podczas prezentacji.*

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 9. Kategorie i kody dotyczące perspektywy osób szkolących

Lp.	Perspektywa osoby szkolącej		
	Kategoryzacja	Kody	Przykładowe fragmenty wypowiedzi
1.	Kategoria organizacyjno-proceduralna	Bezbolesna nauka na błędach (27 wypowiedzi).	• *Nie obawiam się o zdrowie osób szkolonych.* • *Osoby szkolone uczestniczą w bezpiecznym treningu.* • *Kursanci mogą eksperymentować w sposób kontrolowany.*

Lp.	Perspektywa osoby szkolącej		
	Kategoryzacja	Kody	Przykładowe fragmenty wypowiedzi
2.	Kategoria organizacyjno-proceduralna	Redukcja kosztów przy kolejnych iteracjach szkolenia (25 wypowiedzi).	• *Koszty przygotowania kursu, np. w 3D, będą duże, ale kolejne edycje kursu są już nieporównywalnie tańsze niż ponowna organizacja pola szkolenia.* • *Taniej na przyszłość i lepiej.* • *(…) szkolenia z użyciem live agents są bardzo rzadkie, drogie i obwarowane wieloma ograniczeniami.*
3.		Wielokrotne powtarzanie aktywności celem lepszego utrwalenia materiału (16 wypowiedzi).	• *Na platformie VR zadania dla naprawienia zaległości mogą być zaprojektowane z wykorzystaniem AI, tak aby kursant mógł spokojnie powtórzyć materiał.* • *Kursanci mogą powtarzać zadania w dowolnym czasie.* • *Kursanci mogą na spokojnie ponownie przejść tę samą ścieżkę, żeby się nauczyć procedur.*
4.		Obrazowanie zdarzeń i lepsze wyjaśnienie zagadnień (12 wypowiedzi).	• *Lepiej zwizualizuję zagadnienie, żeby kursanci mogli jak najpełniej je zrozumieć.* • *Możliwość nagrania ćwiczenia do późniejszego omówienia, tak aby wszyscy uczestnicy kursu widzieli daną sytuację.*
5.		Poznanie kondycji psychofizycznej uczestnika kursu (8 wypowiedzi).	• *(…) możliwe jest monitorowanie i diagnozowanie stanu psychofizycznego żołnierza podczas realizacji zadań.*
6.		Testowanie nowych koncepcji organizacyjnych i taktycznych do realizacji zadań bojowych (8 wypowiedzi).	• *Prototypowanie i testowanie nowych koncepcji organizacyjno-taktycznych wojsk chemicznych.*
7.	Kategoria technologiczna	Sieć centrów badawczo-eksperckich VR (2 wypowiedzi).	• *Istnieje konieczność stworzenia centrów badawczo-eksperckich wyposażonych w wirtualne laboratoria celem eksperymentowania badawczo/dochodzeniowego celem poszerzenia analiz.*
8.		Weryfikacja wdrożeń z obszaru CBRN (2 wypowiedzi).	• *Rozwój sprzętu OPBMR, nowe technologie realizacji, np. rozpoznania i likwidacji skażeń, wymagają ich wcześniejszej weryfikacji, aby wdrażanie nowego sprzętu/technologii do służby odbyło się bez zakłóceń.*
9.		Współpraca poprzez technologię (2 wypowiedzi).	• *Współpraca międzynarodowa, np. w ramach NATO podczas wyjaśniania zdarzeń CBRN.*

Źródło: opracowanie własne.

Wypowiedzi respondentów-dydaktyków podzielono na dwie kategorie: organizacyjno-proceduralną oraz technologiczną. W obrębie kategorii organizacyjno-proceduralnej wyróżniono pięć kodów: bezbolesna nauka na błędach (27 wypowiedzi), redukcja kosztów przy kolejnych iteracjach szkolenia (25 wypowiedzi), wielokrotne powtarzanie aktywności celem lepszego utrwalenia materiału (16 wypowiedzi), obrazowanie zdarzeń i lepsze wyjaśnienie zagadnień (12 wypowiedzi), poznanie kondycji psychofizycznej uczestnika kursu (8 wypowiedzi). Natomiast dla kategorii technologicznej wyróżniono cztery kody: testowanie nowych koncepcji organizacyjnych i taktycznych do realizacji zadań bojowych (8 wypowiedzi), a także po dwie odpowiedzi na temat: możliwości powoływania sieci centrów badawczo-eksperckich VR, możliwości weryfikacji wdrożeń z obszaru CBRN oraz współpracy poprzez technologię.

Odpowiadając na pytanie badawcze na temat postrzegania nowych technologii w obszarze szkoleń CBRN, należy wziąć pod uwagę liczbę najczęściej występujących kodów. Są to „bezbolesna nauka na błędach" oraz „redukcja kosztów przy kolejnych iteracjach szkolenia".

Przyglądając się wynikom badań jakościowo-ilościowych, warto przedyskutować je w aspekcie praktycznym. W kategorii organizacyjno-proceduralnej, która pojawiła się w obydwu perspektywach, nowe technologie mogą być użyte do bezpiecznego testowania nowych rozwiązań, a także sprawdzania koncepcji organizacyjnych i taktycznych do realizacji zadań bojowych w różnych warunkach. Obecnie jest to niemożliwe, a nowe rozwiązania w tym obszarze powstają w wyniku gier decyzyjnych, teoretycznych rozważań i dociekań specjalistów. Byłoby to przydatne szczególnie oficerom wojsk wyższych szczebli podczas wypracowywania nowych rozwiązań, będących odpowiedzią na antycypowane bądź – co gorsza – zaistniałe zdarzenia CBRN. Współczesny rozwój technologiczny i informatyczny umożliwia natychmiastowe wykorzystanie gotowych, komercyjnych rozwiązań, np. wspomniane w jednej z wypowiedzi Second Life (środowisko VR), z których można korzystać w dowolnym czasie i miejscu z wykorzystaniem standardowych komputerów z dostępem do internetu, chociaż zalecane są komputery z wydajną kartą graficzną i szybki internet. Istnieje również możliwość kontroli dostępu do stworzonego środowiska wirtualnego poprzez nadanie określonych uprawnień danym użytkownikom. W takim środowisku VR można stworzyć rozwiązanie specjalnie na potrzeby CBRN przy współpracy z uczelniami technicznymi, które posiadają nowoczesne laboratoria wirtualnej rzeczywistości oraz niezbędny potencjał, aby samodzielnie tworzyć odpowiednie aplikacje. Wirtualna rzeczywistość w takiej formie może stanowić doskonałe środowisko edukacyjne dla specjalistów CBRN podczas wykonywania zadań w różnych warunkach, doskonalenia procedur oraz nauki na własnych błędach bez dotkliwych konsekwencji wynikających z popełnionych błędów. Daje to organizatorom takiego szkolenia nieograniczone możliwości

w zakresie scenariuszy takich zajęć, ale również możliwość stopniowania trudności wykonywanych zadań. Dodatkowo realizacja zadań przez tzw. *first responders* często odbywa się w niebezpiecznym i toksycznym środowisku w narażeniu na substancje chemiczne, biologiczne i promieniotwórcze (szkolenia z użyciem *live agents*). Jak wspomniał jeden z respondentów, są one bardzo rzadkie, drogie i obwarowane wieloma ograniczeniami. Tak więc koszty tak specjalistycznego wirtualnego szkolenia, zwłaszcza przy kolejnych iteracjach, są o wiele niższe niż ciągłe przygotowywanie i zabezpieczanie poligonu szkoleniowego. Tego typu instalacje umożliwiają stały zapis zachowań szkolonego, co może stanowić temat do późniejszych omówień, ocen, później wykorzystanych jako materiał szkoleniowy. Aktualnie wprowadzane są coraz powszechniej specjalne ubiory z czujnikami, dzięki którym możliwe jest monitorowanie i diagnozowanie stanu psychofizycznego żołnierza podczas realizacji zadań. Natomiast wykorzystanie rzeczywistości rozszerzonej czy mieszanej stanowi doskonałe narzędzie do szkolenia żołnierzy podczas realizacji skomplikowanych i nietypowych zadań, gdzie należy postępować zgodnie z określonym algorytmem lub jego szczególnym wariantem. Wyświetlanie podpowiedzi, sygnalizowanie błędu lub możliwość skorzystania przez szkolnego z wirtualnego instruktora może okazać się bardzo efektywne oraz atrakcyjne dla szkolonych. Bardzo często w obecnej sytuacji realizacja takiego szkolenia odbywa się po wprowadzeniu: „Wyobraźcie sobie…", po czym następuje opis sytuacji przez nauczyciela/instruktora. Warto podkreślić, że lepsze zapamiętywanie, zrozumienie zagadnień, bardziej atrakcyjne szkolenie w działaniu, a nie za komputerem, to kolejne aspekty, które są podniesione w tej kategorii. Sprawdzi się tutaj sztuczna inteligencja, która może wspomóc proces powtarzania, a także stopniowania trudności poszczególnych zagadnień w taki sposób, aby kursant mógł np. nadrobić zaległości.

W kategorii technologicznej, która pojawiła się w perspektywie osoby nauczającej, należy zwrócić uwagę na zapotrzebowanie na nowe technologie. Rozwój sprzętu OPBMR, nowe technologie realizacji, np. rozpoznania i likwidacji skażeń, wymagają ich wcześniejszej weryfikacji, aby wdrażanie nowego sprzętu/technologii do służby odbyło się bez zakłóceń, a przede wszystkim z zachowaniem kompatybilności i interoperacyjności działań. Dlatego weryfikacja nowego sprzętu i procesów technologicznych stosowanych w realizacji zadań OPBMR powinna być uprzednio sprawdzona i oceniona w wirtualnej rzeczywistości. Takie podejście może nie tylko okazać się niezwykle efektywne finansowo, ale przede wszystkim zapewni wszechstronną weryfikację nowych rozwiązań, a często również wybór najlepszego rozwiązania w przypadku porównywania różnych propozycji rozwiązań. Dodatkowo istnieje możliwość stworzenia centrów badawczo-eksperckich wyposażonych w wirtualne laboratoria, najlepiej wspieranych przez centra superkomputerowe uczelni badawczych. Takie zastosowanie nowych technologii umożliwi realizację różnego rodzaju eksperymentów badawczych/dochodzeniowych celem poszerzo-

nych analiz zaistniałych bądź hipotetycznych zdarzeń CBRN. Co więcej, obecnie dostępna technologia umożliwia wirtualne łączenie takich laboratoriów, co zapewnia pełną współpracę międzynarodową, np. w ramach NATO podczas wyjaśniania zdarzeń CBRN.

Podsumowanie

Przeprowadzone badanie jakościowo-ilościowe miało na celu poznanie opinii ekspertów na temat dotychczas prowadzonych szkoleń oraz postrzegania nowych technologii w szkoleniach CBRN.

Ujmując obydwie perspektywy – osoby uczącej się oraz nauczyciela – można zauważyć, że nowe technologie, pomimo stosowania form szkoleniowych mieszanych, nie są zbyt popularne w Polsce. Żaden z respondentów nie uczestniczył w szkoleniu realizowanym z wykorzystaniem nowych technologii ani nie prowadził takich szkoleń. Dominują szkolenia, w których wykorzystywane są programy komputerowe. Odpowiadając na pytanie badawcze o dotychczas stosowane formy, metody i narzędzia dydaktyczne w szkoleniach CBRN, należy stwierdzić, że **wykorzystywane są tradycyjne formy zajęć oraz tradycyjne metody nauczania (praktyczne, podające, aktywizujące) bazujące głównie na klasycznych narzędziach dydaktycznych, z niewielkim pierwiastkiem nowości w postaci programów komputerowych. Najczęściej są to programy 2D**. Nowe technologie, takie jak VR, AR, MR, AI, nie zostały wymienione ani też nie wskazano innowacyjnych metod kształcenia powiązanych z nowoczesnymi środowiskami i narzędziami.

Należy jeszcze wspomnieć, że w swobodnych wypowiedziach respondentów pojawił się wątek woli i przyzwolenia na wykorzystywanie nowych technologii. Według ekspertów potencjał nowych technologii w szkoleniu OPBMR jest olbrzymi, jednak istnieje brak woli i chęci do wykorzystania tego typu zdobyczy w dydaktyce. Przede wszystkim jest to przywiązanie decydentów do stosowania tradycyjnych metod nauczania, co poniekąd wynika z regulacji instrukcyjnych. Z drugiej strony, zauważalna jest też niechęć do tego typu rozwiązań, co wynika z konieczności podjęcia inicjatywy w tym zakresie przez przełożonych, a nie jest to dla nich komfortowe rozwiązanie. Optymalnym rozwiązaniem byłaby możliwość kupna gotowego środowiska dydaktycznego na potrzeby OPBMR, co jednak pociąga za sobą konieczność pozyskania środków na ten cel, co znów jest mało komfortowe dla przełożonych, szczególnie w dobie kryzysu. Według ekspertów największym osiągnieciem byłoby pełne otwarcie ośrodka szkolenia CBRN w Drawsku Pomorskim, co jednak nie może dojść do skutku od kilku lat.

W kwestii udzielenia odpowiedzi na pytanie badawcze o postrzeganie nowych technologii w szkoleniach CBRN zaobserwowano konstruktywne nastawienie do

tego zagadnienia. **Potencjał nowych technologii jest postrzegany pozytywnie i wiąże się z szeregiem zalet. Przede wszystkim zapewniają one bezbolesną naukę na błędach, a także pozwalają na wielokrotne powtarzanie aktywności edukacyjnych.** Nowe technologie stanową swoiste uzupełnienie tradycyjnych metod dydaktycznych, wspierając istotnie proces nauczania i uczenia się, a w niedługiej perspektywie okazują się tańszą alternatywą szkoleń, szczególnie tych z użyciem środków bojowych.

Należy zaznaczyć, że sposób prowadzenia badań ma swoje ograniczenia. Pierwszy z nich to subiektywny sposób analizy danych (kodowanie, kategoryzacja), a także interpretacji danych[10] – traktowanych czasami jako fałszywy dylemat. Z drugiej strony ten rodzaj badań jest ujmowany w sposób pozytywny, gdyż daje możliwość wprowadzania dyskursu na dany temat. Procedura badawcza może zostać odtworzona przez innych badaczy, a przedstawiony wąski wycinek rzeczywistości poddany dalszej polemice.

Uwzględniając wypowiedzi ekspertów, można stwierdzić, że nowe technologie powinny być jak najszybciej i jak najpełniej wykorzystywane w szkoleniu z zakresu zwalczania zagrożeń CBRN na wszystkich poziomach organizacyjnych. Wykorzystanie nowych technologii nie tylko zapewni pełne szkolenie bez negatywnych ocen, ale ostatecznie okaże się tańsze, atrakcyjniejsze, zupełnie bezpieczne, a przede wszystkim zapewni utrzymanie personelu szybkiego reagowania w wysokiej gotowości do natychmiastowej realizacji złożonych i niebezpiecznych zadań.

[10] Interpretacja jest podstawową procedurą badawczą (ujęcie konstruktywistyczne) (Paluchowski, 2010), s. 7-22).

Rozdział 5.

Projektowanie scenariuszy szkoleń CBRN wykorzystujących nowe technologie

Projektowanie scenariuszy szkoleń uwzględnia aspekty metodyczne, techniczne, organizacyjne, w tym zasoby, czas, koszty. Projektując jakikolwiek kurs, należy skoncentrować się przede wszystkim na metodycznym skomponowaniu treści i dopasowaniu jej do istniejących rozwiązań technicznych. Bywa też tak, że aby osiągnąć określony efekt dydaktyczny, dokomponowywane są elementy techniczne, zmienia się organizację zajeć, dokładane są zasoby, co skutkuje wzrostem kosztów przedsięwzięcia. Wszystko zależy od określonej sytuacji. W niniejszym rozdziale skupiono się na sytuacji, kiedy dostępna jest już infrastruktura dydaktyczna, jasne są reguły co do organizacji zasobów oraz kosztów przedsięwzięcia szkoleniowego. W takim kontekście zadano pytanie badawcze: w jaki sposób projektować scenariusze szkoleń CBRN, w których wykorzystywane są nowe technologie?

Bazując na wcześniejszych wynikach badań naukowych dotyczących prób wyłonienia czynników wpływających na szkolenia wojskowe, postanowiono poszerzyć badania w tym kierunku. Wcześniej wykazano, że czynniki wpływające na szkolenia wojskowe powinny być opisywane z dwóch perspektyw:

– osoby uczącej się (cechy indywidualne, takie jak płeć, inteligencja, w tym inteligencja emocjonalna, szczególne zdolności, styl poznawczy, zainteresowania, poziom aspiracji, postawy i poglądy [Włodarski, 1993; Malik et al., 2015], motywacja, indywidualny styl uczenia się, preferencje korzystania z technologii (Gawlik-Kobylińska, 2016b)]),

– nauczyciela (dostarczanie wsparcia oraz komunikacja (Gawlik-Kobylińska, 2016b),

– narzędzi dydaktycznych i zawartości kursu (przestrzeń, dźwięk, animacja, sytuacje, obiekt, narracja, charakter, projekt kursu; Gawlik-Kobylińska, Maciejewski, et al., 2020; Mo, 2018; Rabin, 2005).

Warto zauważyć, że w literaturze wielokrotnie wskazywano, że projektowanie szkoleń ma istotne znaczenie dla podejmowania aktywności osób uczących się. Sa-

memu projektowaniu szkoleń, czyli tzw. *instructional design*, poświęcono wiele uwagi w literaturze przedmiotu. Opisywano modele (Morrison et al., 2019), podejścia (Cennamo, Kalk, 2019), dobre praktyki (Thibaut et al., 2018).

Próbując odpowiedzieć na postawione pytanie, założono następującą hipotezę badawczą: **projektowanie scenariuszy szkoleń CBRN powinno uwzględniać kompleksową teorię uczenia się oraz zasady kształcenia. Istotnymi ogólnymi zasadami takiego scenariusza będą wiązanie teorii z praktyką, redukcja błędów przy wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym, a także atrakcyjny i zrozumiały przekaz.**

W niniejszym rozdziale przedstawiono autorskie opracowanie założeń dla projektowania kursów w świecie cyfrowym, a także, przy pomocy modelu Kano (metodą Kano)[1], zidentyfikowano i wyróżniono najważniejsze cechy szkoleń CBRN wspieranych nowymi technologiami.

Wymiary uczenia się oraz zasady kształcenia w scenariuszach

Projektując scenariusze szkoleń, ważne jest, aby umiejętnie/kreatywnie korzystać z teorii uczenia się oraz zasad kształcenia.

W kwestii teorii uczenia się ważne jest, aby była ona kompleksowa. Oznacza to wszechstronne, niewybiórcze traktowanie procesu uczenia się. Po analizie różnych propozycji (np. teorie poznawcze – „uczenie się myślenia" J. Deweya, poznawczo-afektywne B. Blooma, uczenia się społecznego A. Bandury, przez doświadczenie D. Kolba) skupiono się na teorii wymiarów uczenia się. Wymiary poznawczy, emocjonalny, społeczny zostały opracowane przez duńskiego naukowca Knuda Illerisa (Illeris, 2006). Według tego autora w wymiarze poznawczym przyswajanie jest procesem kognitywnym; w wymiarze emocjonalnym uczenie się jest procesem psychodynamicznym, co oznacza, że energia psychiczna jest transmitowana przez uczucia, emocje, postawy i motywacje, a w wymiarze społecznym uczenie się zachodzi w interakcjach między jednostką a otoczeniem i zależy od warunków społecznych oraz historycznych. Te trzy wymiary funkcjonują w obrębie dwóch procesów, które – choć różne – pozostają ze sobą w ścisłym związku (Illeris, 2006). Te trzy wymiary zostały poszerzone przez autorkę o wymiar psychomotoryczny (Gawlik-Kobylińska, 2016b; Gawlik-Kobylińska, 2018) na potrzeby badań nad czynnikami wpływającymi na uczenie się w środowisku wirtualnej rzeczywistości. Wymienione

[1] W literaturze, w zależności od kontekstu, nazwa „Kano" to model stanowiący narzędzie analityczne do badania i mierzenia potrzeb klientów oraz jako metoda badawcza, którą można zbadań satysfakcję użytkownika (również klienta).

wymiary uczenia się będą stanowiły kanwę do późniejszych badań nad czynnikami, które są istotne w projektowaniu scenariuszy kursów realizowanych Aby dokładniej zrozumieć funkcjonowanie tych wymiarów, konieczne jest ich szczegółowe omówienie, w oparciu również o najnowsze doniesienia naukowe.

Wyróżniony przez Illerisa wymiar poznawczy koncentruje się na treści kursu, jej kompozycji oraz odnosi się do procesów poznawczych, jakie decydują o procesie uczenia się (wspomniane już percepcja, pamięć, uwaga, myślenie, język, kontrola poznawcza i funkcje wykonawcze[2]; do tej kategorii również zalicza się funkcje ekspresyjne[3], ale one będą w ujęciu autorki odnosić się do domeny psychomotorycznej). Przyjęto za Andersen i Krathwohl, że wymiar ten obejmuje procesy takie jak zapamiętywanie, rozumienie, zastosowanie, analizowanie, ewaluację, tworzenie (Anderson, Krathwohl, 2001).

Wymiar emocjonalny dotyczy emocji i motywacji związanych z procesem uczenia się. Wiąże się ze stanami emocjonalnego zaangażowania się w proces uczenia się. Pozytywne emocje obejmują entuzjazm, zainteresowanie i radość z nauki, a negatywne komponenty emocjonalne obejmują nudę, smutek i frustrację. Różne teorie motywacji, w tym teoria samostanowienia[4] i teoria wartości kontrolnej (CVT) emocji akademickich[5], podkreślają rolę zarówno pozytywnych, jak i negatywnych emocji w zaangażowaniu osób uczących się. W literaturze wskazuje się, że dynamika afektywna może podtrzymywać lub zakłócać to zaangażowanie, wpływając tym samym na wyniki uczenia się (Dubovi, 2022).

Natomiast wymiar społeczny to ogół relacji ze światem zewnętrznym. W szczególności dotyczy on czynników zewnętrznych – społecznych, kulturowych, cywilizacyjnych oraz wyzwalanych przez nie ról i zadań społecznych (Salomon, Perkins, 1998). Również w dobie nowych technologii wykorzystywanych w dydaktyce aspekt społeczny jest silnie akcentowany (konieczność komunikacji z innymi osobami szkolonymi, z prowadzącym zajęcia). Wielokrotnie udowadniano, że interakcje

[2] Dotyczy zdolności kontrolowania i nadzorowania przebiegu procesów poznawczych, organizowania aktywności umysłowej (Lezak, Howieson, Loring, Fischer, 2004).

[3] Odnoszą się do mówienia, rysowania lub pisania, manipulowania, gestów, ekspresji twarzy lub ruchu, tworzą sumę obserwowalnego zachowania. Na ich podstawie wnioskuje się o aktywności umysłowej (Lezak, Howieson, Loring, Fischer, 2004).

[4] Według tej teorii ludzi motywują do rozwoju i zmiany trzy wrodzone i uniwersalne potrzeby psychologiczne: umiejętność (*competence*) – zauważamy postępy w naszych umiejętnościach; niezależność (*autonomy*) – umożliwia własny wybór spośród szeregu dostępnych opcji; poczucie przynależności (*relatedness*). Teoria ta sugeruje, że ludzie są w stanie stać się samostanowiący, gdy zaspokojone zostaną ich potrzeby w zakresie kompetencji, więzi i autonomii (Deci, Ryan, 2013).

[5] Zgodnie z teorią wartości kontrolnej (*control-value theory* – CVT) emocje akademickie mają wpływ na motywację uczniów do nauki, ich strategie uczenia się i samoregulację uczenia się, wpływając tym samym na ich osiągnięcia w nauce (Pekrun, 2006).

społeczne wpływają pozytywnie na proces uczenia się, nawet podczas prowadzenia zajęć z wykorzystaniem szeroko pojętych technologii informacyjno-komunikacyjnych (Laiti, Frangou, 2019).

Ponieważ w dydaktyce coraz częściej podejmowano badania nad rolą psychomotoryki i kinestetyki w szkoleniach (Crewdson, 2011; Orona et al., 2015; Wagner, 2014; Xu, Ke, 2014), w 2016 r. zaproponowano czwarty wymiar – psychomotoryczny[6] (Gawlik-Kobylińska, 2016a). Wcześniej znaczenie uczenia się psychomotorycznego podkreślał m.in. Romiszowski, który stworzył model „Rozwój umiejętności fizycznych: nauczanie w domenie psychomotorycznej" (Romiszowski, 1999), natomiast Bloom ujął psychomotorykę w swojej taksonomii celów nauczania, podkreślając rolę koordynacji umysłu i czynności mięśni (Bloom, 1994). Obecnie nowe technologie jako narzędzia wykorzystywane w szkoleniach mogą z powodzeniem być opisywane w scenariuszach zakładających sporą dawkę ruchu i dotyku (Gawlik-Kobylińska, 2018). Dla szkoleń z tematyki CBRN ten wymiar ma szczególne znaczenie, gdyż specyfika wielu zagadnień wymaga zastosowania dodatkowych narzędzi, np. maski, gaśnicy, detektora. Te narzędzia mogą być realne i pracować w środowisku 3D lub też wirtualne – wówczas do ich stosowania potrzebne będą specjalne rękawice.

Omówione cztery wymiary uczenia się stanowią kompleksową teorię uczenia się, którą można wykorzystywać w scenariuszach szkoleń CBRN. Projektowanie aktywności dydaktycznych zgodnie z tą teorią zakłada równowagę pomiędzy poznaniem, emocjami, wymiarem społecznym oraz psychomotorycznym. Tylko takie podejście może wspierać proces uczenia się grup o zróżnicowanych preferencjach i stylach. Prowadzone przez autorkę pilotażowe badania dotyczące szkoleń na rzecz bezpieczeństwa ukazały, że zrównoważone projektowanie ma istotne znaczenie dla osiąganych wyników nauczania oraz motywacji (Gawlik-Kobylińska, Domalewska et al., 2020). Te badania stanowiły podstawę do kontynuacji badań dotyczących najważniejszych cech szkoleń CBRN wspieranych nowymi technologiami. Najważniejszych, czyli najbardziej istotnych dla odbiorców takich szkoleń. Zatem w procedurze badawczej zostaną wyłonione cechy szkoleń wpisujące się w każdy z tych wymiarów.

Warto jeszcze dodać, że dla procesu uczenia się szczególne znaczenie ma percepcja. Właśnie z tego powodu niezwykle istotne jest zaprojektowanie szkolenia w taki sposób, aby zaangażować modalności uczenia się osoby szkolonej (tzw. mul-

[6] Psychomotoryka jest traktowana u Illerisa jako domena wymiaru poznawczego. Jednak z uwagi na coraz większe zróżnicowanie narzędzi dydaktycznych wykorzystujących ruch (np. manipulatory, rękawice) wymiar ten został potraktowany osobno. Jest to istotne dla projektowania scenariusza szkolenia, w którym aktywności czuciowe i ruchowe są pierwszoplanowe, np. posługiwanie się detektorem, zbieranie próbek, rozbrajanie ładunku. Dodatkowo, psychomotoryka kojarzona jest ze stylem uczenia się kinestetycznym, w którym najlepiej przyswaja się wiedzę poprzez zmysł dotyku.

tisensoryczne uczenie się). Polega ono na tym, że symultanicznie bądź w zbliżonym czasie na osobę uczącą się oddziałują bodźce wizualne, foniczne i kinestetyczne, a jeżeli jest to możliwe, także smakowe i zapachowe. Nauczanie multisensoryczne jest niezwykle ważne w przypadku szkolenia grupy o różnych stylach poznawczych, stylach i strategiach uczenia się, możliwościach poznawczych uwzględniających percepcję, pamięć, uwagę, przetwarzanie informacji (także myślenie i język jako złożone procesy poznawcze), rodzaj dominującej inteligencji, zdolności, preferencje. W grupie mogą też znaleźć się osoby o zróżnicowanej motywacji oraz sposobach pracy – indywidualnym lub grupowym. Ta różnorodność sprawia, że podejście wielozmysłowe stanowi użyteczne narzędzie, ponieważ umożliwia zaangażowanie jednostek. Ponadto indywidualizuje pracę oraz zachęca osoby uczące się do odkrywania, eksperymentowania, doświadczania, stawiania pytań oraz poszukiwania rozwiązań (Zińczuk, 2018). Wirtualna rzeczywistość w pełni umożliwia realizację szkolenia wielosensorycznego. Wyświetlane tzw. pigułki wiedzy (kojarzone często z *mikrolearningiem*, czyli uczeniem się w „małych dawkach"), obrazy, dźwięk, elementy interaktywne w pełni umożliwiają zanurzenie w środowisko, a tym samym zwiększają szansę na skuteczne uczenie się. Warto zauważyć, że takie nauczanie w pełni wpisuje się w teorię czterech wymiarów uczenia się, gdyż oddziaływanie na zmysły pobudza myślenie, emocje, stymuluje interakcje oraz działania motoryczne (chociażby przez dźwięki).

Oprócz kompleksowej teorii uczenia się w prowadzeniu szkoleń należy obowiązkowo wdrażać zasady kształcenia. Są to naczelne normy, które powinny obowiązywać w każdym procesie dydaktycznym. Wielu znamienitych autorów opisywało zasady kształcenia (pośród nich można wyróżnić np. W. Okonia, J. Półturzyckiego, T. Nowackiego, W. Szewczuka, K. Kruszewskiego). Są oni twórcami własnych typologii tych zasad, w zależności od podejścia. Spośród nich należy przytoczyć klasyfikację polskiego pedagoga C. Kupisiewicza z uwagi na jej uniwersalność, tj. odniesienie do różnych kontekstów edukacyjnych. Wyróżnił on zasady:

1) poglądowości (zilustrowanie treści kształcenia pozwala na lepsze ich przyswojenie, zrozumienie oraz zastosowanie);

2) przystępności (dostosowanie materiału nauczania, metod kształcenia i środków dydaktycznych do poziomu rozwoju i możliwości psychofizycznych osób uczących się);

3) świadomego i aktywnego udziału uczniów w procesach uczenia się i nauczania (dotyczy ograniczonej zależności osoby uczącej się od nauczyciela; aktywność jest motorem działania, a uświadomienie celu i zadania ich działania jest kluczowym warunkiem osiągania pozytywnych rezultatów);

4) systematyczności (konieczność realizacji procesu nauczania – uczenia się w ściśle logicznym porządku, co odnosi się zarówno do pracy nauczyciela, jak i osób uczących się);

5) operatywności wiedzy uczniów (posługiwanie się przez osoby uczące się zdobytą wiedzą oraz wykorzystywanie jej w świadomy i planowy sposób; wiedza bierna staje się wiedzą operatywną);

6) związku teorii z praktyką (odwołanie się do praktyki oraz ukazanie potrzeby danej wiedzy sprawia, że osoby uczące się chętniej uczą się zagadnień, które potem mogą wykorzystać w praktyce, a nabywana wiedza jest wówczas lepiej utrwalana (Kupisiewicz, 2005).

Z kolei W. Okoń wyróżnia zasady:

1) systematyczności;

2) poglądowości;

3) samodzielności (jej istotą jest samodzielne myślenie i rozwiązywanie problemów);

4) związku teorii z praktyką;

5) efektywności (związek między celami a wynikami nauczania; poprawiając jakość kształcenia, następuje zwiększenie jego wydajności);

6) przystępności;

7) indywidualizacji i uspołecznienia, czyli związku interesów jednostki i zbiorowości (możliwość samorealizacji, rozwoju zainteresowań, a z drugiej strony ważne jest współdziałanie oraz współpraca) (Okoń, 1995, s. 171–190).

Natomiast według J. Półturzyckiego, specjalizującego się w edukacji dorosłych, zasady te są następujące:

1) zasada poglądowości;

2) zasada przystępności;

3) zasada systematyczności;

4) zasada świadomego i aktywnego uczestnictwa uczniów;

5) zasada kształtowania umiejętności uczenia się (ma na celu przygotowanie do samokształcenia się; nauczyciel ma doprowadzić do umiejętności organizowania pracy związanej z uczeniem się, znajomości metod nabywania informacji, korzystania z komunikatów, wypowiedzi, umiejętności sporządzania notatek, schematów);

6) zasada łączenia teorii z praktyką;

7) zasada indywidualizacji i zespołowości (podobnie jak zasada indywidualizacji i uspołecznienia wskazana przez W. Okonia artykułuje z jednej strony indywidualizację, a z drugiej współdziałanie oraz współpracę);

8) zasada trwałości wiedzy;

9) zasada ustawiczności kształcenia (ukierunkowanie kształcenia na indywidualne i społeczne cele, zgodnie z ideą kształcenia przez całe życie) (Półturzycki, 2002, s. 107–108).

Jak można zauważyć, niektóre zasady powtarzają się (nie były więc powtórnie omawiane), a niektóre są odmienne (wówczas zostały zdefiniowane). Co ważne,

wszyscy autorzy są zgodni co do faktu, że przestrzeganie tych zasad zapewni prawidłową realizację celów kształcenia.

Reasumując, szkolenie CBRN prowadzone w środowisku wirtualnej rzeczywistości powinno uwzględniać kompleksową teorię uczenia się, która umożliwi zrównoważony pod względem wymiarów uczenia się sposób projektowania aktywności edukacyjnych. Istotne jest przy tym angażowanie wszystkich zmysłów do pełnego zaangażowania w proces uczenia się. Niebagatelne znaczenie mają zasady kształcenia, które powinny być realizowane w każdym procesie dydaktycznym.

Identyfikacja cech scenariuszy szkoleń CBRN

Warto wspomnieć, że próba identyfikacji cech istotnych dla projektowania kursów wojskowych została podjęta we wcześniejszych publikacjach autorki (Gawlik-Kobylińska, 2016a; 2016b), a ich rozszerzenie – na podstawie dostępnego przeglądu literatury krajowej i zagranicznej – nastąpiło w niniejszym rozdziale. Ramy ujmujące te cechy to cztery wymiary uczenia się: poznawczy, emocjonalny, społeczny oraz psychomotoryczny. Istotne były także zasady dydaktyczne, które w sposób oczywisty stanowiły kontekst do prowadzenia rozważań.

Ponieważ aspekty poznawcze uczenia się odnoszą się do procesów myślenia i procedur umysłowych zaangażowanych w proces uczenia się, za istotny czynnik z tej grupy uznano:

1) istotność treści kursu (treści nauczania) (Chojnacka, 2016, s. 71). Aspekt treści dotyczy tego, czego się uczymy, czyli wiedzy i umiejętności, również opinii, wglądu, znaczenia, postaw, wartości, sposobów zachowania, metod, strategii (Illeris, 2006);

2) usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście (Ziółkowski, 2015, s. 47), zgodne z zasadą łączenia teorii z praktyką; po nauczeniu się teorii osoba szkolona powinna wykonać konkretne zadanie (Kupisiewicz, 2005, s. 81);

3) poznawanie rzeczywistości, a więc konkretnych rzeczy, zjawisk – ich obrazowe przedstawienie (zasada poglądowości) (Kupisiewicz, 2005, s. 71–72), np. przedstawienie zestawu dekontaminacyjnego stworzonego w środowisku 3D, sprawdzenie, jak działa;

4) przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych (zasada przystępności) (Kupisiewicz, 2005, s. 73) – w scenariuszu ścieżki rozgrywek są poukładane zgodnie ze stopniem trudności (algorytm sztucznej inteligencji może samodzielnie dobierać te ścieżki do osoby uczącej się);

5) powtarzanie treści (zagadnień teoretycznych) z uwzględnieniem przykładów w celu ich lepszego zrozumienia i zapamiętania, utrwalenia materiału – zgodność z zasadą systematyczności (planowości działania) i zasadą trwałości wiedzy (i umiejętności) osób uczących się (Kupisiewicz, 2005, s. 76–79);

6) samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności – zgodność z zasadą operatywności wiedzy osób uczących się (Okoń, 1995). Samodzielność może być zdobywana poprzez eksploracje różnych scenariuszy w VR.

W aspekcie emocjonalnym, związanym z emocjami i motywacją, istotne są:

1) zadbanie o atrakcyjność wizualną oraz intuicyjność kursu, np. odpowiedni dobór kolorystyki, wielkości przedmiotów (Chuah et al., 2011; Sutcliffe, 2009; Virvou et al., 2004). Jest to możliwe w infrastrukturach typu CAVE (Maciejewski et al., 2020), w których obiekty są zaprojektowane w sposób skeumorfistyczny[7], który przybliża uczestnika szkolenia do świata realnego (Yao et al., 2020);

2) stopniowanie trudności ujęte w wymiarze poznawczym (przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych, zasada przystępności opisana przez Kupisiewicza (2005, s. 73), w przeciwnym razie następuje demotywowanie uczestnika szkolenia, gdy otrzymuje do wykonania zbyt trudne aktywności (Takase et al., 2019). Jest to nieco inne ujęcie, bardziej skierowane ku emocjom, zachęcaniu lub zniechęcaniu osoby uczącej się;

3) motywujący projekt scenariusza, np. zastosowanie grywalizacji jako elementu motywującego uczestnika szkolenia do osiągania jak najlepszych wyników (Silva et al., 2021; Ulmer et al., 2022).

W wymiarze społecznym projektowanie będzie skupione na:

1) zapewnieniu możliwości uczenia się nie tylko indywidualnego, ale i w grupie (zadania indywidualne i grupowe) (Brown, Palincsar, 2018);

2) podawaniu zrozumiałych komunikatów przez instruktorów, projektantów, nauczycieli – treści kursu powinny być jasno komunikowane, intuicyjne dla użytkowników. Komunikaty powinny być najlepiej w małych porcjach przy jednoczesnym nasyceniu ich informacją (Christopoulos et al., 2018), unikając w ten sposób pustosłowia (wyświetlanie krótkich i zwięzłych komunikatów);

3) zasadzie świadomego i aktywnego udziału osób szkolonych (Kupisiewicz, 2005, s. 74–75), czyli budowaniu jedności grupy zadaniowej chociażby poprzez coaching, który traktowany jest jako narzędzie wspierania osób szkolonych w szeroko pojętym rozwoju (m.in. zawodowym);

4) zapewnieniu wsparcia osobie uczącej się przez nauczyciela aktywnie partycypującego w ćwiczeniach lub awatara (algorytmy sztucznej inteligencji) (Selwyn, 2019).

Ostatni wymiar, psychomotoryczny, może być realizowany poprzez:

1) nabywanie umiejętności psychomotorycznych. W tzw. *motion training* – szkoleniu w ruchu i działaniu (Bailenson et al., 2008) – uczenie się polega na wykonywaniu czynności ruchowych i nie jest statyczne. W tej kwestii istotne jest konstru-

[7] Skeumorfizm to odtworzenie właściwości, kształtu, tekstury, barwy lub funkcji przedmiotu oryginalnego w materiale zastępczym, czyli w grafice 3D.

owanie zadania w taki sposób, aby zróżnicować aktywności w przestrzeni wirtualnej (Gawlik-Kobylińska, 2016a). Zatem czynności nie powinny być monotonne, np. ustawiczne celowanie przyrządem w jeden punkt, a zróżnicowane (pomagają przy tym rękawice haptyczne, dzięki którym można skalibrować urządzenie, naprawić je, włączyć/wyłączyć);

2) powtarzanie ćwiczeń podczas zadań o charakterze psychomotorycznym – ćwiczenie pamięci mięśniowej w celu redukcji błędów w działaniu.

Tabela 10 sumarycznie przedstawia sposoby realizacji poszczególnych wymiarów.

Tab. 10. Sposoby realizacji wymiarów uczenia się w dydaktyce szkoleń wojskowych

Wymiar poznawczy	Wymiar emocjonalny	Wymiar społeczny	Wymiar psychomotoryczny
Istotność treści kursu.	Atrakcyjność wizualna i dźwiękowa.	Możliwości interakcji społecznych.	Nabywanie umiejętności psychomotorycznych
Usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście.	Stopniowanie trudności celem zmotywowania osoby uczącej się.	Zrozumiały język instrukcji/poleceń.	Mniej błędów w wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym – ćwiczenie pamięci mięśniowej.
Poznawanie rzeczywistości.	Projekt scenariusza, który motywuje do zdobywania wiedzy (np. grywalizacja).	Świadomy i aktywny udział osób szkolonych, czyli budowanie jedności grupy zadaniowej poprzez coaching.	
Przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych (zrozumienie i utrwalenie materiału).		Dostarczanie wsparcia dla osoby uczącej się.	
Powtarzanie treści (teorii).			
Samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności (nabywanie samodzielności).			

Źródło: opracowanie własne.

Szkolenia z obszaru CBRN, z uwagi na swoją specyfikę, wymagają takiego projektowania, w którym kompetencje (wiedza, umiejętności, postawy) mogą zostać efektywniej przyswojone. Efektywność będzie odnosiła się do procesu uczenia się[8], a także – bliżej – do efektywności dydaktycznej[9], która ma stymulować proces uczenia się. Projektowanie aktywności ma sprawić, że oddziaływania dydaktyczne będą efektywniejsze – wpłyną pozytywnie na proces uczenia się. Jest to już jednak wątek badań eksperymentalnych, które mogą być zrealizowane przy posiadaniu pełnej infrastruktury dydaktycznej, a także przy przeszkolonej kadrze dydaktycznej, która będzie zajmowała się procesem dydaktycznym. W dalszej części rozdziału zostanie opisana procedura badawcza dotycząca oceny cech szkolenia CBRN realizowanego w nowoczesnym środowisku. Kanwą do analizy będą wymiary uczenia się, a grupę badaną stanowią odbiorcy takich szkoleń.

Najważniejsze cechy scenariuszy szkoleń CBRN realizowanych w nowoczesnym środowisku według osób uczących się

Wśród wielu czynników decydujących o powodzeniu dydaktycznym szkolenia można wyróżnić te, które odnoszą się do osoby uczącej się, do instruktora oraz do treści dydaktycznych (Kebritchi et al., 2017). Analiza tych czynników może również być inaczej ujęta, według wcześniej omówionych wymiarów uczenia się: poznawczego, emocjonalnego, społecznego (Illeris, 2006) oraz psychomotorycznego (Gawlik-Kobylińska, 2018).

Aby odpowiedzieć na pytanie badawcze dotyczące sposobu projektowania scenariuszy szkoleń CBRN wykorzystujących nowe technologie, przeprowadzono badanie satysfakcji użytkownika. W pierwszej kolejności respondenci zostali poproszeni o uczestnictwo w 15-minutowym szkoleniu z wykorzystaniem aplikacji CBRN „Terrorist range" w wirtualnej jaskini (CAVE). W tym środowisku możliwy jest ruch ciałem, a czynności wykonuje się za pomocą manipulatora. Obserwacja otoczenia i zanurzenie w sztucznym świecie możliwe były dzięki okularom 3D z czujnikami ruchu. Wirtualna jaskinia zapewnia możliwość całkowitej immersji,

[8] Efektywne uczenie się definiuje się jako sytuację, w której osoby uczące się są odpowiednio zaangażowane i uczestniczą w nauce, aby łatwo zrozumieć materiał (Purwanti, Vania, 2021, s. 78–93.

[9] Efektywność dydaktyczna jest syntetycznym wskaźnikiem jakości procesu kształcenia w zakresie przyswojenia przez uczniów nowych wiadomości, ich zrozumienia, sprawności posługiwania się wiedzą w typowych i nowych sytuacjach oraz zachodzących zmian w psychice uczących się (Denek, 1992, s. 41–50.

a w odniesieniu do opisywanych przez autorkę rodzajów nowych technologii (VR, AR, MR, AI) najbardziej wpisuje się w technologię VR.

Zadaniem uczestników badań była pomyślna realizacja operacji wojskowej w środowisku, w którym występują zmagazynowane odpady radioaktywne. Następnie przeprowadzono badanie zadowolenia uczestników szkolenia. W badaniu wykorzystano model Kano. Został on opracowany przez japońskiego profesora Noriaki Kano i jest znany jako model satysfakcji klienta. Przedstawia i upraszcza rzeczywistość dla określonej grupy odbiorców w celu wsparcia analizy, komunikacji i zrozumienia potrzeb (IIBA, 2015). Według tego modelu ocena cech produktu pomaga przewidzieć, czy wprowadzenie nowych lub ulepszenie istniejących funkcji wpływa na zadowolenie jego użytkowników. Zatem można uznać, że „konsumentami" procesu szkoleniowego będą osoby uczące się. W modelu Kano podczas opracowywania i projektowania produktów „oficjalna" ścieżka rozwoju funkcjonalności zakłada stworzenie produktu posiadającego bazowe cechy, tzw. 1) obowiązkowe, określane również jako podstawowe (*must-be*); 2) poszukiwane, określane również jako wydajności, jednoliniowe, jednowymiarowe (*performance*), 3) atrakcyjne (*attractiveness*) (4BA, 2020). Warto omówić je szczegółowo.

1) Cechy obowiązkowe

Ta grupa cech obejmuje wymagania, których spełnienie jest absolutnie niezbędne i które są oczywiste i powszechnie znane. Użytkownicy produktu, czy ogólniej rozwiązania, traktują je jako konieczne i immanentne. Pominięcie nawet jednego wymagania wchodzącego w skład tej grupy drastycznie zmniejszy satysfakcję klientów. Oznacza to, że cechy te muszą być zaimplementowane (Sauerwein, 1996).

2) Cechy poszukiwane

Są to wymagania poszukiwane przez odbiorców, co do których są świadomi faktu, że mogą być one spełnione lub nie. Spełnienie tych wymagań podnosi satysfakcję z produktu w sposób liniowy. Wymagania te powinny być rozwijane, a ich poziom powinien być co najmniej taki jak w produktach konkurencyjnych (Szkiel, 2016, s. 642).

3) Cechy atrakcyjności

To dodatkowe cechy, które wzbudzają zachwyt, zainteresowanie i przyciągają uwagę odbiorców. Czynniki entuzjazmu odróżniają produkt spośród konkurencji. Konsument nie spodziewa się tej cechy, ale gdy jej doświadczy, nastąpi wzrost zadowolenia użytkownika (Szkiel, 2016, s. 642).

Warto podkreślić, że model Kano zakłada „inflację", według której z upływem czasu wymagania przesuwają się pomiędzy grupami. Czynniki entuzjazmu mogą stać się czynnikami wydajności, a z kolei czynniki wydajności stają się czynnikami podstawowymi. Taka migracja jest spowodowana innowacyjnością oraz tempem rozwoju produktów i konkurencji.

Istnieją również tzw. wymagania dodatkowe. Są one trudniejsze do identyfikacji ze względu na swoją specyfikę (Malinowska, 2014). Są to: 4) cechy obojętne (*indifferent*) oraz 5) cechy niepożądane, czasem określane jako niesprzyjające, przeciwne (*reverse*).

4) Cechy obojętne

Nieobecność tych cech nie zmienia tak naprawdę reakcji odbiorcy na dane rozwiązanie – ani w sposób pozytywny, ani negatywny. Należy ich unikać w produkcie.

5) Cechy niepożądane, niesprzyjające

Odbiorcy nie są zainteresowani tymi cechy i są zadowoleni, gdy ich nie ma. Mogą również oczekiwać zupełnie przeciwnej funkcjonalności. Również należy unikać ich w produkcie.

Oprócz cech niepożądanych niektórzy badawcze wymieniają:

6) cechy wątpliwe (*questionable*).

Jest to grupa cech niestanowiąca kategorii rzeczywistej, którą można przypisać produktowi. Wskazuje bowiem na błędy popełnione podczas czynności badawczych lub sprzeczności w odpowiedziach respondentów. Gdy zebrane dane będą charakteryzowały się dużą liczbą sprzecznych odpowiedzi (jednocześnie: „odpowiada mi to" i „nie odpowiada mi to"), może to wskazywać na niejasny opis cech.

Metoda Kano wykorzystuje standaryzowany kwestionariusz, który mierzy opinie uczestników. Respondenci nie są bezpośrednio pytani o to, jakich cech spodziewają się po produkcie lub co by ich zachwyciło. Zamiast tego odpowiadają na pytania dotyczące oceny poszczególnych cech. Kwestionariusz składa się z pary pytań zamkniętych dotyczących konkretnej cechy. Użytkownicy pytani są:

- jak się czują, jeśli posiadają tę funkcję;
- jak się czują, jeśli nie posiadają tej funkcji.

Pierwsze pytanie jest określane jako *funkcjonalne*, a drugie – *dysfunkcjonalne* (te pytania określa się również jako *pozytywne* i *negatywne*) (Szrajnert, 2020). Do każdego pytania „jak się czujesz, jeśli posiadasz/nie posiadasz tej funkcji?" istnieje taki sam zestaw odpowiedzi. Każdej odpowiedzi na pytania funkcjonalne i dysfunkcyjne przypisana jest wartość liczbowa (tab. 11).

Tab. 11. Pytanie funkcjonalne i dysfunkcjonalne w modelu Kano

Pytanie funkcjonalne Jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Pytanie dysfunkcjonalne Jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?
– odpowiada mi to – oczekuję tego – jest mi to obojętne – mogę tolerować tę cechę – nie odpowiada mi to	– odpowiada mi to – oczekuję tego – jest mi to obojętne – mogę tolerować tę cechę – nie odpowiada mi to

Źródło: opracowanie własne.

Cechy, które będą badane, dotyczą scenariusza realizowanego w wirtualnej rzeczywistości, ujętego w cztery wymiary uczenia się: poznawczy, emocjonalny, społeczny i psychomotoryczny.

Badanie ma wykazać, które cechy powinny znaleźć się w scenariuszu kursu, są poszukiwane, atrakcyjne, neutralne lub niepożądane. Funkcjonalne i dysfunkcyjne odpowiedzi zostaną zaprezentowane w tabelach odnoszących się do każdego z wymiarów.

Analiza Kano jest metodą ilościową, dlatego powinna być prowadzona z udziałem co najmniej 40 uczestników, aby umożliwić uzyskanie wiarygodnych statystycznie wyników. W niniejszym badaniu wzięło udział 460 osób. Dobór próby badawczej był celowy. Respondenci stanowili jednorodną grupę (studenci uczelni cywilno-wojskowej, zainteresowani podnoszeniem własnych kwalifikacji w różnorodnych formach cyfrowych, ukierunkowani na zdobycie wykształcenia związanego z bezpieczeństwem i obronnością). Warto podkreślić, że grupa respondentów, jeśli nie jest jednorodna, może mieć bardzo różne podejście do tej samej cechy. W takim przypadku wyniki mogą okazać się niewiarygodne (Sauerwein, 1996).

Aby uniknąć wieloznacznego rozumienia podanych w kwestionariuszu cech, podczas krótkiej prelekcji online wyjaśniono ich znaczenie i kontekst.

Po realizacji krótkiej aktywności szkoleniowej z wykorzystaniem przygotowanej aplikacji 3D, badani przystąpili do wypełniania kwestionariusza. Respondenci zostali poproszeni o wskazanie reakcji, jaką wywoła sytuacja, gdy dana cecha występuje w szkoleniu, a następnie reakcji, gdy dana cecha nie występuje. W obydwu przypadkach istniała możliwość wyboru jednej z pięciu wystandaryzowanych odpowiedzi: „odpowiada mi to", „oczekuję tego", „jest mi to obojętne", „mogę tolerować tę cechę", „nie odpowiada mi to". Kombinacja dwóch odpowiedzi dla danej cechy determinuje jej kategorię (Szkiel, 2016, s. 643). Ze względu na znaczną liczbę uczestników skorzystano z narzędzia online Kano+. Dzięki temu cały proces zbierania oraz opracowania danych został usprawniony (w załączniku nr 3 zamieszczono kwestionariusz)[10]. Omawiane narzędzie badawcze umożliwia stworzenie kwestionariusza badawczego, a po zebraniu odpowiedzi respondentów system automatycznie dokonuje kalkulacji, analizuje i wizualizuje wyniki.

W procedurze badawczej zebrano opinie za pomocą kwestionariusza online. Po zebraniu wszystkich odpowiedzi dotyczących każdego wymiaru (poznawczego, emocjonalnego, społecznego oraz psychomotorycznego) system automatycznie zliczył i skategoryzował odpowiedzi.

Skumulowane dane dotyczące wymiaru poznawczego dla poszczególnych cech zastawiono w tab. 12. Ostatnia kolumna opisana jako „Kategoria" zawiera wynik obliczeń, tj. klasyfikacji danej cechy na podstawie największej liczby głosów.

[10] Link do ankiety: https://kano.plus/studies/analyze/N3Dqiop7xw9pnqhWD dostępny po zalogowaniu się.

Tab. 12. Skumulowane dane dotyczące wymiaru poznawczego

Cechy	Obowiązkowa	Poszukiwane	Atrakcyjna	Obojętna	Niepożądana	Wątpliwa	Kategoria
	Liczba wszystkich głosów oddanych na daną kategorię, n=460						
Cecha nr 1	98	100	230	23	5	4	Atrakcyjne
Cecha nr 2	256	97	67	34	2	4	Obowiązkowe
Cecha nr 3	97	106	229	12	5	11	Atrakcyjne
Cecha nr 4	201	101	92	42	4	14	Obowiązkowe
Cecha nr 5	104	225	89	36	2	4	Poszukiwane
Cecha nr 6	84	93	228	53	1	1	Atrakcyjne

Legenda:
Cecha nr 1: *Ukazanie istotność treści kursu.*
Cecha nr 2: *Usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście.*
Cecha nr 3: *Poznawanie rzeczywistości, a więc konkretnych rzeczy, zjawisk.*
Cecha nr 4: *Przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych.*
Cecha nr 5: *Powtarzanie treści (teorii).*
Cecha nr 6: *Samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności.*

Źródło: opracowanie własne.

Według odpowiedzi respondentów w kategorii cech „obowiązkowych" cecha nr 2 *Usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście*, nr 4 *Przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych* oraz nr 6 *Samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności*, a także cecha nr 5 *Powtarzanie treści* należą do kategorii cech „obowiązkowych". Z kolei cecha nr 1 *Ukazanie istotność treści kursu* oraz nr 6 *Samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności* okazały się atrakcyjne dla użytkowników szkolenia.

Lista czynników, które opisują emocjonalny wymiar uczenia się w środowisku wirtualnym, oraz ich ocena znajdują się w tab. 13.

Tab. 13. Skumulowane dane dotyczące wymiaru emocjonalnego

Cechy	Obowiązkowa	Poszukiwane	Atrakcyjna	Obojętna	Niepożądana	Wątpliwa	Kategoria
	Liczba wszystkich głosów oddanych na daną kategorię, n=460						
Cecha nr 1	98	110	241	8	1	2	Atrakcyjna
Cecha nr 2	120	220	108	9	1	2	Poszukiwane
Cecha nr 3	249	99	102	6	3	1	Obowiązkowa

Legenda:
Cecha nr 1: *Atrakcyjność wizualna i dźwiękowa.*
Cecha nr 2: *Stopniowanie trudności celem zmotywowania osoby uczącej się.*
Cecha nr 3: *Projekt scenariusza, który motywuje do zdobywania wiedzy.*

Źródło: opracowanie własne.

Cecha nr 1 *Atrakcyjność wizualna i dźwiękowa* jest atrakcyjna dla użytkowników, cecha nr 2 *Stopniowanie trudności celem zmotywowania osoby uczącej się* – poszukiwana, natomiast cecha nr 3 *Projekt scenariusza, który motywuje do zdobywania wiedzy* – obowiązkowa. Oznacza to, że scenariusz szkolenia CBRN realizowanego w środowisku VR powinien być zwizualizowany w atrakcyjny sposób, intuicyjnie zaprojektowany oraz motywujący do zdobywania wiedzy.

Listę czynników opisujących wymiar społeczny oraz ich ocenę prezentuje tab. 14.

Tab. 14. Skumulowane dane dotyczące wymiaru społecznego

Cechy	Obowiązkowa	Poszukiwane	Atrakcyjna	Obojętna	Niepożądana	Wątpliwa	Kategoria
	Liczba wszystkich głosów oddanych na daną kategorię, n=460						
Cecha nr 1	97	97	233	24	8	1	Atrakcyjne
Cecha nr 2	275	73	101	9	1	1	Obowiązkowe
Cecha nr 3	29	49	99	240	32	11	Obojętne
Cecha nr 4	212	105	89	41	3	10	Obowiązkowe

Legenda:
Cecha nr 1: *Możliwości interakcji społecznych.*
Cecha nr 2: *Zrozumiały język instrukcji/poleceń.*
Cecha nr 3: *Świadomy i aktywny udział osób szkolonych, czyli budowanie jedności grupy zadaniowej poprzez coaching.*
Cecha nr 4: *Dostarczanie wsparcia dla osoby uczącej się.*
Źródło: opracowanie własne.

W wymiarze społecznym cecha nr 1 *Możliwości interakcji społecznych* jest atrakcyjna dla użytkowników, cecha nr 2 *Zrozumiały język instrukcji/poleceń* oraz cecha nr 4 *Dostarczanie wsparcia dla osoby uczącej się* są obowiązkowe, natomiast cecha nr 3 *Świadomy i aktywny udział osób szkolonych, czyli budowanie jedności grupy zadaniowej poprzez coaching* jest obojętna dla uczestników szkolenia. Oznacza to, że scenariusz kursu 3D powinien zostać tak zaprojektowany, aby był przede wszystkim zrozumiały. Pożądane cechy będą związane z możliwością zapewnienia interakcji społecznych oraz wsparcia dla osoby uczącej się. Możliwość indywidualnego prowadzenia (coachingu) nie ma dużego znaczenia.

W wymiarze psychomotorycznym wyróżniono i oceniono dwie cechy (tab. 15).

Tab. 15. Skumulowane dane dotyczące wymiaru psychomotorycznego

Cechy	Obowiązkowa	Poszukiwane	Atrakcyjna	Obojętna	Niepożądana	Wątpliwa	Kategoria
	Liczba wszystkich głosów oddanych na daną kategorię, n=460						
Cecha nr 1	235	97	95	23	1	9	Obowiązkowe
Cecha nr 2	262	84	101	9	1	3	Obowiązkowe

Legenda:
Cecha nr 1: *Nabywanie umiejętności psychomotorycznych (współdziałanie umysłu i ciała).*
Cecha nr 2: *Mniej błędów w wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym.*
Źródło: opracowanie własne.

Obydwie cechy (nr 1 i nr 2) zostały uznane za obowiązkowe. Zatem projekt scenariusza 3D powinien umożliwiać nabywanie umiejętności psychomotorycznych oraz sprzyjać minimalizacji popełnianych błędów podczas ćwiczenia związanego z ruchem ciała.

Dalsza analiza uzyskanych wyników wymaga stworzenia rankingu badanych cech. Dla każdej z nich będzie zsumowana liczba głosów oddanych przez wszystkich uczestników badania. Ranking cech to wskazanie priorytetów w zakresie rozwoju poszczególnych cech szkolenia poprzez uszeregowanie cech od najważniejszej do najmniej istotnej M (*must-be*) > P (*performance*) > A (*attractiveness*) > I (*indifferent*), czyli cechy obowiązkowe > cechy poszukiwane > cechy atrakcyjne > cechy obojętne. Dwóch skrajnych ocen nie wzięto pod uwagę. W tab. 16 przedstawiono wyniki rankingu cech.

Tab. 16. Wyniki rankingu cech

Lp.	Wymiar uczenia się i numer cechy	Cecha	Liczba głosów na daną kategorię	Kategoria wymagania
1	Społeczny Cecha 2	*Zrozumiały język instrukcji/poleceń.*	275	M
2	Psychomotoryczny Cecha 2	*Mniej błędów w wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym.*	262	M
3	Poznawczy Cecha 2	*Usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście.*	256	M
4	Emocjonalny Cecha 3	*Projekt scenariusza, który motywuje do zdobywania wiedzy.*	249	M
5	Psychomotoryczny Cecha 1	*Nabywanie umiejętności psychomotorycznych (współdziałanie umysłu i ciała).*	235	M
6	Społeczny Cecha 4	*Dostarczanie wsparcia dla osoby uczącej się.*	212	M
7	Poznawczy Cecha 4	*Przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych.*	201	M
8	Poznawczy Cecha 5	*Powtarzanie treści (teorii).*	225	P
9	Emocjonalny Cecha 2	*Stopniowanie trudności celem zmotywowania osoby uczącej się.*	220	P
10	Emocjonalny Cecha 1	*Atrakcyjność wizualna i dźwiękowa.*	241	A
11	Społeczny Cecha 1	*Możliwości interakcji społecznych.*	233	A

Lp.	Wymiar uczenia się i numer cechy	Cecha	Liczba głosów na daną kategorię	Kategoria wymagania
12	Poznawczy Cecha 1	*Ukazanie istotność treści kursu.*	230	A
13	Poznawczy Cecha 3	*Poznawanie rzeczywistości, a więc konkretnych rzeczy, zjawisk.*	229	A
14	Poznawczy Cecha 6	*Samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności.*	228	A
15	Społeczny Cecha 3	*Świadomy i aktywny udział osób szkolonych, czyli budowanie jedności grupy zadaniowej poprzez coaching.*	240	I

Źródło: opracowanie własne.

Można zauważyć, że w kategorii cech obowiązkowych (M), najważniejsze cechy szkolenia CBRN z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości to *zrozumiały język instrukcji/poleceń* (275 głosów), *mniej błędów w wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym* (262 głosy), *usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście* (256 głosów). W dalszej kolejności pojawia się *motywujący projekt scenariusza* (249 głosów), *nabywanie umiejętności psychomotorycznych* (235 głosów), *dostarczanie wsparcia dla osoby uczącej się* (212 głosów) oraz *przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych* (201). Przeważają wymiary uczenia się poznawczy, społeczny oraz psychomotoryczny. W kategorii cech poszukiwanych (P) (im jest ich więcej, tym większa szansa na spełnienie wymagań użytkowników) istotna okazała się cecha powtarzanie treści (225 głosów), należąca do poznawczego wymiaru uczenia się oraz *stopniowanie trudności celem zmotywowania osoby uczącej się* (201 głosów) należąca do wymiaru emocjonalnego. W kategorii atrakcyjność (A) (przyciągnięcie użytkownika do produktu) najważniejsze cechy to: *atrakcyjność wizualna i dźwiękowa* (241 głosów), *możliwości interakcji społecznych* (233 głosy), *ukazanie istotność treści kursu* (230 głosów), *poznawanie rzeczywistości, a więc konkretnych rzeczy, zjawisk* (229 głosów) oraz *samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności* (228 głosów). Większość cech przynależy do poznawczego wymiaru uczenia się. Finalnie w kategorii obojętność (I) (cechy niezauważalne przez użytkownika) wskazano na cechę *świadomy i aktywny udział osób szkolonych, czyli budowanie jedności grupy zadaniowej z wymiaru uczenia się społecznego* (240 głosów).

Zastanawiając się, jakie są najważniejsze cechy scenariuszy szkoleń CBRN realizowanych w nowoczesnym środowisku według osób uczących się, otrzymane dane można zestawić, w taki sposób, że zostaną wybrane na trzy najważniejsze cechy scenariuszy w kategorii „obowiązkowe" i po jednej cesze z kategorii „poszukiwane"

i „atrakcyjne". Kategoria „obowiązkowe" jest nadrzędną kategorią i bez niej dany produkt zwyczajnie nie spełnia podstawowych kryteriów. Dlatego wybrano trzy najważniejsze cechy. Natomiast kategorie „poszukiwane" oraz „atrakcyjne" będą decydowały o tym, jakie funkcje lub warunki stworzyć, aby produkt był satysfakcjonujący. Zatem projektant scenariusza kursu powinien skupić się na takich kwestiach, jak: zrozumiały język instrukcji/poleceń, mniej błędów w wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym (czyli nauka na własnych błędach w działaniu, przy wykonywaniu czynności psychomotorycznych, np. z użyciem akcesoriów), usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście (tło sytuacyjne), a także możliwość powtarzania treści (np. w różnych aktywnościach dydaktycznych), atrakcyjność wizualna i dźwiękowa (np. dobra jakość grafiki, dźwięk przestrzenny).

Należy zauważyć, że cechy te dotyczą badania w środowisku VR, co stanowi ograniczenie badawcze. Warto zatem rozważyć możliwość poszerzenia tych badań o środowiska AR, MR, być może wspierane przez AI. Z drugiej strony, szkolenia CBRN wspierane AR czy MR nie będą miały znacząco innych cech. Na przykład, zamiast wyświetlania dodatkowych informacji na ekranie można wyświetlać w goglach dodatkowe informacje dla osób uczących się, które w ćwiczeniach prowadzonych w realnym środowisku mogą mieć szczególne znaczenie dla wykonywania zadania. Ale czy wówczas opinie na temat cech scenariusza ulegną zmianie? Czy pojawią się nowe oczekiwania osób szkolonych? Autorka jest zdania, że nie będzie to miało miejsca, gdyż omawiane cechy scenariusza są na tyle uniwersalne, że mogą odnosić się do wykorzystywania innych technologii. Zatem proponuje ona uogólnienie tych wyników i sformułowanie wniosku, że wyłonione cechy scenariuszy szkoleń CBRN dotyczą procesu dydaktycznego realizowanego z wykorzystaniem nowych technologii. Implikuje jednak konieczność powtórzenia takich badań w innych środowiskach i porównanie otrzymanych wyników.

Podsumowanie

Projektowanie szkoleń CBRN realizowanych z wykorzystaniem nowych technologii powinno mieć solidne podstawy teoretyczne oraz empiryczne. Kompleksowa teoria uczenia się uwzględniająca procesy psychologiczne to kanwa do rozważań nad przyjmowaniem określonych rozwiązań, które będą sprzyjały nabywaniu wiedzy i umiejętności. Również zasady kształcenia mają tu niebagatelne znaczenie. Wartość mają również badania (np. jakościowo-ilościowe), które pomagają w dociekaniach na temat konkretnych kwestii, jakimi są najważniejsze cechy scenariusza kursu CBRN. W niniejszym rozdziale przeanalizowano wymiary uczenia się, zidentyfikowano cechy, które mogą wpływać na sposób uczenia się, a następnie poddano je ewaluacji w grupie 460 osób. Uwzględniając wyniki badań dotyczące wiodących

cech scenariuszy szkoleń CBRN, w których wykorzystywane są nowe technologie, zauważono, że są nimi: zrozumiały język instrukcji/poleceń, mniej błędów w wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym, usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście, a także możliwość powtarzania treści oraz atrakcyjność wizualna i dźwiękowa. Uogólniając zbiór tych cech, należy potwierdzić poprawność hipotezy, że **scenariusze szkoleń CBRN wykorzystujące nowe technologie powinny być projektowane z uwzględnieniem kompleksowej teorii uczenia się oraz zasad kształcenia. Istotnymi ogólnymi zasadami takiego scenariusza są wiązanie teorii z praktyką, redukcja błędów przy wykonywaniu zadań o charakterze psychomotorycznym, a także atrakcyjny i zrozumiały przekaz.**

Hipoteza została przyjęta z uwzględnieniem ograniczeń, jakimi są środowisko VR zastosowane w badaniu, a także literatura, na podstawie której zidentyfikowano cechy szkoleń, które następnie poddane zostały ocenie. Również paradygmat badawczy, jakimi są cztery wymiary uczenia się, przyczynia się do zawężenia poszukiwań, ukierunkowując je na poznanie, emocje, aspekty społeczne i psychomotoryczne.

Rozdział 6.

Koncepcja wykorzystania nowych technologii w szkoleniach CBRN – (nie)bezpieczny poligon

W kontekście perspektyw rozwojowych dla szkoleń CBRN, istniejących dokumentów i uregulowań w tym zakresie, powoływania centr szkoleniowych, rozwijania nauki oraz innowacyjnych rozwiązań z obszaru szkoleń CBRN w kraju i za granicą, a także pozytywnego postrzegania przez ekspertów nowych technologii jako narzędzi lub środowisk dydaktycznych, przydatna byłaby koncepcja szkolenia CBRN, która wdrażałaby nowoczesne rozwiązania w celu minimalizacji ograniczeń związanych z tradycyjnym szkoleniem. Powinna ona uwzględniać bezproblemową i niskokosztową dostępność rozwiązań, specyfikę szkoleń CBRN oraz wpisywać się w wyniki przeprowadzonych w niniejszej pracy badań.

Dostępność rozwiązań związana jest z możliwością darmowego korzystania ze środowisk i narzędzi, za pomocą których można tworzyć środowisko dydaktyczne. Obecnie najbardziej znanymi darmowymi środowiskami są platformy wirtualnej rzeczywistości, takie jak Sansar i Second Life.

Specyfika szkoleń CBRN to przede wszystkim wysokie koszty przygotowania i realizacji działań, konieczność zapewnienia złożonej struktury zarządzania podczas ćwiczeń, zapewnienie ciągłości i regularności szkoleń, konieczność prowadzenia działań w szkodliwym środowisku, co generuje obowiązek noszenia odzieży ochronnej (wpływającej na koszty szkolenia).

Wyniki badań pokazały, że taka koncepcja powinna umożliwiać przede wszystkim bezbolesną naukę na błędach, czyli zapewniać bezpieczny trening, a także powtórzenia aktywności edukacyjnych. Projekt scenariusza powinien być tak skonstruowany, aby łączyć teorię z praktyką, umożliwiać wykonywanie realnych czynności psychomotorycznych w celu redukcji błędów w działaniu, a także komunikować treści w zrozumiały i atrakcyjny sposób. W związku z tym postawiono następujący problem badaczy wyrażony w postaci pytania: uwzględniając aktualnie

dostępne rozwiązania, specyfikę szkolenia CBRN oraz wyniki własnych badań, jaka koncepcja umożliwi bezpieczną i sprawną realizację procesu dydaktycznego?

Założono, że **koncepcja wyspy szkoleniowej CBRN Virtual Training Island (ViCTrI) umożliwi bezpieczną oraz sprawną realizację procesu dydaktycznego.**

W rozdziale zaprezentowano koncepcję wirtualnej wyspy szkoleniowej. Koncepcja ta uwzględnia aspekty metodyczno-techniczne oraz potencjał rozwojowy narzędzia.

Założenia koncepcji CBRN Virtual Training Island

Koncepcja zakłada stworzenie wielofunkcyjnej wirtualnej wyspy w środowisku 3D do efektywnego szkolenia specjalistów (żołnierze oraz funkcjonariusze spoza Resortu Obrony Narodowej) z zakresu Obrony Przed Bronią Masowego Rażenia (OPBMR). Zasadność zaprojektowania oraz wykorzystania ViCTrI wiąże się z koniecznością stworzenia bezpiecznego środowiska do ćwiczeń w warunkach zagrożenia skażeniami oraz skażeń (po zdarzeniach CBRN), którego koszty użytkowania będą nieistotne w porównaniu ze szkoleniami prowadzonymi tradycyjnie w warunkach rzeczywistych. Z założenia ViCTrI nie zastępuje szkolenia tradycyjnego, a jest komplementarnym elementem tego szkolenia, zapewniającym holistyczne podejście. W istocie ma ograniczyć do minimum „przedsięwzięcia pomocnicze" związane z głównym zagadnieniem, jakim jest realizacja zadań w środowisku skażeń. Takie podejście zapewni istotną redukcję kosztów tradycyjnego szkolenia (przede wszystkim jego skrócenie), a przez to umożliwi przeszkolenie większej liczby żołnierzy/funkcjonariuszy przy tych samych kosztach. Pozwoli to na zdobycie unikatowych kompetencji i nawyków (w tym zasad bezpieczeństwa) podczas realizacji późniejszych zadań w rzeczywistych warunkach skażeń, w tym naukę na własnych błędach bez negatywnych konsekwencji. Koncepcja umożliwi stosowanie form i metod szkolenia, które w rzeczywistych warunkach są niedopuszczalne i zabronione. Ze względu na szybki rozwój nowych technologii, uniwersalność oraz modyfikowalność ViCTrI możliwe będą również szkolenia przeznaczone dla ekspertów różnych specjalności po stworzeniu dla nich interdyscyplinarnej wyspy. ViCTrI docelowo może być uniwersalną platformą do realizacji szerokiego spektrum przedsięwzięć: począwszy od szkoleniowych, poprzez centrum badawcze i taktykę, po laboratoria doświadczalne ekspertów w celu prowadzenia dochodzeń po zdarzeniach CBRN (szybka wirtualizacja miejsca zdarzenia CBRN z przyjaznym zobrazowaniem wyników analiz oraz możliwością realizacji nieinwazyjnych eksperymentów procesowych). Ponadto ViCTrI znajdzie zastosowanie do wstępnej weryfikacji nowych rozwiązań technologiczno-taktycznych w szkoleniu wojsk/funkcjonariuszy z OPBMR.

Aspekty metodyczno-techniczne

Ponieważ w literaturze pojawia się coraz więcej doniesień na temat umiejętności uczenia się na własnych błędach w symulowanym środowisku (Bin et al., 2019; Cavalcanti et al., 2017; Fuertes et al., 2017; Klein, 2009; Pena et al., 2019), pomysł stworzenia wirtualnej wyspy na potrzeby szkolenia OPBMR, wpisując się w najnowsze trendy nauk społecznych, stanie się unikatowym rozwiązaniem. Wyspa szkoleniowa może być zbudowana w wirtualnym świecie *open source* (platformy 3D Sansar albo Second Life). Według założeń uczestnicy szkolenia mogą przybierać postać awatara i uczestniczyć w szkoleniu programowym oraz samokształceniu ViCTrI (z możliwością komunikowania głosowego, wizualnego oraz tekstowego ze wszystkimi uczestnikami procesu dydaktycznego). Szkolenia mogą być prowadzone w celu kształcenia umiejętności indywidualnych oraz zespołowych w trybie synchronicznym i asynchronicznym, pod nadzorem instruktora lub samodzielnie. Tryb asynchroniczny (samokształcenia) zapewni dostęp do jawnej literatury, specjalistycznego forum oraz materiałów multimedialnych: wideo, tutoriale, e-learning. Uczestnicy szkoleń będą mogli zapoznawać się z materiałami przed szkoleniem czy też po nim, choćby w celu nadrobienia zaległości. ViCTrI może wspierać cały proces dydaktyczny:

– w fazie początkowej – umożliwi przygotowanie do ćwiczeń praktycznych (np. Centrum Szkolenia Bojowego Drawsko Pomorskie);

– w trakcie szkolenia poligonowego – będzie stanowić narzędzie wspierające wyrabianie nawyków oraz doskonalenie zagadnień o wysokim stopniu trudności;

– w fazie końcowej – będzie służyć podtrzymywaniu zdobytych kompetencji.

ViCTrI będzie dostępna jedynie dla uprawnionych użytkowników, z kontrolą stref dostępu. Ponadto zostanie wyposażona w dodatkowe, niewystępujące na poligonie obiekty, które umożliwią realizację dodatkowych zadań, takich jak biblioteka/repozytorium e-materiałów (podręczników, instrukcji, opracowań); kino – wyświetlanie filmów szkoleniowych; sala konferencyjna na potrzeby instruktaży, odpraw, seminariów; inne – organizowane ad hoc, adekwatnie dla potrzeb. Wykonywane sekwencje działań szkoleniowych mogą być rejestrowane, analizowane, poddawane ocenie według rozwiniętej taksonomii i przekazywane osobie uczącej się (sprzężenie zwrotne). Możliwe jest również ustawienie systemu w taki sposób, aby automatycznie dostarczał informacje zwrotne zgodnie z wytyczonymi przez ekspertów standardami, co znacznie podniesie samoświadomość i zaangażowanie osób uczących się (Fardinpour et al., 2018; Sharmanska, Quadrianto, 2016). Implementacja algorytmów sztucznej inteligencji pomogłaby zindywidualizować szkolenie, a także zapewnić trafny dobór treści szkoleniowych czy wybrać stopień trudności tak, aby osoba szkolona mogła nadrobić zaległości bądź dobrze przygotować się do egzaminu.

Ponieważ projektowanie aktywności edukacyjnych w przestrzeni wirtualnej wymaga specjalistycznej wiedzy i dostosowania metodyki projektowania do świata cyfrowego, koncepcja zakłada wykorzystanie autorskiej metodyki pozwalającej na dokładne opracowanie działań w cyberprzestrzeni. Uwzględni ona cztery wymiary uczenia się: poznawczy, emocjonalny, społeczny i psychomotoryczny. W ostatnim wymiarze, w którym uczenie się w przestrzeni wirtualnej obejmuje działania kinestetyczne, wymagane byłyby inteligentne akcesoria, dzięki którym możliwe byłoby wykonywanie czynności takich jak zbieranie próbek czy likwidacja skażeń. Harmonijne i przemyślane zaplanowanie aktywności szkoleniowych będzie miało pozytywny wpływ na proces uczenia się.

Ponieważ jedną z podstawowych determinant efektywnego szkolenia wirtualnego jest dokładność odzwierciedlenia (*fidelity*) obiektów w świecie wirtualnym (Champney et al., 2017; Ferreira et al., 2017), wirtualny poligon szkoleniowy ViCTrI powinien zostać zaprojektowany z najwyższą starannością, aby dokładnie odzwierciedlić wszelkie elementy, które są obecne w tradycyjnym szkoleniu.

Oprócz kształcenia kompetencji i prawidłowych nawyków w reagowaniu kryzysowym wykorzystanie ViCTrI umożliwia zgrywanie sekcji/drużyn w składzie narodowym oraz międzynarodowym, dokumentowanie działań indywidualnych i zespołowych, a w zależności od uzgodnień organizacyjnych daje możliwość wglądu w szkolenie innych osób. Zapewnia również możliwość nagrania wybranych scenariuszy oraz ponowne wykorzystanie nagranych materiałów (*reusability*) w szkoleniu o charakterze poglądowym.

Reasumując, ViCTrI umożliwi innowacyjne przygotowanie specjalistów CBRN w świecie wirtualnym 3D do realizacji praktycznych zadań w zakresie OPBMR, ze szczególnym uwzględnieniem warunków bezpieczeństwa.

Potencjał rozwojowy narzędzia

Koncepcja ma charakter badawczo-rozwojowy. Wirtualna wyspa może zostać wykonana z wykorzystaniem komercyjnie dostępnej technologii (sprzęt oraz oprogramowanie), z zapewnieniem stałego dostępu do najnowszych światowych osiągnięć w tym zakresie. Może również obejmować zintegrowanie wirtualnego świata z akcesoriami inteligentnymi, takimi jak gogle *oculus rift*, instrumenty do pobierania próbek, pomiaru skażeń czy obsługi specjalistycznego sprzętu. Może być również zintegrowana z akcesoriami inteligentnymi. Wirtualny świat ostatecznie może być wyświetlony na projektorach wielkości ścian w pomieszczeniu (jaskinia wirtualna), gdzie można realizować szkolenie zespołowe drużyny/sekcji z wykorzystaniem akcesoriów. Wówczas osoba szkolona nie występuje już w postaci awatara, a wszystkie aktywności psychomotoryczne wykonuje praktycznie w jaskini wirtualnej. Takie rozwiązania wymaga jednak zbudowania kosztownej infrastruktury. Znacznie tań-

szą alternatywą jest jednak skorzystanie z obecnie funkcjonujących laboratoriów VR, dostępnych w wiodących uczelniach badawczych w Polsce.

Przeznaczenie oraz grupa docelowa wyspy szkoleniowej mogą zatem rozszerzać się w miarę ewaluacji projektu. Wirtualna wyspa może służyć do stałego podnoszenia poziomu doskonalenia zawodowego żołnierzy, a rezultaty projektu będą wspomagały także proces szkolenia dowództw, sztabów i wojsk, w tym Wojsk Obrony Terytorialnej, a także w procesie doskonalenia współdziałania sił zbrojnych RP z pozamilitarnymi strukturami obronnymi państwa. Do tej pory w Wojsku Polskim projektowano i wykorzystywano oprogramowanie, które nie dawało możliwości modyfikowania środowiska 3D, tzn. odbywało się wg skończonej liczby scenariuszy. Natomiast ViCTrI jest narzędziem, które umożliwi szybką modyfikację elementów środowiska 3D, stosownie do aktualnych potrzeb. Dotychczasowe narzędzia dysponowały najczęściej jednym stanowiskiem (rzadziej kilkoma), natomiast ViCtrI – z racji, że jest kreowana w innym środowisku – zapewnia pracę na wielu stanowiskach jednocześnie. Można stwierdzić, że limitowanie liczby szkolonych wynika jedynie z przyjętego harmonogramu szkoleń. W efekcie można trenować wojska/grupy osób z odległych geograficznie miejsc (także z różnych krajów). ViCTrI jest zatem technologią innowacyjną, gdyż oferuje elastyczne możliwości szkoleniowe w zależności od warunków i potrzeb. Wirtualna wyspa jest skalowalna i w razie potrzeby szybko może zostać rozbudowana bądź wielokrotnie skopiowana. W tym miejscu należy zaznaczyć, że dostawca, firma Linden Research[1], permanentnie wprowadza i rozbudowuje platformę. Zatem na organizatorach szkolenia lub osobach projektujących środowisko (zmieniających je w zależności od potrzeb włączania nowych elementów) nie spoczywa obowiązek utrzymania technicznego wyspy (jedynie projektowanie i administrowanie szkoleniem). Warto zaznaczyć, że np. platforma Second Life zawiera wbudowany system zarządzania prawami cyfrowymi, który kontroluje ruch tekstur, dźwięków, skryptów i modeli na serwerach Second Life. Każdy użytkownik, który publikuje lub przesyła jakiekolwiek treści, zachowuje prawa własności intelektualnej do tych treści.

Należy zauważyć, że koncepcja ma potencjał badawczo-rozwojowy i wpisuje się w zapisy dokumentu „Priorytetowe kierunki badań w resorcie obrony narodowej na lata 2017–2026" (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019). Według dokumentu istnieje konieczność rozwoju technologii zapewniających możliwość szkolenia i organizacji ćwiczeń z zakresu zagrożeń teleinformatycznych w środowisku wirtualnym odzwierciedlającym rzeczywiste zagrożenia teleinformatyczne (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 6, 8). W dokumencie wskazano również, że do niezbędnych rozwiązań systemowych wspierających przygotowanie do prowadzenia operacji i ich realizację należy zaliczyć: system szkolenia wojsk z wykorzystaniem innowacyjnych systemów wsparcia szkolenia wojsk, opartych na mobilno-stacjo-

[1] Amerykańska firma technologiczna, która jest najbardziej znana jako twórca Second Life.

narnych systemach symulacji działań operacyjno-taktycznych oraz symulatorach i trenażerach (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2019, s. 32).

Warto podkreślić, że cel koncepcji oraz wytworzony w jego wyniku produkt – wirtualna wyspa szkoleniowa ViCTrI – jest zbieżny z następującymi kierunkami rozwoju określonymi w Strategii Rozwoju Systemu Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej 2022:

1. Podniesienie poziomu wykształcenia i kształcenia zawodowego żołnierzy zawodowych.
2. Podniesienie poziomu wyszkolenia wojsk i doskonalenie zawodowe żołnierzy zawodowych.
3. Doskonalenie pozamilitarnych przygotowań obronnych.
4. Wzmocnienie przemysłowego potencjału obronnego.
5. Doskonalenie współpracy cywilno-wojskowej.

Zgodnie z przyjętymi kierunkami rozwoju koncepcja omówionego narzędzia szkoleniowego państwa będzie skutecznie wykorzystana w celu poprawy funkcjonowania systemu szkolenia obronnego w państwie. W sposób bezpośredni odpowiada na oczekiwania kadry służby wojskowej w zakresie „podwyższania (…) kwalifikacji zawodowych oraz nabywania nowych umiejętności uznawanych w środowisku cywilnym, a także certyfikowania umiejętności kadry sektora bezpieczeństwa zdobytych w sposób niesformalizowany. Dopasowanie kwalifikacji wojskowych do potrzeb rynku pracy wpłynie na zwiększenie atrakcyjności służby wojskowej oraz poprawi wizerunek żołnierza rezerwy na rynku pracy i podniesie poziom zaufania do jakości kwalifikacji nadawanych w Siłach Zbrojnych RP" (s. 79). Koncepcja wspiera zatem innowacyjność szkolenia Sił Zbrojnych RP, w tym procesy rozwojowe społeczeństwa opartego na wiedzy oraz synergię działań połączonych.

W sposób realny może się ona również przyczynić do zintensyfikowania działalności badawczo-rozwojowej oraz szeroko rozumianej edukacji i szkolenia na potrzeby obronności i bezpieczeństwa państwa. W tym miejscu warto zauważyć, że w Strategii za priorytet uznano budowę nowoczesnego i produktywnego potencjału naukowo-badawczego na rzecz obronności, w tym dostosowanie systemu organizowania i wdrażania prac naukowo-badawczych do standardów obowiązujących w UE i NATO oraz intensyfikację działań zmierzających do aktywnego uczestnictwa polskich ośrodków naukowych i przemysłowych w międzynarodowych programach zbrojeniowych. Należy się więc też spodziewać, że koncepcja w sposób pośredni będzie wpływać na wzmocnienie mechanizmów wpływających pozytywnie na transfer innowacyjnych technologii pomiędzy sektorem wojskowym a cywilnym, w tym na przepływ wiedzy oraz zasobów ludzkich i sprzętowych.

Należy podkreślić, że realizacja koncepcji wpisuje się w Strategię Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej – odpowiada ona bezpośrednio intere-

som narodowym w dziedzinie bezpieczeństwa, które wynikają z art. 5 Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej, a do których należą:

– dysponowanie skutecznym narodowym potencjałem bezpieczeństwa zapewniającym gotowość i zdolność do zapobiegania zagrożeniom, w tym odstraszania, obrony i ochrony przed nimi oraz likwidowania ich następstw;

– silna pozycja międzynarodowa Polski i członkostwo w wiarygodnych systemach bezpieczeństwa międzynarodowego;

– ochrona indywidualna i zbiorowa obywateli przed zagrożeniami dla ich życia i zdrowia oraz przed naruszeniem, utratą lub degradacją istotnych dla nich dóbr (materialnych i niematerialnych).

Można śmiało stwierdzić, że w zakresie promowania i realizacji innowacyjnych form szkoleniowych koncepcja wpłynie na wzmocnienie pozycji państwa na arenie krajowej i międzynarodowej.

Podsumowanie

W niniejszym rozdziale przedstawiono założenia koncepcji CBRNE Virtual Training Island (ViCTrI) wraz z aspektami metodyczno-technicznymi i potencjałem rozwojowym. Podstawą koncepcji jest technologia VR, która może być uzupełniana i rozbudowywana o kolejne elementy.

Wojsko i służby mogą szkolić się w zaproponowanym środowisku wirtualnej rzeczywistości typu *open source*, ponieważ jest ono dostępne dla każdego użytkownika. Ogranicza ona koszty przygotowania i realizacji szkolenia. Warto zauważyć, że jeżeli przygotowanie całego środowiska i narzędzi jest obarczone wysokimi kosztami (np. z powodu prac informatycznych lub stworzenia inteligentnego narzędzia zintegrowanego z systemem), to są one ponoszone jednorazowo. Taka inwestycja zwraca się po kolejnych iteracjach szkoleń. Można jeszcze rozważać koszty utrzymania infrastruktury, ale nie będą one tak wysokie jak przygotowanie tradycyjnego szkolenia CBRN.

W zakresie zapewnienia złożonej struktury zarządzania podczas ćwiczeń każdy dowódca w swoim zakresie planuje i dostosowuje ćwiczenia do diagramu szkolenia. Zapewniona jest ponadto ciągłość i regularność szkoleń, choćby ze względu na redukcję kosztów i zniesienie ograniczeń związanych z przepisami prawa i bhp, gdzie np. określone substancje można używać w określonych rejonach. Bezbolesną, czyli bezpieczną naukę na błędach, bez użycia np. toksycznych substancji i konieczności noszenia odzieży ochronnej, zapewnia właśnie wirtualne środowisko.

Takie środowisko daje możliwości powtórzenia aktywności edukacyjnych w celu utrwalenia wiedzy i umiejętności. Osoby zanurzone w wirtualnym świecie z łatwością łączą teorię z praktyką, gdyż samo środowisko jest wysoko stymulujące

i zachęca do podejmowania działań, zwłaszcza psychomotorycznych, które są istotne w ćwiczeniach CBRN. W końcu w takim środowisku, z uwagi na szereg funkcjonalności, jak tablice interaktywne, promptery, można przedstawiać treści w zrozumiały i atrakcyjny sposób.

Uwzględniając szereg funkcjonalności, jakie oferuje wirtualny świat, a także możliwość integracji platformy VR z rozmaitymi narzędziami komercyjnymi i darmowymi, należy stwierdzić, że **koncepcja wyspy szkoleniowej CBRNE Virtual Training Island (ViCTrI) umożliwi bezpieczny trening oraz sprawną realizację procesu dydaktycznego.**

Ponieważ możliwości zaprojektowania infrastruktury są niezliczone, niniejsza koncepcja może stanowić wstęp do tworzenia warunków dla przypadków testowych (*test case requirements*[2]), które posłużą czynnościom badawczo-rozwojowym dla realizacji projektu.

[2] Pojęcie związane z informatyką. Przypadek testowy to zestaw warunków do oceny określonej cechy oprogramowania w celu określenia jego zgodności z określonymi wymaganiami. Zawiera wymagania wstępne, wartości wejściowe i oczekiwane wyniki w udokumentowanej formie, które obejmują różne scenariusze testowe (ArtOfTesting, 2022).

Zakończenie

Rezultaty przeprowadzonych badań upoważniają do stwierdzenia, że nowe technologie w obszarze szkoleń CBRN to złożone i multidyscyplinarne zagadnienie, wymagające prowadzenia wielowymiarowych analiz, budowania koncepcji, a w końcu wdrożeń pomysłów do praktyki. Jest to konieczne, ponieważ dla specjalistów CBRN istotne jest sprawne i celowe działanie. Autorka jest zwolenniczką teorii emergentyzmu, czyli teorii filozoficznej głoszącej, że świat podlega nieustannemu rozwojowi, podczas którego powstają wciąż nowe, wyższe jakości (Emergentyzm, 1997–2023), i uważa, że aktualnie należy podążać za zmianami, śledzić trendy, nowinki na temat rozwoju nowych technologii, a także zagrożeń. Mając wiedzę na temat zagrożeń, można pragmatycznie realizować działania profilaktyczne, minimalizujące ryzyko ich wystąpienia oraz sprawnie reagować w razie ich wystąpienia.

Głównym celem pracy było zbadanie możliwości wykorzystania nowych technologii w obszarze szkoleń CBRN. Realizacja tego celu wymagała wnikliwie zaplanowanego procesu badawczego. W pierwszej kolejności podjęto próby zdefiniowania kluczowych pojęć związanych z zagrożeniami CBRN oraz nowymi technologiami. Następnie przeanalizowano uwarunkowania dla realizacji szkoleń CBRN: omówiono kluczowe dokumenty oraz scharakteryzowano profile i działalność centr szkoleniowych w kraju i za granicą. Przedstawiono również wyzwania technologiczne, z jakimi społeczeństwa, w tym rynek szkoleń, będą musiały się zmierzyć. W ten sposób ukazano ważność i specyfikę przedmiotu badań, w tym teraźniejszość i przyszłość praktyki dydaktycznej z obszaru CBRN. Kolejnym krokiem było przeprowadzenie badania stanu aktualnej wiedzy w przedmiocie badań i innowacji związanych z tematyką szkoleniową CBRN. Zauważono, że działalność publikacyjna i projektowa w obszarze CBRN oraz nowych technologii (wirtualnej, rozszerzonej, mieszanej rzeczywistości, sztucznej inteligencji) jest intensyfikowana, występuje głównie w dziedzinach nauk ścisłych i przyrodniczych, a tematyka badań dotyczy głównie minimalizacji ryzyka.

W polu zainteresowań autorki znalazły się również zagadnienia metodyczne związane z dotychczasowym prowadzeniem szkoleń CBRN. Zgromadzone opinie potwierdziły, że podczas szkoleń CBRN wykorzystywane są tradycyjne formy

zajęć, metody nauczania (praktyczne, podające, aktywizujące) bazują głównie na narzędziach dydaktycznych, które mają jedynie niewielki pierwiastek nowości. Najczęściej są to programy 2D. Badanie eksperckie dotyczyło również sposobu postrzegania nowych technologii w przedmiotowym obszarze. Wykorzystując program NVivo do analizy wypowiedzi ekspertów, zidentyfikowano kluczowe zalety takich szkoleń, jak bezbolesna nauka na błędach, dowolna liczba iteracji aktywności edukacyjnych, obniżająca koszty szkolenia i wspierająca procesy uczenia się i nauczania. W monografii opracowano również ramy teoretyczne dla scenariuszy i wyłoniono najważniejsze cechy scenariuszy przy wykorzystaniu internetowego kwestionariusza Kano+. Według badań scenariusze szkoleń CBRN powinny być projektowane z uwzględnieniem kompleksowej teorii uczenia się oraz zasad kształcenia, a istotnymi ogólnymi zasadami takiego scenariusza są powiązanie teorii z praktyką, możliwość wykonywania realnych czynności w celu redukcji błędów w działaniu, a także atrakcyjny i zrozumiały przekaz. Ostatecznie zaproponowano nowoczesną koncepcję szkolenia CBRN – Virtual Training Island (ViCTrI), która uwzględnia aktualnie dostępne rozwiązania, specyfikę szkoleń CBRN oraz wyniki własnych badań. Warto podkreślić, że kanwą do tej koncepcji jest środowisko wirtualne 3D, ale możliwość jego rozbudowy obejmuje już inne rozwiązania, np. sztuczną inteligencję, do analityki postępu nauczania czy indywidualizacji ścieżki uczenia się.

W przekonaniu autorki **cel pracy został osiągnięty**. Poszukiwania rozwiązania głównego problemu badawczego umożliwiły odpowiedź na pytanie o sposób, w jaki nowe technologie mogą skutecznie wspierać szkolenia z zakresu CBRN. Przede wszystkim nowe technologie umożliwiają stworzenie bezpiecznego środowiska szkoleniowego, takiego, w którym można wykorzystywać niebezpieczne substancje, prowadzić czynności pod presją czasu, bez narażenia się na szkodliwe czynniki. Aktywności edukacyjne mogą być powtarzane bez konieczności ponoszenia wysokich kosztów. Przedstawione cechy to główne i dotąd niespotykane w szkoleniu tradycyjnym zalety takich szkoleń. W takich szkoleniach zagrożenia, z jakimi może spotkać się np. personel szybkiego reagowania, mogą doprowadzać do trwałego uszczerbku na zdrowiu lub być śmiertelne. Cyfrowe środowisko pozwala trenerom dostosować scenariusz, np. dobru rodzaju zagrożenia: chemicznego, biologicznego, czy promieniotwórczego, oraz symulować zagrożenia i efekty w świecie wirtualnym, aby uzyskać realne wrażenia, które można realizować w dogodnym miejscu np. za pomocą komputera i zestawu słuchawkowego. Oprócz wymienionych cech nowoczesne szkolenia CBRN powinny uwzględniać specyficzne podejście do projektowania scenariusza. Wskazane jest, aby opracowane w nim aktywności dydaktyczne wiązały teorię z praktyką, dawały możliwość wykonywania realnych czynności w celu redukcji błędów w działaniu, a także cechowały się atrakcyjnym i zrozumiałym przekazem. Te kwestie są niezwykle ważne w momencie projektowania infrastruktury szkoleniowej, która czasami wymaga złożonych badań użytkownika, w tym czytelności i zrozumiałości.

Warto zaznaczyć, że innowacyjne rozwiązania szkoleniowe z obszaru CBRN mogą służyć nie tylko do zwalczania zagrożeń, eliminacji ryzyka ich wystąpienia (Furlić, Leško, 2021; Mauroni, 2010). Mogą być także wykorzystane przeciwko środowisku i ludziom[1] (Edwards, 2019; Koblentz, 2020), np. podczas przygotowania wysublimowanego ataku terrorystycznego. W tym przypadku mówimy o tzw. technologiach podwójnego zastosowania. Jest to jednak tematyka do zupełnie innych rozważań.

Niniejsza praca i przeprowadzone w niej badania mają **wartość utylitarną**, gdyż pozwalają na przełożenie koncepcji na realny produkt, dopasowując potrzeby i ograniczenia do kształtu ostatecznego projektu takiego środowiska. Zbudowanie takiej infrastruktury jest niezwykle przydatne dla utrzymania poziomu stałej gotowości działania. Zmiany polityczne, globalizacja, swobodne przemieszczanie się, migracja, zjawiska takie jak ekstremizm i radykalizm generują nastroje, które mogą przeradzać się w zadowolenie lub niezadowolenie z zaistniałej sytuacji i stwarzać ryzyko wystąpienia zamierzonego incydentu CBRN. Warto dodać, że projektując nowoczesne środowisko nauczania, ważne jest, aby dostosować jego projekt do istniejących uwarunkowań, także do preferencji osób uczących się, nauczycieli oraz zastanej infrastruktury dydaktycznej.

Na podstawie badań zdobyto nową i cenną wiedzę, która upoważnia do sformułowania następujących **wniosków oraz rekomendacji:**

1. Nowe technologie rozwijają się w szybkim tempie, a w opisujących rozwój technologiczny dokumentach krajowych i zagranicznych rekomendowane jest ich wdrożenie na rzecz zwalczania zagrożeń, m.in. do szkoleń CBRN. Już teraz można zauważyć olbrzymią przepaść między rozwiązaniami aktualnie wykorzystanymi, a tymi, które można by już teraz wdrożyć do szkoleń. Jeszcze większy rozdźwięk uwidaczniają wyniki przeprowadzonych badań w zakresie nowych technologii w szkoleniu, będących przedmiotem prac badawczo rozwojowych. Należy zauważyć, że nie chodzi tu wyłącznie o stronę techniczną oprzyrządowania procesu szkolenia, ale również teorię dydaktyczną. Przedstawiona diagnoza pozostaje w oczywistej sprzeczności z zasadniczymi dokumentami NATO oraz krajowymi, w których wskazuje się pilną potrzebę wdrażania nowych technologii w szkoleniu. Rezultaty badań w sposób ewidentny ukazują asymetrię pomiędzy stosowanymi aktualnie rozwiązaniami, a już teraz dostępnymi możliwościami w tym zakresie, nie wspominając nawet o najnowocześniejszych rozwiązaniach, zidentyfikowanych jako przyszłościowy kierunek badań i rozwoju w kraju i za granicą.

Rekomendacja: w kontekście prognozowanego rozwoju technologicznego ujmowanego w dokumentach krajowych i międzynarodowych, w obliczu coraz

[1] W literaturze konkretnie wymieniane problemy dotyczą ograniczenia zbrojeń, proliferacji zbrojeń, technologii wielokrotnego użytku, niejednoznacznej zdolność stanu.

to nowszych zagrożeń CBRN, decydenci oraz osoby szkolące powinni wzbogacać swoją wiedzę na temat trendów technologicznych. Taka wiedza pozwoli na sprawniejszą współpracę z naukowcami i przemysłem w celu rozwijania wyjątkowych rozwiązań na rzecz szkoleń CBRN. Być może w niedalekiej przyszłości tradycyjne działania dydaktyczne mogą okazać się niewystarczające, gdyż będą generować zbyt wysokie koszty dla coraz częstszych iteracji szkoleń. Zatem taka wiedza jest również konieczna dla skutecznego zarządzania jednostkami organizacyjnymi zajmującymi się szkoleniami CBRN. Pozwoli ona decydentom na działania z większym przekonaniem w zakresie zgłaszania zapotrzebowania na nowoczesną infrastrukturę szkoleniową oraz kierowanie dydaktyków CBRN na szkolenia z nowych technologii, nie tylko w kraju, ale i za granicą.

2. Analiza publikacji i projektów ukazała, że innowacyjne pomysły na temat wykorzystania nowych technologii w obszarze szkoleń CBRN dotyczą głównie minimalizacji ryzyka. Takie podejście jest coraz częściej prezentowane w renomowanej literaturze, a jednocześnie stanowi przedmiot intensywnych prac badawczych, realizowanych w konsorcjach krajowych i międzynarodowych. Korelacja tematów prac badawczych i publikacji w zakresie nowych technologii w szkoleniu jest oczywista i wynika z pilnych potrzeb w tym zakresie oraz środków finansowych przeznaczonych na ten cel.

Rekomendacja: istotne jest prowadzenie bieżących analiz na temat rozwiązań z obszaru nowych technologii w szkoleniach CBRN w celu ich wdrożenia do działalności szkoleniowej. W tym zakresie na szczeblu centralnym należałoby zwiększyć nakłady finansowe na nowoczesne rozwiązania dla jednostek zajmujących się szkoleniami CBRN.

3. Pomimo intensywnego rozwoju nowych technologii szkolenia CBRN są permanentnie prowadzone metodami tradycyjnymi, rzadko przy wsparciu aplikacji komputerowych. Nie zaobserwowano znaczących zmian w zakresie inicjatyw rozbudowy infrastruktury szkoleniowej, choć osoby prowadzące takie szkolenia oraz uczestniczące w nich zauważają potencjał nowych rozwiązań. Co więcej wszyscy uczestnicy procesu dydaktycznego są zainteresowani poznawaniem nowych środowisk. Nauczyciele chcieliby rozwijać swoje kompetencje w tym zakresie i wdrażać nowe technologie w szkoleniu, a uczniowie chętnie skorzystaliby z takiej oferty.

Rekomendacja: ważne jest inwestowanie w kapitał ludzki, czyli w instruktorów CBRN w zakresie ich wiedzy i umiejętności w celu poszerzenia ich wiedzy i umiejętności w zakresie wykorzystywania nowoczesnych środowisk szkolenia. Nabywane kompetencje umożliwią dopasowanie danego rozwiązania do potrzeb danego ośrodka. Taką formą zdobywania i wymiany wiedzy są platformy wspólnych działań (online lub tradycyjne), tematyczne spotkania grup roboczych, konferencje i sympozja, targi, udział w projektach B+R w roli interesariuszy.

4. Nowe technologie mają ogromny potencjał, gdyż umożliwiają bezbolesną naukę na błędach. Pozwalają też na dowolną liczbę iteracji aktywności edukacyj-

nych, wspierając przy tym procesy uczenia się i nauczania. Koszty realizacji takiego szkolenia są znacznie niższe niż koszty szkolenia metodą tradycyjną. Wiąże się to również z możliwością powielana wirtualnych obiektów oraz ich adaptacji do zakładanych w scenariuszu warunków. Oczywiście pierwotny koszt zbudowania środowiska, narzędzi jest wysoki, ale jest on najczęściej jednorazowy i może być ponoszony w ramach projektu finansowanego ze źródeł zewnętrznych czy też z dotacji.

W przypadku chęci samodzielnej budowy takiej infrastruktury szkoleniowej rekomenduje się powołanie grupy projektowej celem stworzenia unikatowego rozwiązania, adekwatnie do zidentyfikowanych potrzeb szkoleniowych. Warto również nawiązać współpracę z wiodącymi uczelniami badawczymi, aby pozyskać wsparcie merytoryczne. W przypadku chęci stworzenia rekomenduje się powołanie grupy projektowej i stworzenie unikatowego rozwiązania. Istotne są zatem: rozpoznanie rynku, identyfikacja oraz wybór opcji odpowiedniej do potrzeb, warunków w zakresie infrastruktury danej instytucji. Zarówno podczas działań projektowych, jak i zakupu konieczne jest zwrócenie uwagi na kwestie dotyczące utrzymania infrastruktury oraz aspekty prawne, czyli licencje, prawa autorskie oraz własności intelektualnej.

5. Nowoczesne scenariusze szkoleń CBRN powinny być projektowane z uwzględnieniem kompleksowej teorii uczenia się oraz zasad kształcenia. Powiązanie teorii z praktyką, możliwość wykonywania realnych czynności w celu redukcji błędów w działaniu, a także atrakcyjny i zrozumiały przekaz to istotne cechy takich scenariuszy. O ile cechy te można odnieść do projektów szkoleniowych z innych obszarów, o tyle wykonywanie realnych czynności w celu redukcji błędów w działaniu jest wysoce charakterystyczne dla szkoleń CBRN, gdyż reagowanie na zagrożenia to niepewność, nieprzewidywalność i zmieniająca się sytuacja generująca brak czasu na rozważanie sytuacji.

Rekomendacja: aby stworzyć scenariusz nowoczesnego szkolenia CBRN, należy współpracować z metodykami kształcenia zdalnego, którzy posiadają aktualną wiedzę w zakresie technologii kształcenia. Pomogą oni ekspertom tematycznym w układaniu aktywności edukacyjnych, a także w testowaniu środowiska szkoleniowego. Ponadto wybierając lub tworząc cyfrowe środowisko, należy zwrócić uwagę na jego jakość, czy graficznie i technicznie nie sprawia problemu w użytkowaniu, czy jest intuicyjne i czy odzwierciedla w wysokim stopniu realne przedmioty. Równie ważną sprawą jest ilustracja dźwiękowa. Przy jej tworzeniu można korzystać z gotowych bibliotek. Warto dodać, że przyszli użytkownicy systemu, jako grupa testerów, też powinni takie środowisko sprawdzić. Ewentualne zmiany są wówczas nanoszone w scenariuszu przez metodyków.

6. Koncepcja wyspy szkoleniowej CBRN Virtual Training Island (ViCTrI) umożliwi bezpieczną oraz sprawną realizację procesu dydaktycznego.

Rekomendacja: powołanie zespołu projektowego w celu rozwinięcia i realizacji koncepcji. Należy dokonać sprecyzowania funkcjonalności ViCTrI (określenia

nowości rezultatu projektu), odbiorców (np. personel szybkiego reagowania, wojska chemiczne), prac B+R, warunków użytkowania, w tym praw własności intelektualnej, ewentualnie potencjału komercjalizacyjnego. Gotowy produkt może być nowością na skalę krajową lub międzynarodową – w zależności od przyjętych rozwiązań. Ważne, aby taki projekt realizowany był przez konsorcjum złożone z podmiotów takich jak uczelnie, firmy prywatne, ośrodki szkoleniowe CBRN. Uzasadnia to interdyscyplinarność projektu, a przez to konieczność skorzystania z wiedzy i doświadczeń podmiotów specjalizujących się w bardzo różnorodnej tematyce. A będą to kompetencje związane przede wszystkim z tematyką CBRN, teorią dydaktyki, metodyką nauczania, pedagogiką informatyką czy elektroniką.

Autorka jest zdania, że szkolenia CBRN wspierane nowymi technologiami, oprócz badań i koncepcji, powinny służyć przewidywaniu przyszłości. Różne sposoby przewidywania zdarzeń, uwzględniając skanowanie horyzontu, analizę trendów, prognozy, scenariusze, modelowanie i symulację, mogą stanowić przedmiot szkoleń wpierających całokształt obrony przed bronią masowego rażenia. Warto przy tym śledzić uważnie trendy rozwoju technologii, po to, aby ukierunkować takie szkolenia na nowe wyzwania, jakie pojawiają się w związku z nowościami i innowacjami.

Warto na koniec zaznaczyć, że tematyka nowych technologii w obszarze CBRN daje niezliczone możliwości badawcze i rozwojowe. Kierunki badań mogą dotyczyć percepcji środowiska VR przez uczestników szkoleń, badania poziomu stresu wśród personelu szybkiego reagowania, jak i zarządzania sytuacją stresową. Badania mogą też dotyczyć preferencji na temat nowo projektowanych akcesoriów CBRN, które są tworzone w procesie projektowania przyrostowego (*additive manufacturing*). Jest to nisza, którą od 2021 r. zajmuje się Europejska Agencja Obrony w projekcie „Additive Manufacturing for Logistic Support (AMLS)", w którym autorka ma przyjemność uczestniczyć, zajmując się obszarem VR i reprezentując Akademię Sztuki Wojennej. W zakresie prac rozwojowych mogą one dotyczyć projektowania specyficznych funkcjonalności systemu, który jest poświęcony doskonaleniu zawodowemu różnych grup społecznych. W takich pracach można tworzyć różne przypadki testowe dla zastosowania konkretnych środowisk (Transport and Telecommunication Institute, 2022). Są to jedne z nielicznych kierunków badań i prac rozwojowych, które mogłyby być kontynuacją koncepcji.

Autorka żywi nadzieję, że niniejsza monografia będzie pożytecznym studium badawczym przyczyniającym się do budowania nauk o bezpieczeństwie. Wąski wycinek rzeczywistości, jakim są nowe technologie w szkoleniach CBRN, jest bardzo złożony pod względem badawczym. Niemniej wyzwanie w postaci gruntownych analiz oraz badań jakościowo-ilościowych przyniosło autorce dużą satysfakcję. Być może tak niszowy temat zostanie podjęty w studiach przez innych autorów, co będzie w dłuższej perspektywie czasowej potwierdzeniem użyteczności prezentowanych wyników badań oraz formułowanych tez, wniosków i rekomendacji.

Bibliografia

4BA (2020). *Model Kano – wykorzystanie w Analizie Biznesowej*. Dostęp: 4.08.2021, https://4ba.pl/model-kano/

Abich, J., Eudy, M., Murphy, J., Garneau, C., Raby, Y., Amburn, C. (2018). Use of the Augmented REality Sandtable (ARES) to Enhance Army CBRN Training. W: *HCI International 2018 – Posters' Extended Abstracts* (s. 223–230). https://doi.org/10.1007/978–3–319–92279–9_30

Acampora, G., Trinchese, P., Trinchese, R., Vitiello, A. (2023). A Serious Mixed-Reality Game for Training Police Officers in Tagging Crime Scenes. *Applied Sciences*, *13*(2), 1177.

Ahmed Hassan, A., Mohammed M. Amin, F. (2016). The role and aim of Iran in the internationalization of Halabja Chemical Attack. *Halabja University Journal*, *5*(1), 601–621. https://doi.org/10.32410/huj-10290

An, S., Kim, Y., Jung, G., Jang, H., Song, C., Ma, B., Assoc Comp, M. (2019). *Development of Chemical Incident Response Training Program by Applying Virtual Reality Technology*. Assoc Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3332305.3332308

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.

Andresen, L., Boud, D., Cohen, R. (2020). Experience-based learning. W: *Understanding adult education and training* (s. 225–239). New York: Routledge.

APC (b.d.). *Co to jest Edge Computing?* Dostęp: 21.12.2022, https://www.apc.com/pl/pl/solutions/business-solutions/edge-computing/what-is-edge-computing.jsp

Armand, P., Duchenne, C., Bouquot, E. (2014). *Atmospheric dispersion modelling and health impact assessment in the framework of a CBRN-E training exercise in a complex urban configuration*. Proceedings of the Harmo ,16 Conference, s. 724–728. Varna, Bulgaria, 8–11 September, 2014.

ArtOfTesting (2022). *Test Case – Definition, Attributes, and Examples*. Dostęp: 1.01.2023, https://artoftesting.com/test-case

Atanasyan, A., Kobelt, D., Goppold, M., Cichon, T., Schluse, M. (2020). The FeDiNAR Project: Using augmented reality to turn mistakes into learning opportunities. W: *Augmented Reality in Education* (s. 71–86). Springer.

Ayvazoglu, G., Cengiz, S. Preparation and Volunteering Level Determination for CBRN: The Case of Gümüşhane Province. *The Journal of International Scientific Researches*, *5*(Ek), 47–54.

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Ieee Computer Graphics and Applications*, *21*(6), 34–47.

Babbie, E. R. (2019). *Badania społeczne w praktyce*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Bailenson, J., Patel, K., Nielsen, A., Bajscy, R., Jung, S.-H., Kurillo, G. (2008). The effect of interactivity on learning physical actions in virtual reality. *Media Psychology*, *11*(3), 354–376.

Baker, S. C., Wentz, R. K., Woods, M. M. (2009). Using virtual worlds in education: Second Life® as an educational tool. *Teaching of Psychology*, *36*(1), 59–64.

Baran, K. (2019). *Implementation of low-cost VR systems in immersion education and thematic training*. Proceedings of the 19th International Conference of Education, Research and Innovation, s. 11613–11620. Sevilla, Spain, 11–13 November, 2019. doi: 10.21125/iceri.2019.2903

Barreto, B. I., Del Carpio Delgado, F., Mamani Jilaja, D., Laque Córdova, G. F., Seminario Córdova, R. A. (2022). Application of Virtual/Augmented Reality in Surgical Procedures. W: E*merging Advancements for Virtual and Augmented Reality in Healthcare* (s. 99–116). https://doi.org/10.4018/978–1–7998–8371–5.ch007

Belojevic, G. (2018). Comparison of the Available Methods of Differentiation Between a Biological Attack and Other Epidemics. W: *Defence Against Bioterrorism* (s. 75–93). https://doi.org/10.1007/978–94–024–1263–5_6

Berry, A. J., Hilgers, M. G. (2004). *Modeling first-responder emergency sensors for virtual training*. Proceedings of the 15th IASTED International Conference on Modelling and Simulation, s. 234–239. Marina Del Rey, CA, 1–3 March, 2004.

Berryman, D. R. (2012). Augmented Reality: A Review. *Medical Reference Services Quarterly*, *31*(2), 212–218. https://doi.org/10.1080/02763869.2012.670604

Bertrandt, J., Kłos, A., Łakomy, R., Bertrandt, B. (2019). An assessment of energy expenditure of soldiers serving in the Polish chemical units, performing training tasks in 2 types of personal chemical protective clothing–comparative studies. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, *32*(5), 645–652.

Bhagat, K. K., Liou, W. K., Chang, C. Y. (2016). A cost-effective interactive 3D virtual reality system applied to military live firing training. *Virtual Reality*, *20*(2), 127–140. https://doi.org/10.1007/s10055–016–0284–x

Bielecka-Oder, A. (2019). *Krajowe uwarunkowania w zakresie bezpieczeństwa biologicznego w kontekście Konwencji o zakazie broni biologicznej i toksynowej*, rozprawa doktorska, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Warszawa.

Bin, F., Xi, Z., Yi, C., Ping, W. G., Iop. (2019). *Construction safety education system based on virtual reality. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 563. 2019 International Conference on Advanced Electronic Materials, Computers and Materials Engineering, 042011, Changsha, China, 19–21 April, 2019. https://doi.org/10.1088/1757–899x/563/4/042011

Binsch, O., Bottenheft, C., Landman, A., Roijendijk, L., Vermetten, E. H. (2021). Testing the applicability of a virtual reality simulation platform for stress training of first responders. *Military Psychology*, *33*(3), 182–196.

Biuro Bezpieczeństwa Narodowego (2020). *Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa: Biuro Bezpieczeństwa Narodowego.

Biuro Bezpieczeństwa Narodowego (2022). *Strategia rozwoju systemu bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej 2022*. Warszawa: Biuro Bezpieczeństwa Narodowego.

Bland, S. A. (2013). Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) Casualty Management Principles. *Conflict and Catastrophe Medicine: A Practical Guide*, 747–770. https://doi.org/10.1007/978–1–4471–2927–1_46

Bloom, B. S. (1994). Reflections on the development and use of the taxonomy. *Yearbook: National Society for the Study of Education*, *92*(2), 1–8.

Boellstorff, T. (2015). *Coming of age in Second Life*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Bronikowski, M. (2015). *Wychowanie fizyczne a nowoczesne technologie*. Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego.

Brown, A. L., Palincsar, A. S. (2018). Guided, cooperative learning and individual knowledge acquisition. W: *Knowing, learning, and instruction* (s. 393–451). New York: Routledge.

Broyer, R. M., Miller, K., Ramachandran, S., Fu, S., Howell, K., Cutchin, S. (2021). Using Virtual Reality to Demonstrate Glove Hygiene in Introductory Chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, *98*(1), 224–229. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00137

Brune, N. E. (2015). The Impact of the U.S. Shale Boom on Africa. *Journal of International Affairs*, *69*(1), 101–120. https://www.jstor.org/stable/jinteaffa.69.1.101

Bruzzone, A. G., Sinelshchikov, K., Massei, M., Pedemonte, M. (2020). *Town Protection Simulation*. Proceedings of the 19th International Conference on Modeling & Applied Simulation (MAS 2020), s. 160-165. Online, 16–18 September, 2020, https://doi.org/10.46354/i3m.2020.mas.021

Bullock, J. A., Haddow, G. D., Coppola, D. P. (2021). Hazards. In *Introduction to Homeland Security* (s. 81–140). https://doi.org/10.1016/b978–0-12–817137–0.00003–1

BULLSEYE (2019). *About the Bullseye Project*. BULLSEYE.eu. dostęp: 5.05.2022, https://www.bullseyeproject.eu/progress/

Calandra, D., De Lorenzis, F., Cannavò, A., Lamberti, F. (2022). Immersive virtual reality and passive haptic interfaces to improve procedural learning in a formal training course for first responders. *Virtual Reality*, 1–28.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, *51*(1), 341–377.

Carus, W. S. (2012). *Defining "Weapons of Mass Destruction". Center for the Study of Weapons of Mass Destruction, Occasional Paper*, No. 8. Washington, D.C.: National Defense University Press.

Cavalcanti, A., Soler-Dominguez, Contero, M. (2017). *Analysis of the application of virtual reality technology for prevention of occupational risks*. Conference: XXI International Congress on Project Managment and Engineering, s. 2145–2151. Cádiz, Spain, 12–14.07,2017.

CBRNE Central (2021). Virtual Reality CBRN Training For Polish Chemical Forces. Dostęp: 12.12.2022, https://cbrnecentral.com/virtual-reality-cbrn-training-for-polish-chemical-forces/25656/

Cennamo, K., Kalk, D. (2019). *Real world instructional design: An iterative approach to designing learning experiences*. New York: Routledge.

Centers for Disease Control and Prevention (2022). *Nuclear Weapon*. U.S. Department of Health & Human Services. Dostęp: 2.02.2023, https://www.cdc.gov/nceh/multimedia/infographics/nuclear_weapon.html

Centres for Disease Control and Prevention (2022). *Radiologic Threat Agents*. U.S. Department of Health & Human Services. Dostęp: 2.02.2023, https://www.cdc.gov/nceh/dls/radiologic_threat_agents.html

Centrum Reagowania Epidemiologicznego SZ RP (2020). *Rys historyczny*. Centrum Reagowania Epidemiologicznego SZ RP. Dostęp: 2.06.2022, https://creszrp.wp.mil.pl/pl/pages/rys-historyczny-2020-01–24–u/

Champney, R. K., Stanney, K. M., Milham, L., Carroll, M. B., Cohn, J. V. (2017). An examination of virtual environment training fidelity on training effectiveness. *International Journal of Learning Technology, 12*(1). https://doi.org/10.1504/ijlt.2017.083997

Cheok, A. D., Karunanayaka, K. (2018). *Virtual taste and smell technologies for multisensory internet and virtual reality*. Dostęp: 2.02.2023, Springer.

Chevalier, C., Kiefer, C. (2020). What does augmented reality mean as a medium of expression for computational artists? *Leonardo, 53*(3), 263–267.

Chojnacka, E. (2016). Umysł, edukacja, przyszłość–świadomość i zderzenie. *Społeczeństwo. Edukacja. Język, 1*. (66–76).

Christopoulos, A., Conrad, M., Shukla, M. (2018). Increasing student engagement through virtual interactions: How? *Virtual Reality, 22*(4), 353–369.

Chroust, G., Rainer, K., Sturm, N., Roth, M., Ziehesberger, P. (2010). *Improving resilience of critical human systems in CBRN-emergencies: Challenges for first responders*. Syst. Res, 28, 476–490. https://doi.org/10.1002/sres.1113

Chroust, G., Schönhacker, S., Rainer, K., Roth, M., Ziehesberger, P. (2009). *Training and supporting first responders by mixed reality environments*. Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences /Systems Modeling and Simulation, 12–17.07, 2009, Brisbane, Australia. Dostęp: 12.12.2022, https://journals.isss.org/index.php/proceedings53rd/article/view/1248

Chuah, K.-M., Chen, C.-J., Teh, C.-S. (2011). Designing a desktop virtual reality-based learning environment with emotional consideration. *Research & Practice in Technology Enhanced Learning*, 6(1), 25–42.

Ciesielska, M. (2019). Kiedy mniej znaczy więcej. Jak projektować materiały edukacyjne w kontekście poznawczych teorii uczenia się. W: M. Grech, A. Siemes, M. Wszoek, (Ed.), *Projektowanie komunikacji vol. 2* (s. 87–106). Kraków: Libron.

Clarivative (2021). *Web of Science*. Dostęp: 15.05.2022, https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search

Clarivative (2022). *Web of Science.* Clarivative. Dostęp: 15.05.2022, https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/

clkp.policja.pl. (b.d.). *Zaprojektowanie mobilnej platformy do wsparcia badań kryminalistycznych miejsc zdarzeń, w których może występować zagrożenie CBRN*. Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji. Dostęp: 5.05.2022, https://clkp.policja.pl/clk/badania-i-pro-

jekty/projekty-badawcze-real/zakonczone/zakonczone/110338,Zaprojektowanie-mobilnej-platformy-do-wsparcia-badan-kryminalistycznych-miejsc-z.html

Codd-Downey, R., Jenkin, M., Ansell, M., Ng, H. K., Jasiobedzki, P. (2010, Nov 15–18). Simulating the C2SM ‚Fast' Robot.*Lecture Notes in Artificial Intelligence* [Simulation, modeling, and programming for autonomous robots]. 2nd International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR), Darmstadt.

Coleman, K. (2005). *A history of chemical warfare*. New York: Palgrave Macmillan.

Committee, I. S. (2016). INACSL standards of best practice: Simulation^{SM} simulation glossary. *Clinical Simulation in Nursing, 12*, S39–S47.

CORDIS. (2022). *STAIR4SECURITY- Standards, Innovations and Research for Security*. Komisja Europejska. Dostęp: 5.05.2022, https://cordis.europa.eu/project/id/853853/pl

Cornish, P. (2004). NATO: the practice and politics of transformation. *International Affairs, 80*(1), 63–74.

Crewdson, A. (2011). The Future Is Kinect-thetic. *School Library Journal, 57*(4), 22. https://www.proquest.com/trade-journals/future-is-kinect-thetic/docview/859431574/se-2?accountid=37938

Cultrera, M. (2020). *Machine Learning for intelligent avatars in Virtual Reality simulations: Training environment for CBRN procedures*. Praca magisterska. Torino: Politecnico di Torino.

Cuprjak, M. (2019). Dane w badaniach jakościowych. Uwikłanie w kontekst. *Forum Oświatowe*, 31(1(61)), 111–124. https://doi.org/10.34862/fo.2019.1.7

Cyganek, A. (2021). *Mark Zuckerberg przedstawia wizję Metaverse. Tak ma wyglądać nowa generacja internetu*. „Komputer Świat". Dostęp: 22.03.2022, https://www.komputerswiat.pl/aktualnosci/internet/mark-zuckerberg-przedstawia-wizje-metaverse-tak-ma-wygladac-nowa-generacja-internetu/1hl0zed

Ćwiklicki, M. (2020). 2020). Metodyka przeglądu zakresu literatury (scoping review). W: S. Sudoł i in. (red.), *Współczesne zarządzanie – koncepcje i wyzwania*, s. 53–68. Warszawa: Szkoła Głowna Handlowa.

DAREnet (2017). *What is DAREnet?* DARE.net. Dostęp: 5.05.2022, http://darenetproject.eu/about/

de Armas, C., Tori, R., Netto, A. V. (2020). Use of virtual reality simulators for training programs in the areas of security and defense: a systematic review. *Multimedia Tools and Applications, 79*(5), 3495–3515.

de Guttry, A., Casolari, F., Frulli, M., Poli, L. (2022). Preface. W: A. de Guttry, F. Casolari, M. Frulli, L. Poli (Eds.), *International Law and Chemical, Biological, Radio-Nuclear (CBRN) Events* (s. 501–518). Leiden–Boston: Brill Nijhoff.

Deci, E. L., Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Springer Science & Business Media.

Dejnaka, A. (2012). Rzeczywistość rozszerzona i jej zastosowanie w edukacji. *E-Mentor, 44*(2), 30–36.

Denek, K. (1992). Nowe paradygmaty pomiaru efektywności kształcenia w szkolnictwie zawodowym. *Pedagogika Pracy, 20*(3), 41–50.

Department of Defense (2014a). Augmented reality. W: *DoD modeling and simulation glossary*. Dostęp: 22.03.2022, https://www.msco.mil/MSReferences/Glossary/TermsDefinitionsS-W.aspx

Department of Defense (2014b). Virtual reality. W: *DoD modeling and simulation glossary*. Dostęp: 22.03.2022, https://www.msco.mil/MSReferences/Glossary/TermsDefinitionsS-W.aspx

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 133*, 285–296. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Doolani, S., Wessels, C., Kanal, V., Sevastopoulos, C., Jaiswal, A., Nambiappan, H., Makedon, F. (2020). A Review of Extended Reality (XR) Technologies for Manufacturin Training. *Technologies*, 8(4), 77.

Dowództwo Wojsk Lądowych (2002). *Metodyka szkolenia pododdziałów z obrony przed bronią masowego rażenia*. Warszawa: Dowództwo Wojsk Lądowych.

Dowództwo Wojsk Lądowych (2010). *Wsparcie i zabezpieczenie procesu szkolenia pododdziałów zawodowych Wojsk Chemicznych.* Warszawa: Dowództwo Wojsk Lądowych.

Dowództwo Wojsk Lądowych (2021*). Poradnik metodyczny do szkolenia żołnierzy i pododdziałów z obrony przed bronią masowego rażenia.* Warszawa: Dowództwo Wojsk Lądowych.

Dowództwo Wojsk Lądowych, S. W. O. P. (2000). *Zakres wiedzy i umiejętności z obrony przeciwchemicznej: instrukcja*. Warszawa: Dowództwo Wojsk Lądowych.

DRIVER+ (2014). *What is DRIVER+?* Dostęp: 5.05.2022, https://www.driver-project.eu/driver-project/

DSI (2021). *CSWL zmienia się w Centrum Szkolenia Bojowego Drawsko*. Dostęp: 2.06.2022, https://www.dsi.net.pl/wszystkie-wiadomosci/item/15519–cswl-zmienia-sie-w-centrum-szkolenia-bojowego-drawsko

Dubovi, I. (2022). Cognitive and emotional engagement while learning with VR: The perspective of multimodal methodology. *Computers & Education, 183*, 104495. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104495

Dyulicheva, Y. Y., Glazieva, A. O. (2022). *Game based learning with artificial intelligence and immersive technologies: an overview*. CEUR Workshop Proceedings 2022, vol. 3077, 146–159.

EC (b.d.). *Key enabling technologies*. European Commission. Dostęp: 27.03.2022, https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/key-enabling-technologies_en

EDA (2021). Future military scenarios: evolution or revolution? *European Defence Matters, 2021*(22), 24. https://eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/edm22single-web.pdf

Edwards, B. (2019). The Three Paradoxes of Innovation Security. W: *Insecurity and Emerging Biotechnology. Governing Misuse Potential*. Palgrave Pivot. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978–3–030-02188–7_2

Elsevier (b.d.). *Scopus Search Guide*. Dostęp: 21.02.2022, http://schema.elsevier.com/dtds/document/bkapi/ search/SCOPUSSearchTips.htm

Emergentyzm (1997–2023). *Słownik języka polskiego* (Vol. 2023). https://sjp.pwn.pl/slowniki/emergentyzm.html

ENCIRCLE (2021a). *About ENCIRCLE*. ENCIRCLE-cbrn.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://encircle-cbrn.eu/encircle/

ENCIRCLE (2021b). *About ENCIRCLE. European CBRN Innovation for Market Clusters*. Dostęp: 5.05.2022, https://encircle-cbrn.eu/encircle/

ENCIRLCE (b.d.). *EU CBRNE Policy. European CBRN Innovation for the Market Cluster*. Dostęp: 5.05.2022, https://encircle-cbrn.eu/resources/eu-cbrn-policy/

ENLETS (2022). *About us*. ENLETS.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://enlets.eu/about-us/

eNOTICE (2021a). *The eNOTICE Consortium*. Dostęp: 5.05.2022, https://www.h2020-enotice.eu/static/ partner.html

eNOTICE (2021b). *The eNOTICE Project*. Dostęp: 5.05.2022, https://www.h2020-enotice.eu/static/project.html

eNOTICE (2022). *Catalogue of Training Centers*. Dostęp: 5.05.2022, https://www.h2020-enotice.eu/static/ catalogue.html

EU-SENSE (2019). *EU-SENSE About*. EU-SENSE.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://eu-sense.eu/about/

European Defence Review (2021). *Teledyne FLIR Wins Contract Worth Up to $15.7M to Develop Augmented Reality Technology that Displays Chem-Bio Threats*. European Defence Review On-Line. Dostęp: 5.05.2022, https://www.edrmagazine.eu/teledyne-flir-wins-contract-worth-up-to-15–7m-to-develop-augmented-reality-technology-that-displays-chem-bio-threats

Fan, Y. C., Wen, C. Y. (2019). A Virtual Reality Soldier Simulator with Body Area Networks for Team Training. *Sensors*, 19(3), 22, 451. https://doi.org/10.3390/ s19030451

Fardinpour, A., Reiners, T., Wood, L. C. (2018). Action-Based Learning Assessment in Virtual Training Environments. W: *Authentic Virtual World Education* (s. 79–94). https://doi.org/10.1007/978–981–10-6382–4_6

Feltes, J. (2021). Weapons of Mass Destruction—Conceptual and Ethical Issues with Regard to terrorism. W: A. Henschke, A. Reed, S. Robbins, S. Miller (Eds.), *Counter-Terrorism, Ethics and Technology: Emerging Challenges at the Frontiers of Counter-Terrorism* (s. 49–69). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978–3–030-90221–6_4

Ferreira, J., Soler, J. L., Alcañiz, M., Contero, M. (2017). *Educational Application of Virtual Reality in Safety Training* INTED2017 Proceedings,

FIRE-IN (2017). *About us*. FIRE-IN.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://www.fire-in.eu/about-us/

Fisher, M. M., Baird, D. E. (2020). Humanizing user experience design strategies with NEW technologies: AR, VR, MR, ZOOM, ALLY and AI to support student engagement and retention in higher education. W: E. Sengupta, P. Blessinger, M. S. Makhanya (eds.), *International perspectives on the role of technology in humanizing higher education*, Vol. 33, s. 105–129. Leeds: Emerald Publishing Limited.

Fracaro, S. G., Chan, P., Gallagher, T., Tehreem, Y., Toyoda, R., Bernaerts, K., Glassey, J., Pfeiffer, T., Slof, B., Wachsmuth, S. (2021). Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry. *Education for Chemical Engineers, 36*, 12–23.

Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T. A., vom Brocke, J. (2021). More than experience?-On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *The Internet and Higher Education*, *50*, 100804.

Frulli, M. (2022). The Challenge of Outlining the CBRN Definitional Framework. W: A. de Guttry, M. Frulli, F. Casolari, L. Poli (eds.), *International Law and Chemical, Biological, Radio-Nuclear (CBRN) Events*, s. 3–14. Leiden–Boston: Brill Nijhoff.

Fuertes, W., Tunala, A., Moncayo, R., Meneses, F., Toulkeridis, T., Ieee. (2017). Software-based Platform for Education and Training of DDoS Attacks using Virtual Networks. *International Journal Of Artificial Intelligence Research* 4(1), 1–8. https://doi.org/10.1109/icssa.2017.19

Furlić, J., Leško, L. (2021). Research and development trends in the field of defence: European defence fund. *Global Journal of Business and Integral Security*, 1(3), 1–8. https://gbis.ch/index.php/gbis/article/view/19

Gawlik-Kobylińska, M. (2016a). Cztery wymiary uczenia się w projektowaniu scenariusza kursu e-learningowego. *Zeszyty Naukowe AON 4*(105), 39–52.

Gawlik-Kobylińska, M. (2016b). *Nowe technologie w edukacji dla bezpieczeństwa. Kształcenie w paradygmacie społeczeństwa informacyjnego i jego przyszłość*. Warszawa: Rozpisani. pl.

Gawlik-Kobylińska, M. (2018). The four-dimensional instructional design approach in the perspective of human - computer interactions. W: N. Petkov, N. Strisciuglio, C. M. Travieso-Gonzales (Eds.), *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Vol. 310, s. 146–156. IOS Press. https://doi.org/10.3233/978–1–61499–929–4–146

Gawlik-Kobylińska, M., Domalewska, D., Maciejewski, P. (2020). *How to Motivate Students? The Four Dimensional Instructional Design Approach in a Non-core Blended Learning Course. Cross Reality and Data Science in Engineering Advances in Intelligent Systems and Computing*, s. 782–794. Cham: Springer International Publishing.

Gawlik-Kobylińska, M., Gudzbeler, G., Szklarski, Ł., Kopp, N., Koch-Eschweiler, H., Urban, M. (2021). The EU-SENSE System for Chemical Hazards Detection, Identification, and Monitoring. *Applied Sciences*, 11(21), 10308. https://doi.org/10.3390/app112110308

Gawlik-Kobylińska, M., Kabashkin, I., Misnevs, B., Maciejewski, P. (2023). Education Mobility as a Service: A Study of the Features of a Novel Mobility Platform. *Applied Sciences*, 13(9), 5245. https://www.mdpi.com/2076–3417/13/9/5245

Gawlik-Kobylinska, M., Maciejewski, P. (2018). *Digital filmmaking in chemical, biological, radiological and nuclear first responders training*. Proceedings of the 12th International Technology, Education and Development Conference (INTED18), s. 5849–5853. Valencia, Spain, 5–7 March, 2018.

Gawlik-Kobylinska, M., Maciejewski, P. (2019). Experiential learning with Sansar platform - A concept of military training. W: M. B. Nunes, P. Isaias (eds.), *Proceedings of the IADIS International Conference e-Learning 2019*, s. 325–328. Porto, Portugal, 17–19.07, 2019.

Gawlik-Kobylinska, M., Maciejewski, P., Lebiedz, J., Kravcov, A. (2021). Immersive technologies that aid additive manufacturing processes in CBRN defence industry. *International Journal on Information Technologies and Security*, 13, 51–62.

Gawlik-Kobylińska, M., Maciejewski, P., Lebiedź, J., Wysokińska-Senkus, A. (2020). *Factors Affecting the Effectiveness of Military Training in Virtual Reality Environment*. Pro-

ceedings of the 2020 9th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT 2020), s. 144–148. Oxford, UK, 11–13.02.2020. https://doi.org/10.1145/3383923.3383950

Glavinov, A., Naumovska, G. (2015). *Inter-agency approach in the Republic of Macedonia as prevention against CBRN and environmental threats, a possibility or a priority?* 8th International Scientific Conference: Crisis Management Days, s. 93–102. Zagreb, Croatia, 14–15.05, 2015.

GlobalData Thematic Research (2021). *CBRNE Defence: Technology trends*. Army Technology. Dostęp: 9.03.2022, https://www.army-technology.com/comment/cbrne-defence-technology-trends/

Gostin, L. O., Nuzzo, J. B. (2021). Twenty Years After the Anthrax Terrorist Attacks of 2001: Lessons Learned and Unlearned for the COVID-19 Response. *JAMA*, *326*(20), 2009–2010. https://doi.org/10.1001/jama.2021.19292

Gov.pl (2022). Projekty. Serwis Rzeczypospolitej Polskiej. Dostęp: 12.12.2022, https://www.gov.pl/web/wichir/projekty4

Grabiec, P. (2021). *Okulary Apple'a coraz bliżej. Następcę iPhone'a obsłużysz machając rękami*. Spider's web. Dostęp: 12.12.2022, https://spidersweb.pl/2021/12/apple-glasses--sterowanie-gestami-mieszana-rzeczywistosc.html

Grimshaw, M. (2014). *The Oxford handbook of virtuality*. Oxford: Oxford University Press.

Gunaratna, R., Haynal, C. (2013). Current and Emerging Threats of Homegrown Terrorism. The Case of the Boston Bombings. *Perspectives on Terrorism*, *7*(3), 44–63. http://www.jstor.org/stable/26296939

Gurukkal, R. (2021). Techno-pedagogy needs mavericks. *Higher Education for the Future*, 8(1), 7–19.

Harmata, W., Szcześniak, Z., Sobiech, M. (2017). Tunel do ćwiczeń z bronią chemiczną. *Biuletyn WAT*, LXVI(1), 169–186.

Harmata, W., Witczak, M. (2018). Obrona przed bronią masowego rażenia. Rozwiązania techniczne i funkcjonalne w ochronie indywidualnej w Wojskach Obrony Terytorialnej. *Biuletyn WAT*, *67*(2), 145–168.

Heaven, W. D. (2021). AI is learning how to create itself. *MIT Technology Review*. Dostęp: 14.12.2022, https://www.technologyreview.com/2021/05/27/1025453/artificial--intelligence-learning-create-itself-agi/?utm_source=Facebook&utm_medium=tr_social&utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&fbclid=IwAR1DwWO--CqG5z0yjMB6pB72M4zeaWEDwMquJGjA6QXQYdm3BeiKuHbJM-Qs

Hotchkiss, P. J. (2018). *Explosive Threats-The Challenges They Present and Approaches to Countering Them*. Dostęp: 14.12.2022, https://www.osti.gov/servlets/purl/1468512

Hsieh, M. H., Hwang, S. L., Liu, K. H., Liang, S. F. M., Chuang, C. F. (2012). A decision support system for identifying abnormal operating procedures in a nuclear power plant [Conference Paper]. *Nuclear Engineering and Design*, *249*, 413–418. https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2012.04.009

Hwang, G.-J., Chien, S.-Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100082.

IEEE Standard Association (2012). *P1278.1–2012. IEEE Standard for Distributed Interactive Simulation – Application Protocols*. Piscataway, NJ: IEEE SA

IIBA (2015). *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK® Guide)*. https://www.iiba.org/career-resources/a-business-analysis-professionals-foundation- -for--success/babok/glossary/#m-o

ILEA.net (2017). *O ILEAnet*. ILEAnet.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://www.ileanet.eu/about-ileanet/o-ileanet-pl/#c18417

i-LEAD (2022). *i-LEAD Innovation-Law Enforce Agency's dialogue*. i-LEAD.eu. Dostęp: 14.12.2022, http://i-lead.eu/objectives/

Illeris, K. (2006). T*rzy wymiary uczenia się. poznawcze, emocjonalne i społeczne ramy współczesnej teorii uczenia się*. Wrocław: Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej.

Immersion.fr. (b.d.). *Virtual reality, mixed reality, augmented reality, what are the differences?* Dostęp: 5.05.2022, http://www.immersion.fr/en/virtual-reality-mixed-reality-augmented-reality-what-are-the-differences/

IN-PREP (2017). *What is IN-PREP?* IN-PREP.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://www.in--prep.eu/about-in-prep/

Inc. Sansar (2023). *sansar.com*. Dostęp: 5.05.2022, https://www.sansar.com/

INCLUDING (2019). *Overview of the Project*. INCLUDING-cluster.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://including-cluster.eu/including.php

International Atomic Energy Agency (2021). *National Nuclear Security Threat Assessment, Design Basis Threats and Representative Threat Statements*. Vienna: International Atomic Energy Agency.

Iván Aguilar Reyes, C., Wozniak, D., Ham, A., Zahabi, M. (2022). An Adaptive Virtual Reality-Based Training System for Pilots. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 66*(1), 1962–1966. https://doi.org/10.1177/1071181322661063

Janik, E., Ceremuga, M., Saluk-Bijak, J., Bijak, M. (2019). Biological Toxins as the Potential Tools for Bioterrorism. *International Journal of Molecular Sciences, 20*(5), 1181. https://doi.org/10.3390/ijms20051181

Jeong, K. S., Choi, B. S., Moon, J. K., Hyun, D. J., Lee, J. H., Kim, I. J., Kang, S. Y., Choi, J. W., Ahn, S. M., Lee, J. J., Lee, B. S. (2016). The safety assessment system based on virtual networked environment for evaluation on the hazards from human errors during decommissioning of nuclear facilities. *Reliability Engineering and System Safety, 156*, 34–39. https://doi.org/10.1016/j.ress.2016.07.023

Jiang, Y., Li, X., Luo, H., Yin, S., Kaynak, O. (2022). Quo vadis artificial intelligence? *Discover Artificial Intelligence, 2*(1), 4.

Johnson, W. L., Valente, A. (2009). Tactical language and culture training systems: Using AI to teach foreign languages and cultures. *AI Magazine, 30*(2), 72–83.

Jovanović, A., Milosavljević, A. (2022). VoRtex Metaverse Platform for Gamified Collaborative Learning. *Electronics, 11*(3), 317.

Kacprzak-Kalinowska, M. Pracownik technologiczny, w : Liksza, J. i in (red.), *Nowa rzeczywistość. Jak zmieniają się organizacje i oczekiwania pracowników*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska, s. 127-137.

Kancelaria Sejmu RP (2022). Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. Wersja od: 26 maja 2022 r.

Kaptanoğlu, R. Ö. (2020). Artificial Intelligence in Supply Chain Management. W: G. C. Ceyhun, H. Y. Keser, *Handbook of Research on the Applications of International Transportation and Logistics for World Trade*, s. 470–482. Hershey: IGI Global.

Kardong-Edgren, S., Farra, S. L., Alinier, G., Young, H. M. (2019). A Call to Unify Definitions of Virtual Reality. *Clinical Simulation in Nursing, 31*, 28–34. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.02.006

Kassem, M., Benomran, L., Teizer, J. (2017). Virtual environments for safety learning in construction and engineering: seeking evidence and identifying gaps for future research. *Visualization in Engineering, 5*(1), Article 16. https://doi.org/10.1186/s40327–017–0054–1

Kaunert, C., Dubucq, Y., Trapp, R., Lefebvre, C., Rimpler-Schmid, A., Leonard, S., Mohn, H. (2021). *EU preparedness and responses to chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) threats*. Strasbourg: European Parliament, Directorate-General for External Policies of the European Union. https://doi.org/doi/10.2861/50408

Kaunert, C., Léonard, S. (2019). The European Union's response to the CBRN terrorist threat: A multiple streams approach. *Politique Européenne, 65*(3), 148–177.

Kebritchi, M., Lipschuetz, A., Santiague, L. (2017). Issues and challenges for teaching successful online courses in higher education: A literature review. *Journal of Educational Technology Systems, 46*(1), 4–29.

Kegel, L. C., Brugger, P., Frühholz, S., Grunwald, T., Hilfiker, P., Kohnen, O., Loertscher, M. L., Mersch, D., Rey, A., Sollfrank, T. (2020). Dynamic human and avatar facial expressions elicit differential brain responses. *Social cognitive and affective neuroscience, 15*(3), 303–317.

Kim, J. (2021). Advertising in the Metaverse: Research Agenda. *Journal of Interactive Advertising, 21*(3), 141–144. https://doi.org/10.1080/15252019.2021.2001273

King, D., Tee, S., Falconer, L., Angell, C., Holley, D., Mills, A. (2018). Virtual health education: Scaling practice to transform student learning: Using virtual reality learning environments in healthcare education to bridge the theory/practice gap and improve patient safety. *Nurse Education Today, 71*, 7–9.

Klein, R. (2009). Learning from Others and Learning from Mistakes Reflections on Health Policy Making. W: T. R. Marmor, R. Freeman, K. G. H. Okma (eds.), Comparative Studies and the Politics of Modern Medical Care, s. 305–318. Yale: Yale University. https://doi.org/10.12987/yale/9780300149838.003.0012

Ko, C., Lee, H., Lim, Y., Lee, W. B. (2021). Development of augmented virtual reality-based operator training system for accident prevention in a refinery. *Korean Journal of Chemical Engineering, 38*(8), 1566–1577. https://doi.org/10.1007/s11814–021–0804–6

Koblentz, G. D. (2020). Emerging Technologies and the Future of CBRN Terrorism. *The Washington Quarterly, 43*(2), 177–196. https://doi.org/10.1080/016366 0x.2020.1770969

Koenig, C., Ismael, M., McCall, R. (2021). OST-HMD for Safety Training. W: M. Singh, D. Kang, J. Lee, U. S. Tiwary, D. Singh, W. Chung (eds.), *Intelligent Human Computer*

Interaction. IHCI 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol. 12615. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978–3–030–68449–5_34

Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: FT Press.

Konieczny, J., Wawrzynowicz, H., Romańczukiewicz, J. (2008). Katastrofa chemiczna–niewidzialne zagrożenie. W: J. Konieczny (red.), *Administracja bezpieczeństwa chemicznego. Analiza zagrożeń, ratownictwo chemiczne, ekologiczne i medyczne*. Inowrocław–Poznań–Warszawa: Garmond.

Kulas, W. (2018). Emulatory systemów monitorowania zagrożeń skażeniami na potrzeby systemu WAZkA. *Symulacja w Badaniach i Rozwoju, 9*(1–2), 47–58.

Kumar, A., Mor, N. (2021). An approach-driven: Use of artificial intelligence and its applications in civil engineering. W: K. G. Manoharan, J. A. Nehru, S. Balasubramanian (eds.), *Artificial Intelligence and IoT: Smart Convergence for Eco-friendly Topography*, s. 201–221. Cham: Springer.

Kumar, P., Tomar, A., Sharmila, R. (2021). *Emerging Technologies in Computing: Theory, Practice, and Advances*. New York: CRC Press, Taylor and Francis Group.

Kupatadze, A. (2007). Radiological Smuggling and Uncontrolled Territories: The Case Of Georgia. *Global Crime, 8*(1), 40–57. https://doi.org/10.1080/17440570601121852

Kupisiewicz, C. (2005). *Podstawy dydaktyki.* Warszawa: WSiP.

Kwok, R. C.-W., Leung, A. C. M., Hui, S. S.-c., Wong, C. C.-K. (2021). Virtual trainer system: A tool to increase exercise participation and work productivity. *Internet Research 31*(3), 892–910.

Lahneman, W. J., Keesing, H. A. (2011). Estimating Iraqi Weapons of Mass Destruction: A Simulation. *Simulation Gaming, 42*(6), 803–821.

Laiti, O. K., Frangou, S.-M. (2019). Social aspects of learning: Sámi people in the circumpolar north. *International Journal of Multicultural Education, 21*(1), 5–21.

Lamberti, F., De Lorenzis, F., Prattico, F. G., Migliorini, M. (2021, Jul 12–16). An Immersive Virtual Reality Platform for Training CBRN Operators. W: *2021 IEEE 45th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, s. 133–137. Madrid, Spain, 12–16 July, 2021. https://doi.org/10.1109/COMPSAC51774.2021.00030.

Le, X., Shi, Q., Sun, Z., Xie, J., Lee, C. (2022). Noncontact Human-Machine Interface Using Complementary Information Fusion Based on MEMS and Triboelectric Sensors. *Adv Sci (Weinh) 9*(2), e2201056. https://doi.org/10.1002/advs.202201056

Lebiedz, J. (2022). Comprehensive overview of I3DVL products. In B. Wiszniewski (Ed.), *Intelligent Systems Technologies*, s. 151–169. Gdańsk: Gdańsk University of Technology.

Lebiedź, J., Krztoń, W. , Stefaniuk, B. (2018). *Współczesne wyzwania bezpieczeństwa narodowego – Zarządzanie kryzysowe, wojna informacyjna w cyberprzestrzeni, rzeczywistość wirtualna.* Gdańsk: Politechnika Gdańska.

Leśniewski, Z. (2012). *Doskonalenie kadr w organizacjach wojskowych. Wybrane zagadnienia dydaktyki obronnej.* Warszawa: Akademia Obrony Narodowej.

Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment.* Oxford: Oxford University Press.

Liedel, K., Piasecka, P. (2008). *Jak przetrwać w dobie zagrożeń terrorystycznych: elementy edukacji antyterrorystycznej.* Warszawa: Wydawnictwo Trio.

Linden Research (2023). *secondlife.com.* Dostęp: 11.03.2023, https://secondlife.com/

Linet, M. S., Davis, P. B., Brink, J. A. (2021). The need for a broad-based introduction to radiation science within U.S. Medical schools' educational curriculum. *Radiology, 301*(1), 35–40. https://doi.org/10.1148/radiol.2021210665

Litowitz, J. A. (2011). *The Infernal Machine: The Use of Improvised Explosive Devices (IED) against U.S. Forces.* Dostęp: 11.03.2023, https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA600782.pdf

Liu, G., Rehman, M. U., Wu, Y. (2021). Personal trajectory analysis based on informative lifelogging. *Multimedia Tools and Applications, 80*(14), 22177–22191.

Longo, F., Sottilare, R., Bruzzone, A. G. (2015). *5th International Defense and Homeland Security Simulation Workshop (DHSS 2015)*. Geona: DIME University of Genoa.

Lu, L., Wang, H., Liu, P., Liu, R., Zhang, J., Xie, Y., Liu, S., Huo, T., Xie, M., Wu, X. (2022). Applications of mixed reality technology in orthopedics surgery: a pilot study. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 740507. https://doi.org/ 10.3389/fbioe.2022.740507

Lula, P. (2005*). Text mining jako narzędzie pozyskiwania informacji z dokumentów tekstowych*. Dostęp: 11.03.2023, https://media.statsoft.pl/_old_dnn/downloads/text_mining_jako_narzedzie_pozyskiwania.pdf

LZWP PG (2023). *Aplikacje. Politechnika Gdańska*. Dostęp: 11.03.2023, https://eti.old.pg.edu.pl/laboratorium-zanurzonej-wizualizacji-przestrzennej/aplikacje

Łasińska, A. (2019). Szkolenie z zakresu reagowania na zdarzenia z udziałem czynnika CBRN. *Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego, 20*(11), 209–229.

Łudzik, M. (2013). Systemy naturalizacji ścieków podekontaminacyjnych powstałych po odkażaniu pojazdów. *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 3*(2013), 69–83.

Łysoń, M. (2019). *USA planuje szkolenie w razie wojny radiologicznej w VR lub AR*. whatnext. Dostęp: 1.12.2021, https://whatnext.pl/usa-planuje-szkolenie-w-razie-wojny--radiologicznej-w-vr-lub-ar/

Machinery, C. (1950). Computing machinery and intelligence-AM Turing. *Mind, 59*(236), 433.

Maciejewski, P. (2016). Metodyka projektowania i wdrażania e-learningu na przykładzie szkoleń z obrony przed bronią masowego rażenia. *Zeszyty Naukowe Akademii Obrony Narodowej 4*(105), 53–65.

Maciejewski, P. (2017). ICT Tools in CBRN Troops' Education and Training. *Journal of Science of the Gen. Tadeusz Kosciuszko Military Academy of Land Forces, 186*(4), 121–137. https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.7223

Maciejewski, P., Gawlik-Kobylińska, M., Lebiedź, J., Ostant, W., Aydın, D. (2020). To Survive in a CBRN Hostile Environment: Application of CAVE Automatic Virtual Environments in First Responder Training. W: N. Petkov, N. Strisciuglio, C. M. Travieso-Gonzalez (eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Applications of Intelligent Systems*, s. 1–5, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 7–9.01.2018.

Maciejewski, P., Żuber, M. (2006). Prognozowanie skażeń po uwolnieniu toksycznych środków przemysłowych w wyniku działań terrorystycznych. W: M. Żuber (red.), *Katastrofy naturalne i cywilizacyjne. Terroryzm współczesny, aspekty polityczne, społeczne i ekonomiczne*, s. 189–196. Wrocław: WSOWL.

Maier, M., Ebrahimzadeh, A., Rostami, S., Beniiche, A. (2020). The Internet of No Things: Making the Internet Disappear and" See the Invisible". *IEEE Communications Magazine, 58*(11), 76–82.

Malinowska, E., Wiśniewska, M., Grudowski, P. . (2014). Pomiar jakości usług edukacyjnych z wykorzystaniem metody Kano. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 354,* 235–247.

Maniello, D. (2018). Improvements and Implementations of the Spatial Augmented Reality Applied on Scale Models of Cultural Goods for Visual and Communicative Purpose. W: L. T. de Paolis, P. Bourdot, *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics, 5th International Conference, AVR 2018. Part II*, s. 303–319. Otranto, Italy, 24–27.06, 2018, Cham: Springer.

Mao, C.-C., Chen, C.-H. (2021). Augmented reality of 3D content application in common operational picture training system for army. *International Journal of Human–Computer Interaction, 37*(20), 1899–1915.

Mauroni, A. J. (2010). A counter-WMD strategy for the future. *The US Army War College Quarterly: Parameters, 40*(2), 8.

Mazikowski, A., Lebiedź, J. (2014). Image Projection in Immersive 3D Visualization Laboratory. *Procedia Computer Science, 35*, 842–850. https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.251

McCarthy, J. (2007). *What is artificial intelligence?* Dostęp: 12.12.2021, http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf

MELODY (2022). *Project overview.* Dostęp: 05.05.2022, https://melody.sckcen.be/objective

MEMS Lab. (2015). *Projekty badawcze*. Politechnika Wrocławska Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki. Dostęp: 15.05.2022, https://mikrosystem-iati.e-science.pl/cms/page/mikrosystem-projekty-badawcze

Michailiuk, B. (2016). Broń biologiczna i bioterroryzm. *Zeszyty Naukowe Akademii Obrony Narodowej, 1* (102), 17–37.

Michailiuk, B. (2020). Broń biologiczna, bioterroryzm: nowe oblicze uśpionego zagrożenia: implikacje w dobie pandemii Covid-19. *Wiedza Obronna(4),* 9–23.

Microsoft (2022). *Co to jest rzeczywistość mieszana?* Microsoft. Dostęp: 29.03.2022, https://docs.microsoft.com/pl-pl/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality

Miles, M., Huberman, A. (2000). *Analiza danych jakościowych*. Białystok: Wydawnictwo Trans Humana.

Milgram, P., Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems, 77*(12), 1321–1329.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Telemanipulator and telepresence technologies, Proc. SPIE 2351. https://doi.org/10.1117/12.197321

Ministerstwo Obrony Narodowej (2010a). *Doktryna Szkolenia Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, DD/7(A).* Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2010b). *Instrukcja o przygotowaniu i prowadzeniu ćwiczeń Z dowództwami, sztabami i wojskami w Siłach Zbrojnych RP*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2013a). *Normy należności naliczeniowego sprzętu i wyposażenia obrony przed bronią masowego rażenia (na czas wojny i pokoju)*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2013b). *Obrona przed bronią masowego rażenia w operacjach połączonych, DD/3.8(A)*. Bydgoszcz: Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych im. gen. broni Władysława Sikorskiego.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2013c). *Zbiór norm szkoleniowych dla żołnierzy i pododdziałów wojsk chemicznych*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2015). *Instrukcja sprawdzenia szczelności i dopasowania masek przeciwgazowych*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej, Dowództwo Generalne Rodzaju Sił Zbrojnych.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2019). *Decyzja Nr 235/DNiSzW Ministra Obrony Narodowej z dnia 26 czerwca 2019 r. w sprawie wprowadzenia do użytku służbowego w resorcie obrony narodowej dokumentu pt. „Priorytetowe kierunki badań w resorcie obrony narodowej na lata 2017–2026"*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2021). *Instrukcja o szkoleniu z obrony przed bronią masowego rażenia w Siłach Zbrojnych RP: DU-7.3.8.1*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej (2023). *Priorytetowe kierunki badań naukowych w resorcie obrony narodowej w latach 2021–2035*. Warszawa: Departament Innowacji Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej, Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych (2016). *Instrukcja funkcjonowania zespołów obrony przed bronią masowego rażenia w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Ministerstwo Obrony Narodowej, Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych (2015a). *Poradnik metodyczny do szkolenia taktyki wojsk chemicznych pododdziałów likwidacji skażeń*. Bydgoszcz: Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych im. gen. broni Władysława Sikorskiego.

Ministerstwo Obrony Narodowej, Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych (2015b). *Wsparcie specjalistyczne realizacji przedsięwzięć obrony przed bronią masowego rażenia DT-3.8.1. T. 2*. Bydgoszcz: Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych im. gen. broni Władysława Sikorskiego.

Ministerstwo Obrony Narodowej; Dowództwo Sił Powietrznych (2013). *Wsparcie i zabezpieczenie procesu szkolenia pododdziałów wojsk chemicznych sił powietrznych*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Misnevs, B., Kabashkin, I. (2023). Competence-Based Digital Framework for Education as a Service. In K. Arai (ed.), Advances in Information and Communication, s. 775–784. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978–3–031–28076–4_56

Misnevs, B., Kabashkin, I., Uzule, K. (2022). Education Mobility as a Service: Model of the Ecosystem. Reliability and Statistics in Transportation and Communication. W: I. Kabashkin, I. Yatskiv, O. Prentkovskis (ed.), *Selected Papers from the 21st International Multidisciplinary Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat2021)*, s. 598–607. Riga, Latvia, 14–15.10, 2021, Cham: Springer.

Misra, A., Decker, A., Barker, B., Hilgers, M. G. (2004). Modeling chemical events within complex buildings for first responder virtual training. W: *Proceedings of the 15th IASTED Modeling and Simulation Conference*, s. 240–245. Marina del Rey, USA, 1–3.03.2004.

Młynarczyk, M., Maciejewski, P., Szerszeń, M. (2015). CBRN Analysis and SI Promień– Comparison of the Functionality of the Software for the Assessment of Contamination. *Safety Fire Technology, 40*, 133–138.

Mo, Y., Zhao, D., Du, J., Liu, W., Dhara, A. (2018). Data-Driven Approach to Scenario Determination for VR-Based Construction Safety Training. W: C. Wang, C. Harper, Y. Lee, R. Harris, C. Berryman (eds.), *Construction Research Congress 2018*, s. 116–125. New Orleans, USA, 2–4.04,2018. Reston, VA: American Society of Civil Engineers.

Mokhtarname, R., Safavi, A. A., Urbas, L., Salimi, F., Zerafat, M. M., Harasi, N. (2020). Toward HAZOP 4.0 Approach for Managing the Complexities of the Hazard and Operability of an Industrial Polymerization Reactor. *IFAC – Papers OnLine, 53*(2), 13593–13600. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.852.

Mokrzycki, J., Reczkowski, R., Ciesla, S. (2020). *Analiza środowiska bezpieczeństwa w perspektywie 2035 roku*. Bydgoszcz: Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych im. gen. broni Władysława Sikorskiego.

Morrison, G. R., Ross, S. J., Morrison, J. R., Kalman, H. K. (2019). *Designing effective instruction.* Hoboken, NJ: John Wiley Sons.

Mossel, A., Peer, A., Goellner, J., Kaufmann, H. (2015). Towards an immersive virtual reality training system for CBRN disaster preparedness. W: A. Bruzzone, F. Longo, R. Sottilare (eds.), *Proceeding of the International Defense and Homeland Security Simulation Workshop 2015*, s. 23–32. Bergeggi, Italy, 21–23.09.2015. DIME University of Genoa, DIMEH University of Calabria.

Murtinger, M., Jaspaert, E., Schrom-Feiertag, H., Egger-Lampl, S. (2021). CBRNe training in virtual environments: SWOT analysis practical guidelines. *International Journal of Safety and Security Engineering, 11*(4), 295–303.

Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia, 2*(1), 486–497. https://www.mdpi.com/2673–8392/2/1/31

NATO (2010). *ATP-3.8.1 – CBRN defence on operations.* Brussels: NATO Standardization Office. Dostęp: 20.12.2022, https://standards.globalspec.com/std/1560102/ATP-3.8.1%20VOL%20I

NATO (2011). *ATP-3.8.1 CBRN Defence Standards for Education, Training and Evaluation*. Brussels: NATO Standardization Office.

NATO (2013). *NATO glossary of terms and definitions. AAP-06 Edition 2013*. Brussels: NATO Standarisation Agency. Dostęp: 20.12.2022, https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/Other_Pubs/aap6.pdf

NATO (2014). NATO Education, Training, Exercise and Evaluation Policy. Brussels: NATO Standarisation Office.

NATO (2017). *Tech Trends Report*. Brussels: NATO Science Technology Organization.

NATO (2018). *Doctrine of the North Atlantic Alliance – Allied Joint Doctrine AJP 3.15 (A).* Brussels: NATO Standarisation Office. Dostęp: 20.12.2022, https://assets.pu-

blishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/686715/doctrine_nato_countering_ied_ajp_3_15.pdf
NATO (2019a). *NATO Standard ATrainP-1 Training and Education for Peace Support Operations. In Edition D Version 1*. Brussels: NATO Standarisation Office.
NATO (2019b). *NATO Standard ATrainP-3 Education and Training For Urban Operations. In Edition B Version 1*. Brussels: NATO Standarisation Office.
NATO (2020). *Science for Peace and Security (SPS) Programme.* Brussels: NATO. Dostęp: 5.05.2022, https://www.nato.int/cps/en/natohq/78209.htm
NATO (2022a). *CBRN Detection and Identification*. Brussels: NATO. Dostęp: 5.05.2022, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/10/pdf/2110–factsheet-cbrn-detection_and_identi.pdf
NATO (2022b). *CBRN Protection Equipment.* Brussels: NATO. Dostęp: 5.05.2022, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/10/pdf/2110–factsheet--cbrn-protection-equipment.pdf
NATO (2022c). *Network of CBRN Defence Facilities.* Brussels: NATO. Dostęp: 5.05.2022, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/10/pdf/2110–factsheet-cbrn-defence-facilities.pdf
NATO Innovation Hub (2022a). *About us.* Norfolk: Innovation Hub. Allied Command Transformation. Dostęp: 5.05.2022, https://www.innovationhub-act.org/about
NATO Innovation Hub (2022b). *Bioresponse. NATO Innovation Challenge*. Norfolk: Innovation Hub. Allied Command Transformation. Dostęp: 5.02.2022, https://www.innovationhub-act.org/nato-innovation-challenge
NATO Standarisation Office (2022). *Search Contents Protected.* Brussels: NATO Standarisation Office.
NO-FEAR Project (2018). *About the project*. Dostęp: 5.05.2022, https://no-fearproject.eu/about-the-project
NTI (b.d.). *International Science and Technology Center (ISTC). Nuclear Threat Initiative*. Dostęp: 5.05.2022, https://www.nti.org/education-center/treaties-and-regimes/international-science-and-technology-center-istc/
Okoń, W. (1995). *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej.* Warszawa: Wydawnictwo „Żak".
Okoń, W. (2001). *Nowy słownik pedagogiczny*. Warszawa: Wydawnictwo „Żak».
Olszewski, P. (2020). Zagrożenia związane z wykorzystaniem improwizowanych ładunków wybuchowych podczas ataków terrorystycznych-doświadczenia i rekomendacje. *Problemy Techniki Uzbrojenia, 49*(155), 63–92. https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.9009
ONZ (2004). *Rezolucja Rady Bezpieczeństwa ONZ nr 1540 z dnia 28 kwietnia 2004 r.* Dostęp: 10.05.2022, https://undocs.org/S/RES/1540(2004)
Orona, H. M. O., Maldonado, G. S., Martínez, N. P. S. (2015). Kinect team: Kinesthetic learning applied to mathematics using kinect. *Procedia Computer Science, 75*, 169–172.
Pallavicini, F., Argenton, L., Toniazzi, N., Aceti, L., Mantovani, F. (2016). Virtual Reality Applications for Stress Management Training in the Military. *Aerospace Medicine and Human Performance, 87*(12), 1021–1030. https://doi.org/10.3357/amhp.4596.2016
Paluchowski, W. J. (2010). Spór metodologiczny czy spór koncepcji – badania ilościowe vs jakościowe. *Roczniki Psychologiczne, 13*(1), 7–22.

PANDEM (2021). *About.* Pandem-2.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://pandem-2.eu/#about

Pawłowski, W. (2020). Urządzenia i materiały wybuchowe. *Problemy Współczesnej Kryminalistyki, 24,* 61–82.

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review, 18*(4), 315–341.

Pena, A. M., Ragan, E. D., Kang, J. L. (2019). Designing Educational Virtual Environments for Construction Safety: A Case Study in Contextualizing Incident Reports and Engaging Learners. W J. Y. C. Chen, G. Fragomeni (eds.), *Virtual, Augmented and Mixed Reality: Applications and Case Studies, Vamr 2019*, Pt Ii (Vol. 11575), s. 338–354. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978–3–030–21565–1_23

Peno, M. (2020). Interpretacyjna analiza fenomenologiczna jako rama teoretyczna badań nad przestępczością: uwagi metodologiczne (z przykładami badań Critical Race Theory). *Biuletyn Polskiego Towarzystwa Kryminologicznego im. prof. Stanisława Batawii, 27*(2020), 9–19. https://doi.org/10.5281/zenodo.4767620

Pieczywok, A. (2022). Education for security in the area of human threat. *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka, 3*, 347–357.

Polak, B. (2013). *Podstawy teorii kształcenia.* Szczecin: Szczecińska Szkoła Wyższa Collegium Balticum.

Politowski, B. (2018). Jedyny taki w Europie poligon dla chemików. *Polska Zbrojna.* Dostęp: 12.12.2021, http://polska-zbrojna.pl/home/articleshow/25417?t=Jedyny-taki-w-Europie-poligon-dla-chemikow#

Poniewierski, A. (n.d.). *Emerging technologies, czyli Nowe technologie*. Dostęp: 12.12.2021, https://www.speednolimits.com/pl/emerging-technologies/

Półturzycki, J. (2002). *Dydaktyka dla nauczycieli.* Płock: Novum.

PROACTIVE (2019). *About Proactive.* PROACTIVE-h2020.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://proactive-h2020.eu/

Project Resist (2019). *Specific objectives.* Project-resist.eu. Dostęp: 20.05.2022, https://project-resist.eu/

Purwanti, E., Vania, G. (2021). Classroom management: Applying appropriate strategies to enhance effective teaching. *Journal of Foreign Language Teaching and Learning, 6*(1), 78–93.

Rabin, S. (2005). *Introduction To Game Development.* Rockland, MA: Charles River Media. Inc.

Rainer, K., Sturm, N., Schonhacker, S., Chroust, G. (2009). SimRad.NBC – Simulation and Information System for Rescue Units at CBRN Disasters. W: G. A. Papadopoulos, C. Badica (eds.), *Proceedings of the 3rd International Symposium on Intelligent and Distributed Computing (IDC 2009),* s. 297–303. Syia Napa, Cyprus, 13–14.10.2009. Univ Cyprus, Dept Comp Sci.

Ramasamy, A., Hill, A., Clasper, J. (2009). Improvised Explosive Devices: Pathophysiology, Injury Profiles and Current Medical Management. *Journal of the Royal Army Medical Corps, 155*(4), 265–272. https://doi.org/10.1136/jramc-155–04–05

RE06: Fire-related research (2007). *Fire Prevention and Fire Engineers Journals.* Dostęp: 12.12.2022, https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2–s2.0–34247522013 partnerID=40 md5=f0e06ec54a30649c5488a919c40a22a3

Reding, D. F., Eaton, J. (2020). *Science Technology Trends 2020–2040. Exploring the S T Edge.* Brussels: NATO Science Technology Organization.

Regal, G., Schrom-Feiertag, H., Migliorini, M., Guarneri, M., Di Giovanni, D., D'Angelo, A., Murtinger, M. (2022). Challenges in Virtual Reality Training for CRBN Events. W: L. T de Paolis, P. Arpaia, M. Sacco, *International Conference on Extended Reality*, pp. 79–88. Lecce, Italy, 6–8.07. 2022. Cham: Springer Nature Switzerland.

Reiners, D., Davahli, M. R., Karwowski, W., Cruz-Neira, C. (2021). The Combination of Artificial Intelligence and Extended Reality: A Systematic Review. *Frontiers in Virtual Reality, 2*(2021). https://doi.org/10.3389/frvir.2021.721933

Roberts, E. (2005). ADL/SCORM gets interesting: Instructional design as a new focus. *Educational Technology 45*(4), 38–40.

Romiszowski, A. (1999). The development of physical skills: Instruction in the psychomotor domain. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, 2*, 457–481.

Rossi, A. L. (2016). Instructions: How to Keep your Students on Task. *II English Teaching Congress*, s. 187–264. Huetar Northern Region, 16–17.06.2016.

Ruggiero, A., Vos, M. (2015). Communication challenges in CBRN terrorism crises: Expert perceptions. *Journal of Contingencies and Crisis Management, 23*(3), 138–148.

Ruiz, C., Quaresma, M. (2022). Explainable ai for entertainment: Issues on video on demand platforms. W: N. L. Black, W. P. Neumann, I. Noy (eds.), *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021),* Volume V: *Methods Approaches*, s. 669–707. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978–3–030–74614–8_87

Ryan, J. R. (2016). *Biosecurity and Bioterrorism*, Seeds of Destruction (chapter 1, 3–29) Oxford: Butterworth-Heinemann, https://doi.org/10.1016/b978–0–12–802029–6.00001–3

Sader, S., Husti, I., Daroczi, M. (2022). A review of quality 4.0: Definitions, features, technologies, applications, and challenges. *Total Quality Management Business Excellence, 33*(9–10), 1164–1182.

Salomon, G., Perkins, D. N. (1998). Chapter 1: Individual and social aspects of learning. *Review of Research in Education, 23*(1), 1–24.

Sauerwein, E., Bailom, F., Matzler, K., Hinterhuber, H. H. (1996). *The Kano model: How to delight your customers IX International working seminar on production economics*. Dostęp: 23.12.2022, https://faculty.kfupm.edu.sa/CEM/bushait/CEM_515–082/kano/kano-model2.pdf

Schönauer, C., Bösch, C., Wechdorn, T., Göllner, J., Peer, A., Mossel, A., Kaufmann, H., Dennison, M. S. (2020). Physical object interaction in first responder mixed reality training Virtual, Augmented, and Mixed Reality (XR) Technology for Multi-Domain Operations. W: M. S. Dennison Jr., D. M. Krum, J. Sanders-Reed, J. J. Arthur III (eds.), *Virtual, Augmented, and Mixed Reality (XR) Technology for Multi-Domain Operations*. SPIE Defense + Commercial Sensing, Anaheim, Non-EU, 26–30.04.2020. SPIE. https://doi.org/10.1117/12.2557396

Schulze, J., Grüne, M., John, M., Neupert, U., Thorleuchter, D. (2020). Futures research as an opportunity for innovation in verification technologies. W: I. Niemeyer, M. Dre-

icer, G. Stein (eds.), *Nuclear Non-proliferation and Arms Control Verification: Innovative Systems Concepts*, s. 187–204. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978–3–030–29537–0_13

Scopus (2020). *What is the complete list of Scopus Subject Areas and All Science Journal Classification Codes (ASJC)?* Dostęp: 1.03.2022, https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15181/supporthub/scopus/session/L2F2LzEvdGltZS8xNjUwMjYyMTI3L2dlbi8xNjUwMjYyMTI3L3NpZC9mVTQ4QmVKdkdQcFc4cUJjVG8xM213MnZMM3dQbUJOR2llbyU3RUtwbzRhVXlXMF9scTBGM2dfckhHV1RDblBkaHpkUW5jejVOSjVoZ1czOTVvNVZyaU51UGIwWm5kcjBtVzNJJTdFZzU1TXVXOWtoa1pSOHVndGhFRHd3JTIxJTIx/

Scopus (2022). *Start exploring.* Dostęp: 15.05.2022, https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic

Seattle, F. A. (2019). *Radiological Terrorism*. Dostęp:17.05.2022, https://chem.libretexts.org/Ancillary_Materials/Exemplars_and_Case_Studies/Case_Studies/Nuclear_Energy_for_Today's_World/15%3A_Radiological_Terrorism

Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Hoboken: John Wiley Sons.

Shahrokhi, M., Bernard, A. (2021). A Fuzzy Accident Risk Analysis Approach for a Concurrent Engineering Platform. W: A. Dolgui, A. Bernard, D. Lemoine, G. von Cieminski, D. Romero (eds.), *Advances in Production Managements Systems Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems.* (Vol. 634 IFIP), s. 351–360. Berlin: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.

Sharmanska, V., Quadrianto, N. (2016). Learning from the Mistakes of Others: Matching Errors. W: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2016)*, s. 3967–3975. Las Vegas, US, 26.06–01.07, 2016.

Sheridan, T. B. (2016). Human-Robot Interaction. *Human Factors, 58*(4), 525–532. https://doi.org/10.1177/0018720816644364

Shobhana, N. G., Rakholiya, S. (2020). The Effect of X Box 360 Kinect-Virtual Reality Intervention on Balance and Gait Training In Stroke Patient: An Interventional Study. *Indian Journal of Public Health Research Development, 11*(7), 532–537.

SHOTPROS. (2019). *Objectives of SHOTPROS*. Shotpros.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://shotpros.eu/objectives-of-shotpros/

Silva, F., Ferreira, R., Castro, A., Pinto, P., Ramos, J. (2021). Experiments on Gamification with Virtual and Augmented Reality for Practical Application Learning. W: De la Prieta, F., et al. Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, 11th International Conference. MIS4TEL 2021. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 326, s. 175–184. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978–3–030–86618–1_18

Sislin, J. D. (2018). Chemical warfare in the interwar period: insights for the present? *The Nonproliferation Review, 25*(3–4), 185–202. https://doi.org/10.1080/10736700.2018.1519343

Siyaev, A., Jo, G.-S. (2021). Neuro-symbolic speech understanding in aircraft maintenance metaverse. *IEEE Access, 9*, 154484–154499.

Smallwood, J. J., Allen, C. J., Deacon, C. H. (2020). The role of industry 4.0 in construction occupational health (OH). W: L. Scott, C. J. Neilson (eds.), *Proceedings of the 36th Annual ARCOM Conference*, s. 495–504. Leeds, UK, 7–8.09.2020. Leeds: Association of Researchers in Construction Management.

Smyth, D. L., Fennell, J., Abinesh, S., Karimi, N. B., Glavin, F. G., Ullah, I., Drury, B., Madden, M. G. (2018). A virtual environment with multi-robot navigation, analytics, and decision support for critical incident investigation. *arXiv*, 1806.04497. https://doi.org/10.48550/arXiv.1806.04497

Sokół, M., Sokół, M. (2015). Wybrane zastosowania rozwiązań opartych na rozszerzonej rzeczywistości w technologii edukacyjnej oraz życiu społecznym. *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, 41, 51–56.

Solarz, J. (2012). Rozpoznanie skażeń w Siłach Zbrojnych RP. *Zeszyty Naukowe Akademii Obrony Narodowej, 4*(89), 178–199.

Solarz, J. (2013). Skażenia chemiczne: typologia zagrożeń. *Zeszyty Naukowe Akademii Obrony Narodowej, 4*(93), 310–325.

Soto, R. J., Osimitz, T. G., Oleson, A. (1988). TOXPERT – an expert system for risk assessment. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*, PMCID: PMC2245291, 48–51.

Speicher, M., Hall, B. D., Nebeling, M. (2019). What is mixed reality? W: S. Brewster, G. Fitzpatrick (eds.), *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,* s. 1–5. Glasgow, UK, 4–9.05, 2019. https://doi.org/10.1145/3290605.3300767

Stamova, I., Draganov, M. (2020). Artificial Intelligence in the Digital Age. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 940* (2020), 012067. Bristol: IOP Publishing. doi:10.1088/1757–899X/940/1/012067

Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication, 42*(4), 73–93.

Sturm, N., Rainer, K., Chroust, G., Roth, M. (2009). Simulation as a new approach to first responders training. W: *2009 International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, s. 159–163. Brno, Czech Republic, 7–9.09, 2009. doi: 10.1109/CSSim.2009.43.

Sugiyama, A., Matsuoka, T., Sakamune, K., Akita, T., Makita, R., Kimura, S., Kuroiwa, Y., Nagao, M., Tanaka, J. (2020). The Tokyo subway sarin attack has long-term effects on survivors: A 10–year study started 5 years after the terrorist incident. *Plos One, 15*(6), e0234967. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234967

Surer, E., Erkayaoglu, M., Ozturk, Z. N., Yucel, F., Biyik, E. A., Altan, B., Senderin, B., Oguz, Z., Gurer, S., Duzgun, H. S. (2021). Developing a scenario-based video game generation framework for computer and virtual reality environments: a comparative usability study. *Journal on Multimodal User Interfaces, 15*(4), 393–411. https://doi.org/10.1007/s12193–020–00348–6

Sutcliffe, A. (2009). Designing for user engagement: Aesthetic and attractive user interfaces. *Synthesis lectures on human-centered informatics, 2*(1), 1–55.

Swilley, E. (2016). Moving virtual retail into reality: Examining metaverse and augmented reality in the online shopping experience. W: J. Campbel, J. Ma (eds.), Looking

Forward, Looking Back: Drawing on the Past to Shape the Future of Marketing, s. 675–677. Cham: Springer.

Szerszeń, M. (2016). W walce ze śmiertelnym zagrożeniem. *Przegląd Sił Zbrojnych, 3*, 16–27.

Szkiel, A. (2016). Klasyfikacja wymagań stawianych produktom spożywczym z wykorzystaniem modelu Kano. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 49*(3), 641–647.

Szklarski, Ł. (2021). Diagnoza potrzeb w zakresie usprawnienia technologii i sprzętu służącego reagowaniu na incydenty o charakterze CBRN. Zarys problemu z perspektywy europejskich straży pożarnych. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Służby Pożarniczej 80*(2), 143–160.

Szrajnert, R. (2020). *Model Kano. Badanie satysfakcji klienta (nowe cechy i innowacje)*. Dostęp: 4.08.2021, https://www.rafalszrajnert.pl/model-kano/

Takase, M., Niitani, M., Imai, T., Okada, M. (2019). Students' perceptions of teaching factors that demotivate their learning in lectures and laboratory-based skills practice. *International journal of nursing sciences, 6*(4), 414–420.

Tao, X., Liu, S., Yang, B., Zhang, L., Ma, K., Shu, L., Wang, F. (2021). Recent advances, scientific issues, key technologies and perspective of textile electronics. *Kexue Tongbao/Chinese Science Bulletin, 66*(24), 3071–3087. https://doi.org/10.1360/TB-2020–1402

Tarapata, Z., Dyk, M., Kasprzyk, R., Kulas, W., Pierzchała, D., Kołdej, J. (2016). Koncepcja szkoleniowej konfiguracji systemu wsparcia analiz zagrożeń skażeniami i alarmowania (WAZkA). W: A. Gil, U. Nowacka, J. Kołdej, *Inżynieria bezpieczeństwa a zagrożenia cywilizacyjne. Zagrożenia CBRNE 9*(1–2), 123–136. Warszawa: Polskie Towarzystwo Symulacji Komputerowej.

Taupiac, J.-D., Rodriguez, N., Strauss, O., Rabier, M. (2019). Ad-hoc study on soldiers calibration procedure in virtual reality. W: *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2019*, s. 190–199. Osaka, Japan, 23–27.03.2019.

TechLib (b.d.). Mieszana rzeczywistość. W: *Słownik komputerowy TechLib*. Dostęp: 6.11.2021, https://tech-lib.net/definition/mixed_reality.html

TERRIFIC (2018). *Terrific – Tools for early and Effective Reconnaissance*. Terrific.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://www.terriffic.eu/

Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behaviour, 108*, 106316.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education, 3*(1), 2.

Thomas, J., McNaught, J., Ananiadou, S. (2011). Applications of text mining within systematic reviews. *Research Synthesis Methods, 2*(1), 1–14. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jrsm.27

Tomanek, K. (2014). „Analiza sentymentu" – metoda analizy danych jakościowych. Przykład zastosowania oraz ewaluacja słownika RID i metody klasyfikacji Bayesa w analizie danych jakościowych. *Przegląd Socjologii Jakościowej, 10*(2), 118–136. https://doi.org/10.18778/1733–8069.10.2.07

Tomita, K. (2018). Does the visual appeal of instructional media affect learners' motivation toward learning? *TechTrends, 62*(1), 103–112.

Transport and Telecommunication Institute. (2022). eMEDIATOR *Project – the First Stage is Being Completed*. TSI. Dostęp: 12.07.2022, https://tsi.lv/emediator-project-the-first-stage-is-being-completed/

TRANSTUN (2017). *Workpackages.* Transtun.eu. Dostęp: 5.05.2022, https://transtun-project.eu/wp1–management/

UE (2003a). *Europejska strategia bezpieczeństwa*. Bruksela: Rada Europejska. Dostęp: 15.03.2021, http://www.eeas.europa.eu/csdp/about-csdp/european-security-strategy/

UE (2003b). *Strategia UE przeciw rozprzestrzenianiu broni masowego rażenia*. Bruksela: Rada Europejska. Dostęp 15.03.2021, http://eeas.europa.eu/non-proliferation-and-disarmament/wmd/index_en.htm.

UE (2008a). *EU Action Plan on Enhancing the Security of Explosives*. Brussels: Council of the European Union. Dostęp: 15.03.2021, https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8311–2008–INIT/en/pdf

UE (2008b). *Wspólne działania Rady 2008/368/WPZiB z dnia 14 maja 2008 r. wspierające wdrożenie rezolucji Rady Bezpieczeństwa Organizacji Narodów Zjednoczonych nr 1540 (2004) w ramach realizacji strategii UE przeciwko rozprzestrzenianiu broni masowego rażenia.* Bruksela: Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej. Dostęp. 8.03.2021, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32008E0368

UE (2009a). *COM(2009)273 – Communication. Strengthening Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Security in the EU – an EU CBRN Action Plan*. Brussels: European Commission. Dostęp: 15.03.2021, https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vikqhnnbtjzx

UE (2009b). *Council conclusions on strengthening chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) security in the European Union – an EU CBRN Action Plan*. Brussels: Council of the European Union. Dostęp: 15.03.2021, https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15505–2009–REV-1/en/pdf

UE (2012a). *2012 Progress Report on the Implementation of the EU CBRN Action Plan.* Brussels: European Commission. Dostęp: 15.03.2021, https://ec.europa.eu/home-affairs/system/files/2020–09/progress_report_on_explosives_security_2012_en.pdf

UE (2012b). *Draft Council conclusions started a discussion on the new CBRNE Agenda*. Council of the European Union. Dostęp: 15.03.2021, https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-16980–2012–INIT/en/pdf

UE (2012c). *Progress Report on the Implementation of the EU Action Plan on Enhancing the Security of Explosives*. Brussels: European Commission. Dostęp: 16.03.2021, https://ec.europa.eu/home-affairs/system/files/2020–09/progress_report_on_explosives_security_2012_en.pdf

UE (2014a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on a new EU approach to the detection and mitigation of CBRN-E risks*. Brussels: European Commission. Dostęp: 13.03.2021, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0247 from=SK

UE (2014b). *Sprawozdanie specjalne. Czy unijna inicjatywa w zakresie centrów doskonałości może skutecznie przyczynić się do ograniczenia zagrożeń chemicznych, biologicznych, radiologicznych i jądrowych pochodzących spoza UE?* Luxemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej. Dostęp: 21.04.2021, https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR14_17/SR14_17_PL.pdf

UE (2017). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Action Plan to enhance preparedness against chemical, biological, radiological and nuclear security risks. Brussels, European Commission. Dostęp: 5.05.2021, https://encircle-cbrn.eu/wp-content/uploads/2017/04/CELEX_52017DC0610_EN_TXT.pdf

UE (2018a). *Komunikat prasowy. Unia bezpieczeństwa: Komisja przedstawia nowe środki pozbawiające terrorystów i przestępców możliwości i przestrzeni do działania.* Bruksela: Komisja Europejska. Dostęp: 5.05.2021, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/IP_18_3301

UE (2018b). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the marketing and use of explosives precursors, amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 and repealing Regulation (EU) No 98/2013 on the marketing and use of explosives precursors. Strasbourg: European Commission. Dostęp: 5.05.2021, https://ec.europa.eu/home-affairs/system/files/2020–09/20180417_regulation-proposal-europarl-council-marketing-use-explosive-precursors_en.pdf

UE (2019). *Workshop Report. EU preparedness against CBRN weapons. Brussels: Policy Department for External Relations Directorate General for External Policies of the Union*. Dostęp: 5.05.2021, http://encircle-cbrn.eu/wp-content/uploads/2021/04/expo2018.pdf

UE (2021). Commission implementing Decision (EU) 2021/88 of 26 January 2021 amending Implementing Decision (EU) 2019/570 as regards rescEU capacities in the area of chemical, biological, radiological and nuclear incidents. Brussels: Official Journal of the European Union. Dostęp: 5.03.2021, http://encircle-cbrn.eu/wp-content/uploads/2021/04/rescEU.pdf

UE (b.d.). C*BRN Glossary.* Brussels: European commission. Dostęp: 22.08.2022, http://encircle-cbrn.eu/wp-content/uploads/2021/04/cbrn_glossary_en.pdf

UE (b.d.). *EU CBRN Risk Mitigation Centres of Excellence.* Europea.eu. Dostęp: 22.08.2022, https://europa.eu/cbrn-risk-mitigation/index_pl

Ulmer, J., Braun, S., Cheng, C.-T., Dowey, S., Wollert, J. (2022). Gamification of Virtual Reality assembly training: Effects of a combined point and level system on motivation and training results. *International Journal of Human-Computer Studies, 102854*.

UNCCT (2021). *Twenty New Courses to Counter WMD/CBRN Terrorism.* United Nations Office of Counter-Terrorism. Dostęp: 22.08.2022, https://www.un.org/counterterrorism/sites/www.un.org.counterterrorism/files/210624_20_cbrn_courses_brochure.pdf

Unity Technologies (2023). *Real-time tools for real-world results.* https://unity.com/

Vemula, S. (2021). Leveraging VR/AR/MR and AI as Innovative Educational Practices for "iGeneration" Students. W: J. Keengwe, Y. Tran (eds.), *Handbook of Research on Equity in Computer Science in P-16 Education*, 265–277. Hershey: IGI Global. https://doi.org/10.4018/978–1–7998–4739–7.ch015

Vianez, A., Marques, A., Simões de Almeida, R. (2022). Virtual reality exposure therapy for armed forces veterans with post-traumatic stress disorder: A systematic review and focus group. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(1), 464.

Virvou, M., Katsionis, G., Manos, K. (2004). On the motivation and attractiveness scope of the virtual reality user interface of an educational game. W: M. Bubak, G. D. van Albada, P. M. A. Sloot, J. Dongarra (eds.), Computational Science – ICCS 2004. ICCS 2004. *Lecture Notes in Computer Science, vol 3038*, s. 962–969. Berlin–Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978–3–540–24688–6_123

Vojenský výzkumný ústav, s. p. (2022). *Schopnosti sekce.* Vojenský výzkumný ústav, s. p. Dostęp: 2.06.2022, https://www.vvubrno.cz/

Wagner, E. A. (2014). Using a kinesthetic learning strategy to engage nursing student thinking, enhance retention, and improve critical thinking. *Journal of Nursing Education, 53*(6), 348–351.

Wang, W., Lei, S., Liu, H., Li, T., Qu, J., Qiu, A. (2020). Augmented reality in maintenance training for military equipment. *Journal of Physics: Conference Series, 1626*, 012184. Bristol: IOP Publishing. https:/doi.org/10.1088/1742–6596/1626/1/012184

Wasyluk, P., Kucner, A., Pacewicz, G. (2020). *Edukacja przyszłości. Raport.* Olsztyn: Analiza i Kreowanie Trendów, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Web of Science (2020). Web of Science Core Collection Help. Dostęp: 27.03.2022, https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hs_advanced_fieldtags.html

webgate.ec.europa.eu (2022). *H2020 Projects.* Dostęp: 5.05.2022 https://webgate.ec.europa.eu/dashboard/sense/app/93297a69–09fd-4ef5–889f-b83c4e21d33e/sheet/a879124b-bfc3–493f-93a9–34f0e7fba124/state/analysis

Westwood, J. D. (2001). Medicine meets virtual reality 2001: outer space, inner space, virtual space. *Studies in health technology and informatics, vol. 81*. Amsterdam: IOS Press.

Węsierski, T., Gałązowski, R., Zboina, J. (2013). Działania ratownicze w przypadku zagrożenia chemicznego. *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza 1*(2013), 19–27.

WHO (2023). *Biological weapons.* Dostęp: 1.10.2022, https://www.who.int/health-topics/biological-weapons#tab=tab_1

Wojsko Polskie (2022a). *Centrum Szkolenia Obrony Przed Bronia Masowego Rażenia odpowiada na potrzeby Systemu Wykrywania Skażeń. Akademia Sztuki Wojennej.* Dostęp: 05.05.2022, https://www.wojsko-polskie.pl/aszwoj/articles/aktualnosci-2/centrum-szkolenia-obrony-przed-bronia-masowego-razenia-odpowiada-na-potrzeby-systemu-wykrywania-skazen/

Wojsko Polskie (2022b). *Projekty finansowane z budżetu państwa.* AWL. Dostęp: 1.10.2022, https://www.wojsko-polskie.pl/awl/projekty-finansowane-z-budzetu-panstwa/

Wu, C. (2010). Overview of developmental and reproductive toxicity research in China: History, funding mechanisms, and frontiers of the research. *Birth Defects Research Part B – Developmental and Reproductive Toxicology, 89*(1), 9–17. https://doi.org/10.1002/bdrb.20231

Xie, B., Liu, H., Alghofaili, R., Zhang, Y., Jiang, Y., Lobo, F. D., Li, C., Li, W., Huang, H., Akdere, M. (2021). A review on virtual reality skill training applications. *Frontiers in Virtual Reality, 2*, 645153.

Xu, X., Ke, F. (2014). From psychomotor to 'motorpsycho': Learning through gestures with body sensory technologies. *Educational Technology Research and Development, 62*(6), 711–741.

Yao, P., Zhu, T., Zyda, M. (2020). Designing virtual equipment systems for VR. W: C. Stephanidis, M. Antona (eds.), *HCI International 2020 – Posters. HCII 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1225*, s. 137–144. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978–3–030–50729–9_19.

Yepes-Serna, V., Wolf, M., Söbke, H., Zander, S. (2021). Design Principles for Educational Mixed Reality? W: A. Gokce, E. C. Demmans (eds.), *Designing, Deploying, and Evaluating Virtual and Augmented Reality in Education*, s. 76–99. Hershey: IGI Global. https://doi.org/10.4018/978–1–7998–5043–4.ch004

Yi-bo, L., Shao-peng, K., Zhi-hua, Q., Qiong, Z. (2008). Development actuality and application of registration technology in augmented reality. W: *2008 International Symposium on Computational Intelligence and Design*, vol. 2, 69–74.

Zahabi, M., Abdul Razak, A. M. (2020). Adaptive virtual reality-based training: a systematic literature review and framework. *Virtual Reality, 24*(4), 725–752.

Zaitseva, L., Hand, K. (2003). Nuclear Smuggling Chains: Suppliers, Intermediaries, and End-Users. *American Behavioral Scientist, 46*(6), 822–844. https://doi.org/10.1177/0002764202239177

Zhang, J., Yu, N., Wang, B., Lv, X. (2022). Trends in the Use of Augmented Reality, Virtual Reality, and Mixed Reality in Surgical Research: a Global Bibliometric and Visualized Analysis. *Indian Journal of Surgery, 84*(1), 52–69. https://doi.org/10.1007/s12262–021–03243–w

Zhang, K., Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 100025.

Zieliński, K. W., Brocki, M., Janiak, M. K., Wiśniewski, A. (2010). *Patologia obrażeń i schorzeń wywołanych współczesną bronią w działaniach wojennych i terrorystycznych*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.

Zińczuk, M. (2018). Nauczanie wielozmysłowe jako strategia wspierająca sensoryczne preferencje percepcyjne uczniów. *Roczniki Pedagogiczne, 10*(46)(2), 147–160. https://doi.org/10.18290/rped.2018.10.2–10

Ziółkowski, T. (2015). *Teoretyczne podstawy kształcenia.* Bydgoszcz: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy.

Zwęgliński, T. (2020). Ocena wybranych elementów zdalnej metody nauczania na podstawie szkolenia specjalistów ochrony przeciwpożarowej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Służby Pożarniczej 75*(3), 281–310.

Zych, J. (2018). Rozszerzona rzeczywistość w ratownictwie i zarządzaniu kryzysowym. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie, 19*(1.3), 23–38.

Glosariusz

Broń biologiczna – mikroorganizmy, takie jak bakterie (wąglik), wirusy (ebola i ospa) oraz inne toksyny (rycyna), które są celowo produkowane i uwalniane w celu powodowania chorób i śmierci u ludzi, zwierząt i roślin (WHO, 2023).

Broń chemiczna, biologiczna, radiologiczna i jądrowa (CBRN) stanowi kompletne urządzenia (zestawy urządzeń) przeznaczone do stosowania przez siły zbrojne lub państwo w celu spowodowania porażeń skażeniami wybranego celu lub jego zniszczenia poprzez wykonanie uderzenia jądrowego (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 17).

Broń chemiczna – toksyczne substancje chemiczne zwane zamiennie bojowymi środkami trującymi (BST), a także urządzenia służące do ich przenoszenia i rozprzestrzeniania (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 17).

Broń jądrowa – kompletny zestaw urządzeń, który w swej ostatecznej, zaplanowanej konfiguracji, po zakończeniu procedury uzbrajania i odpalania prowadzi do zainicjowania niekontrolowanej reakcji jądrowej z uwolnieniem energii (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 25).

Broń radiologiczna – środek walki, w którym czynnikiem rażącym jest rozproszony materiał promieniotwórczy. W tym celu mogą być wykorzystane materiały promieniotwórcze uzyskane z ośrodków realizujących cywilne i wojskowe programy jądrowe, jak również odpady promieniotwórcze z reaktorów badawczych czy źródła promieniotwórcze stosowane w przemyśle lub medycynie (Ministerstwo Obrony Narodowej, 2013b, s. 23).

CAVE – Cave Automatic Virtual Environment – jaskinia wirtualna, specjalna instalacja (infrastruktura lub pomieszczenie), w której wyświetlany jest obraz 3D, często wzbogacany dźwiękiem (Mazikowski, Lebiedź, 2014).

Immersja – zanurzenie, odnosi się do doświadczeń użytkownika w syntetycznym środowisku.

Improwizowany ładunek wybuchowy (Improvised Explosive Devices – IED) – urządzenie, które wykonano lub ustawiono w sposób niestandardowy, zawierające niszczące, niebezpieczne, szkodliwe, pirotechniczne lub zapalające środki chemiczne, przeznaczone do niszczenia, unieszkodliwiania, nękania lub odwróce-

nia uwagi. Może zawierać materiały z zasobów wojskowych, ale zwykle skonstruowane jest z elementów pochodzących z innych źródeł (NATO, 2017a, s. 240).

„Live agents" – rzeczywiste (realne) biologiczne, chemiczne i radioaktywne substancje.

Rzeczywistość mieszana (Mixed Reality – MR) – połączenie przestrzeni rzeczywistej i wirtualnej oraz sztucznej interakcji w świecie rzeczywistym i wirtualnym (Zhang et al., 2022).

Rzeczywistość poszerzona (Extended Reality – XR) – obejmuje technologie rzeczywistości wirtualnej (VR), rzeczywistości rozszerzonej (AR) i rzeczywistości mieszanej (MR). Nie należy jej mylić z rzeczywistością rozszerzoną (AR).

Rzeczywistość rozszerzona (Augmented Reality – AR) – to technologia, która uzupełnia świat rzeczywisty wirtualnymi (generowanymi komputerowo) obiektami, które wydają się współistnieć w tej samej przestrzeni, co świat rzeczywisty (Department of Defense, 2014a).

Wirtualna rzeczywistość (Virtual Reality – VR) – inaczej świat wirtualny, to interaktywne środowisko pozwalające uczestnikowi patrzeć i poruszać się po otoczeniu, wzmacniając efekt zanurzenia (Department of Defense, 2014b).

Sztuczna inteligencja (Artificial Intelligence – AI) – zdolność maszyny do naśladowania inteligentnego zachowania człowieka (Kumar & Mor, 2021).

Środowisko syntetyczne – według standardu IEEE P1278.1 to zintegrowany zestaw danych definiujących środowisko, w którym działa dana aplikacja symulacyjna. Elementy danych obejmują informacje o początkowym i kolejnych stanach terenu, w tym o cechach kulturowych oraz warunkach atmosferycznych i oceanograficznych podczas ćwiczenia. Środowisko syntetyczne znane jest również pod popularnym pojęciem – wirtualny świat (IEEE Standard Association, 2012).

Wyszukiwanie Boolowskie (Boolean search) – zapytanie kierowane do wyszukiwarki, które jest traktowane jako zadanie logiczne i polega na korzystaniu z operatorów logicznych: AND (i/oraz), OR (lub), NOT (nie) oraz ich kombinacji.

Zagrożenia CBRN (chemical, biological, radiological, nuclear) – może obejmować użycie zakazanej broni, zarówno przez podmioty państwowe, jak i niepaństwowe, wykorzystywanie środków CBRN do przestępstw na mniejszą skalę, awarie przemysłowe związane z uwolnieniem substancji toksycznych substancji przemysłowych do środowiska, klęski żywiołowe lub inne klęski (jak pandemia COVID-19). W takim ujęciu uwzględniane są wszystkie sytuacje obejmujące zarówno zamierzone, jak i przypadkowe uwolnienie substancji CBRN (de Guttry et al., 2022, s. XI–XII).

Zagrożenia biologiczne – czynniki, które są szkodliwe dla człowieka, zwierząt, roślin. Rozróżniono dwie klasy czynników biologicznych: czynniki żywe, takie jak bakterie, w tym riketsje i chlamydie, wirusy i grzyby oraz toksyny – czynniki chemiczne pochodzenia biologicznego, w tym te pochodzące z bakterii, grzybów, roślin i zwierząt (jad) (Bland, 2013).

Zagrożenia chemiczne – są „związane z niepożądanym kontaktem ludzi z niebezpiecznymi dla ich zdrowia i/lub życia substancjami chemicznymi", o skali zagrożenia oraz potrzebie podjęcia działań ratowniczych i skutkach zdarzenia „decyduje ilość uwalnianej substancji oraz zasięg oddziaływania na ludzi i zwierzęta" (Węsierski et al., 2013, s. 19–20).

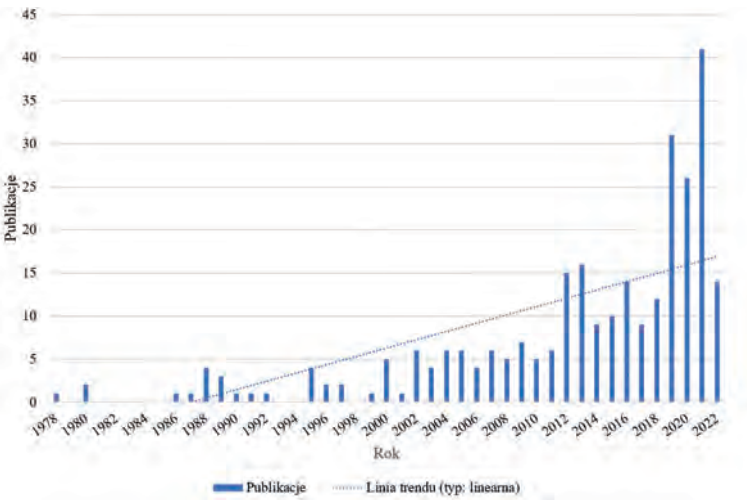
Zagrożenie jądrowe – dotyczą materiałów rozczepialnych (rozpadających się na mniejsze elementy, np. paliwo jądrowe U-235), materiałów promieniotwórczych – emitujących promieniowanie jonizujące, np. Cs-137, oraz instalacje jądrowe i inne działania wymienione w dokumentach IAEA (International Atomic Energy Agency, 2021). W uzupełnieniu definicji można dodać również zagrożenie dotyczące syntezy termojądrowej, wykorzystywanej w broni termojądrowej, a być może w niedługiej przyszłości w reaktorach energetycznych.

Zagrożenia radiologiczne – związane są z materiałami promieniotwórczymi, które mają niekorzystny wpływ na organizmy żywe. Zdarzenia związane z uwolnieniem promieniowania mogą być niezamierzone (np. awaria lub katastrofa reaktora jądrowego, wyciek materiału radioaktywnego z ciężarówki lub pociągu w wyniku wypadku) lub zamierzone (takie jak zanieczyszczenie żywności i wody materiałem radioaktywnym, celowa dyspersja materiału radioaktywnego w środowisku) (Centres for Disease Control and Prevention, 2022). Warto dodać, że intencyjna dyspersja materiału radioaktywnego metoda wybuchową określana jest często mianem „brudnej bomby", chociaż pojęcie to w przeszłości dotyczyło wyłącznie specyficznego rodzaju broni jądrowej. Tzw. broń kobaltowa służyła do promieniotwórczego skażania terenu, z wykorzystaniem aktywacji neutronami obudowy bomby wykonanej ze stabilnego kobaltu-59. W reakcji jądrowej Co-59 +n -> Co-60 powstawał radioaktywny kobalt-60, który emituje promieniowanie gamma, z okresem półrozpadu 5,26 lat.

Załącznik 1.

Analiza pojęć z obszaru CBRN oraz nowych technologii

Korzystając z bazy WoS, wprowadzono wzór: (TS=(CBRN* OR weapon of mass destruction OR chemical hazards OR biological hazards OR radiological hazards OR nuclear hazards) AND TS=(virtual reality OR augmented reality OR mixed reality OR artificial intelligence). Wyświetlono 81 pozycji. Po ręcznej analizie zawartości publikacji usunięto po jednej pozycji z 2000, 2007, 2016, 2021 i 2022 r. z uwagi na brak ścisłego związku z obszarem zainteresowania naukowego. Analizie poddano 76 publikacji. W analizie bibliometrycznej[1] ujęto liczbę publikacji z uwzględnieniem poszczególnych lat. Liczbę publikacji ilustruje rys. 3a[2] wygenerowany na podstawie danych z bazy Web of Science.



Rys. 3a. Liczba publikacji na temat CBRN według Web of Science.

Źródło: opracowanie własne.

[1] Bibliometria może, choć z natury retrospektywna, być wykorzystywana do charakteryzowania i prognozowania tematów badawczych i sieci naukowych. Nowoczesne narzędzia do eksploracji tekstu mogą być używane do wydobywania nieoczekiwanych informacji z internetu („eksploracja sieci"), potencjalnie odkrywając „nieznane niewiadome" (Schulze et al., 2020).

[2] Oznaczenie rysunków i tabel dopasowano do numeru rozdziału, dlatego numer rysunku oznakowano jako „3a".

Najstarszy rekord pochodzi z 1988 r. Największa liczba publikacji we wskazanym obszarze tematycznym ukazała się w 2021 r. – aż 21 rekordów, a następnie w latach 2020, 2018, 1995, 2022. Należy zaznaczyć, że w przypadku 2022 r. badanie zostało przeprowadzone w czerwcu, a mimo to już w pierwszym kwartale opublikowano aż 6 artykułów. 10 najbardziej znaczących kategorii Web of Science ujęto w tab. 3a.

Tab. 3a . Kategorie Web of Science oraz liczba przypisanych do nich publikacji na temat CBRN

Kategorie Web of Science	Liczba publikacji	% z 79
interdyscyplinarne zastosowania informatyki	14	17.284
nauka o środowisku	12	14.815
informatyka i sztuczna inteligencja	10	12.346
inżynieria chemiczna	9	11.111
toksykologia	7	8.642
inżynieria przemysłowa	6	7.407
chemia multidyscyplinarna	5	6.173
informatyka i systemy informacyjne	5	6.173
inżynieria środowiskowa	5	6.173
informatyka, teoria i metody	4	4.938

Źródło: opracowanie własne.

Trzy najbardziej wybijające się kategorie WoS to interdyscyplinarne zastosowania informatyki (14), nauki o środowisku, (12) informatyki i sztucznej inteligencji (10), inżynierii chemicznej (9). W dalszej kolejności pojawiają się toksykologia (7), inżynieria przemysłowa (6), chemia multidyscyplinarna (5), informatyka i systemy informacyjne (5), inżynieria środowiskowa (5). Przekładając te kategorie na polskie realia – klasyfikację dziedzin i dyscyplin naukowych – można stwierdzić, że publikacje z zakresu CBRN oraz przyszłych i wyłaniających się technologii stanowią głównie domenę informatyki, nauki o ziemi i środowisku, nauk chemicznych (trzech osobnych dyscyplin naukowych w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych), a także informatyki technicznej i telekomunikacji (dyscypliny naukowej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych). Kolejne kategorie WoS, takie jak toksykologia, można przypisać do dyscypliny nauk biologicznych (w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych) oraz dyscypliny nauk o zdrowiu (w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu). Porównania te nie wypełnią oczywiście wszystkich luk i będą wpisywać się w większą liczbę dziedzin i dyscyplin. Jednak uogólniając i bazując na dostępnej wiedzy – czyli temacie oraz zakresie publikacji – można pokusić się o takie właśnie porównanie.

W dalszej kolejności przy wykorzystaniu programu NVivo przedstawiono najczęściej pojawiające się tematy. Wygenerowano plik w takim samym układzie jak po-

przednio, czyli: tytuł, abstrakt oraz słowa kluczowe. Plik poddano automatycznemu wyszukiwaniu w NVivo Word Frequency Query, usunięto wyrazy, które zostały wprowadzone do bazy, oraz niepotrzebne wyrazy: „data" („dane"), „using" („zastosowanie"), „use" („użycie"), „paper" (artykuł"), „https", „so" („taki", „tak"), „such" („taki", „tak"), „and" („i/oraz"), „also" („także"). W efekcie otrzymano rezultaty w postaci listy oraz chmury najczęściej występujących 20 słów. Wyniki prezentuje tab. 3b.

Tab. 3b. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

Wyraz[3]	Liczba wyrazów w tekście	%
risk	72	0,63
training	67	0,58
safety	58	0,50
simulation	42	0,37
management	40	0,35
knowledge	36	0,31
health	33	0,29
textile	32	0,28
environment	30	0,26
human	29	0,25
industry	29	0,25
neural	28	0,24
prediction	28	0,24
decision	27	0,23
hazop	27	0,23
assessment	26	0,23
network	24	0,21
applications	23	0,20
electronics	23	0,20
toxicology	23	0,20

Źródło: opracowanie własne.

[3] Tłumaczenie wyrazów kolejno od góry: ryzyko szkolenie, bezpieczeństwo, symulacja, zarządzanie, wiedza, zdrowie, tekstylny, środowisko, ludzki, przemysł, neuronowe, predykcja, decyzja, hazop, ocena, współpraca (sieć), zastosowanie, elektronika, toksykologia.

Rys. 3b prezentuje wizualizację chmury słów.

Rys. 3b. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

Źródło: opracowanie własne.

Można zauważyć, że ujęcie tematyki dotyczy ryzyka, szkoleń, a także bezpieczeństwa, symulacji, zarządzania.

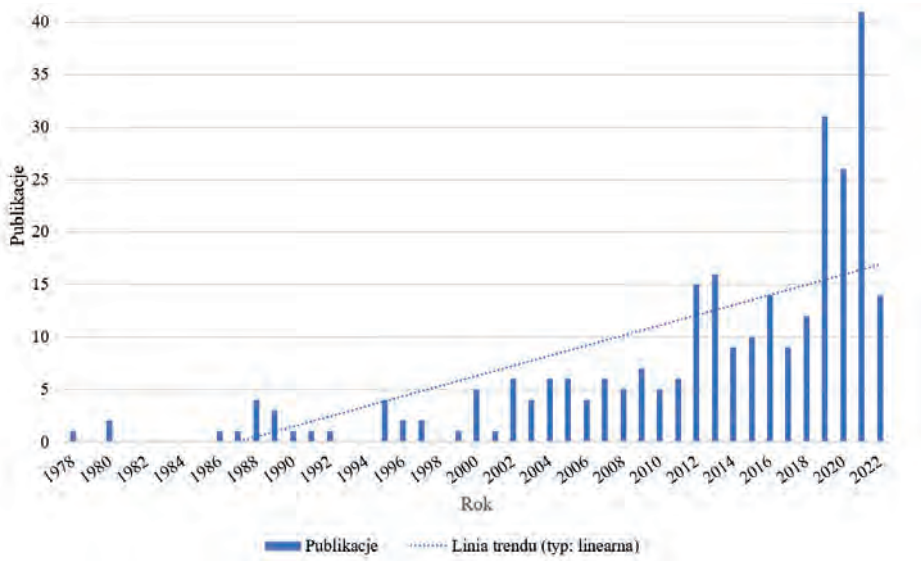
Wyszukiwanie w bazie Scopus przebiegało według identycznych kryteriów z zastosowaniem wzoru (TITLE-ABS-KEY (cbrn*) OR TITLE-ABS-KEY (weapon AND of AND mass AND destruction) OR TITLE-ABS-KEY (chemical AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (biological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (radiological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (nuclear AND hazards) AND TITLE-ABS-KEY (virtual AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (augmented AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (mixed AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (artificial AND intelligence)). Zidentyfikowano aż 314 dokumentów, z których ręcznie usunięto niezwiązane z obszarem zainteresowań rekordy (5 – z 2022 r., 21 z 2021 r., 8 z 2020 r., 2 z 2019 r., 2 z 2017 r., 2 z 2016 r., 2 z 2011 r., 1 z 2009 r., 1 2008 r., 2 z 2007 r.). Sumarycznie otrzymano 279 rekordów. Rys. 3c prezentuje liczbę publikacji wygenerowaną w bazie Scopus.

Najstarszy rekord przypada na 1978 r. Można zauważyć, że zainteresowanie tematyką zakreśloną poszerzonym zestawem słów kluczowych wzrasta. Najwięcej publikacji przypada na lata 2019–2021.

W zakresie kategorii ujętych w bazie Scopus dziesięć najbardziej znaczących przedstawiono w tab. 3c.

Można zauważyć, że inżynieria (96), informatyka (90), nauka o środowisku (63) stanowią wiodące kategorie. W dalszej kolejności pojawiają się matematyka (37), medycyna (34), nauki społeczne (33), inżynieria chemiczna (25), nauki o ziemi i planetach

(22), a w końcu nauka o materiałach (18) i energia (17). Odnosząc się do klasyfikacji dziedzin i dyscyplin naukowych w Polsce, można uwzględnić dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych (m.in. inżynieria chemiczna, inżynieria materiałowa), dziedzinę nauk ścisłych i przyrodniczych (nauki biologiczne, nauki chemiczne), a także dziedzinę nauk medycznych i nauk o zdrowiu (m.in. nauki medyczne, nauki o zdrowiu) oraz dziedzinę nauk społecznych. Podobnie jak w poprzednim przypadku, dopasowanie to bazuje na uogólnieniu, ale ukazuje umiejscowienie przedmiotowej tematyki w Polsce.



Rys. 3c. Liczba publikacji na temat CBRN według bazy Scopus

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 3c. Kategorie Scopus oraz liczba przypisanych do nich publikacji na temat CBRN

Kategorie Scopus	Liczba publikacji	% z 279
inżynieria	96	17,4
informatyka	90	16,3
nauka o środowisku	63	11,4
matematyka	37	6,7
medycyna	34	6,1
nauki społeczne	33	6,0
inżynieria chemiczna	25	4,5
nauki o ziemi i planetach	22	4,0
nauka o materiałach	18	3,3
energia	17	3,1

Źródło: opracowanie własne.

Można stwierdzić, że w obydwu bazach to umiejscowienie jest podobne (podstawową różnicą jest to, że w bazie Scopus pojawiły się nauki społeczne, które w bazie Web of Science co prawda występują jako osobna kategoria, ale nawet w kolejnych wyszukiwaniach tej kategorii nie było).

Bazując na dużej liczbie danych zwróconych przez obydwie bazy, aby prześledzić główne tematy publikacji, dokonano analizy częstotliwości występowania słów (Word Frequency Query) z wykorzystaniem programu NVivo. Usunięto ręcznie niepotrzebne wyrazy: „keywords" („słowa kluczowe"), https", „index" („indeks"), „record" („wynik), „scopus", „com", „inward" („wsteczny"), „www", „abstract" („abstrakt"), „doi" (digital numer identifier – „numer publikacji". Jak poprzednio, usunięto również słowa kluczowe które zostały wprowadzone do bazy (tab. 3d).

Tab. 3d. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych

wyraz[4]	liczba wyrazów w tekście	%
risk	356	0,71
decision	330	0,66
safety	287	0,57
management	246	0,49
human	239	0,48
assessment	229	0,46
health	208	0,41
simulation	162	0,32
environment	129	0,26
training	124	0,25
detection	121	0,24
accident	113	0,23
prediction	112	0,22
monitoring	110	0,22
radiation	110	0,22
knowledge	108	0,22
water	105	0,21
emergency	101	0,20
network	95	0,19
design	94	0,19

Źródło: opracowanie własne.

[4] Tłumaczenie wyrazów kolejno od góry: ryzyko, decyzja, bezpieczeństwo, zarządzanie, ludzki, ocena, zdrowie, symulacja, środowisko, szkolenie, detekcja, wypadek, predykcja, monitorowanie, promieniowanie, wiedza, woda, nagły wypadek, sieć (współpraca), projekt.

Wizualizacja najczęściej występujących słów przedstawiona jest na rys. 3d.

Rys. 3d. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych.

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując wyniki analizy, można zauważyć, że ujęcie tematyka piśmiennictwa skupia się na takich obszarach, jak podejmowanie decyzji, ryzyka, czynnik ludzki (tzw. *human factor*), bezpieczeństwa oraz zarządzania, a także na tematyce zdrowia, środowiska, oceny (ryzyka), wypadków, detekcji oraz szkolenia.

Syntetyczne ujęcie wyników analizy bibliometrycznej oraz eksploracji tekstu dla obydwu baz zestawiono w tab. 3e.

Tab. 3e. Zestawienie wyników wyszukiwania: obszar CBRN oraz nowe technologie

Wyniki wyszukiwania: obszar CBRN oraz nowe technologie.		
Baza	Web of Science	Scopus
Wzór (słowa kluczowe oraz operatory)	(TS=(CBRN* OR weapon of mass destruction OR chemical hazards OR biological hazards OR radiological hazards OR nuclear hazards)) AND TS=(virtual reality OR mixed reality OR augmented reality OR artificial intelligence).	(TITLE-ABS-KEY (cbrn*) OR TITLE-ABS-KEY (weapon AND of AND mass AND destruction) OR TITLE-ABS-KEY (chemical AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (biological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (radiological AND hazards) OR TITLE-ABS-KEY (nuclear AND hazards) AND TITLE-ABS-KEY (virtual AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (augmented AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (mixed AND reality) OR TITLE-ABS-KEY (artificial AND intelligence)).
Liczba publikacji	76	279

Wyniki wyszukiwania: obszar CBRN oraz nowe technologie.		
Baza	Web of Science	Scopus
Lata, w jakich najczęściej pojawiały się publikacje	2021	2019–2021
Najczęściej występujące kategorie naukowe wg baz	Interdyscyplinarne zastosowania informatyki; nauka o środowisku; informatyka i sztuczna inteligencja; inżynieria chemiczna; toksykologia.	Inżynieria; informatyka; nauka o środowisku; matematyka; medycyna; nauki społeczne.
Najczęściej występujące dziedziny i dyscypliny naukowe według MNiSW	Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinach informatyka, nauki o ziemi i środowisku, nauki chemiczne; dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.	Dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych (dyscypliny m.in. inżynieria chemiczna, inżynieria materiałowa); dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych (dyscypliny nauk biologicznych i nauk chemicznych, matematyka); dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu (m.in. dyscypliny nauk medycznych, nauk o zdrowiu); dziedzina nauk społecznych.
Najczęściej występujące pojęcia (10) na podstawie analizy częstotliwości słów	ryzyko, szkolenie, bezpieczeństwo, symulacja, zarządzanie, wiedza, zdrowie, tekstylny, środowisko, ludzki.	ryzyko, decyzja, bezpieczeństwo, zarządzanie, ludzki, ocena, zdrowie, symulacja, środowisko, szkolenie.

Źródło: opracowanie własne.

Analizując otrzymane wyniki dotyczące publikacji z obszaru CBRN pochodzących z baz WoS oraz Scopus, należy zauważyć, że liczba publikacji w bazie Scopus jest znacznie wyższa (pamiętając o tym, że baza Scopus ma znacznie więcej rekordów), działalność publikacyjna przypada na ostatnie lata, a najczęściej występujące kategorie dotyczą informatyki, inżynierii, nauki o środowisku, a także inżynierii che-

micznej, medycyny, toksykologii i nauk społecznych, co wpisuje się w polską dziedzinę nauk ścisłych i przyrodniczych, dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych, dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych, dziedzinę nauk medycznych, dziedzinę nauk społecznych. Wśród najczęściej występujących słów (obecnych w obydwu bazach) pojawiają się odniesienia do ryzyka, tematyki szkoleniowej, bezpieczeństwa, zarządzania, (czynnika) ludzkiego, zdrowia i środowiska (środowiska też jako elementu technologii) oraz symulacji. Dodatkowe pojęcia to wiedza, ocena, tekstylny (może mieć szerokie odniesienie).

Aby przeciwdziałać zagrożeniom CBRN, minimalizować ryzyko ich wystąpienia, należy przede wszystkim skupić się na nabywaniu wiedzy, umiejętności, prawidłowych zachowań w zakresie sprawnego reagowania, radzenia sobie z zagrożeniami czy z minimalizacją ryzyka. Jest to domena szkoleń. Ich tematyka pojawiła się podczas eksploracji tekstu i wpisuje się w zakres hipotezy mówiącej, iż działalność publikacyjna skupia się na tematyce minimalizacji ryzyka, zwłaszcza poprzez szkolenia, jako kluczowym sposobie przeciwdziałania zagrożeniom.

Załącznik 2.

Inne źródła publikacji

Ponieważ bazy WoS oraz Scopus nie indeksują wszystkich dostępnych publikacji, ciekawość badawcza skłoniła Autorkę do poszukiwań w tym samym zakresie w Google Scholar. Ta specjalistyczna wyszukiwarka internetowa amerykańskiej spółki Google Inc. umożliwia znalezienie pełnych wersji artykułów, referatów, prac naukowych, prac dyplomowych, abstraktów, raportów technicznych czy patentów nie tylko w języku angielskim, ale i polskim. Google Scholar oferuje ograniczone opcje łączenia wielu wyszukiwanych haseł z operatorami boolowskimi (np. AND, OR, NOT). Domyślnie Google Scholar przeszukuje pełny tekst publikacji. Można ograniczyć wyszukiwanie do określonych pól (tytułu, autora, konkretnego czasopisma i daty), ale nie można ograniczyć wyszukiwania do np. tylko tytułu, streszczenia i słów kluczowych (jak w Scopus). Nie można jednak przeprowadzić tak złożonego wyszukiwania jak w WoS oraz Scopus. Możliwe jest, najlepiej pojedyncze, łączenie słów, np. „CBRN" AND „wirtualna rzeczywistość", czy „zagrożenia chemiczne" AND „wirtualna rzeczywistość", „CBRN" AND „wirtualne szkolenie". Wówczas pojawiały się już publikacje, które łączyły tematykę CBRN oraz technologii. Polskie przykłady wyszukiwań to: metodyki projektowania i wdrażania e-learningu na przykładzie szkoleń z obrony przed bronią masowego rażenia (Maciejewski, 2016), potrzeby w zakresie usprawnienia technologii i sprzętu służącego reagowaniu na incydenty o charakterze CBRN (Szklarski, 2021), rozszerzona rzeczywistość w ratownictwie i zarządzaniu kryzysowym (Zych, 2018), ocena wybranych elementów zdalnej metody nauczania na podstawie szkolenia specjalistów ochrony przeciwpożarowej (Zwęgliński, 2020) czy systemy neutralizacji ścieków podekontaminacyjnych powstałych po odkażaniu pojazdów (Łudzik, 2013). Choć nie sposób przeanalizować manualnie wszystkich treści, to początkowe rekordy pokazały adekwatne do zakresu wyszukiwania wyniki, natomiast dalsze zawierały odniesienie już do jednego obszaru tematycznego. W zakresie zagranicznych rekordów wyniki również były rozproszone (nie zawsze były ściśle związane z zakresem wyszukiwania). Obejmowały one jednak interesujące publikacje, np. uczenie maszynowe dla inteligentnych awatarów w symulacjach wirtualnej rzeczywistości: środowisko szkoleniowe dla procedur CBRN (Cultrera, 2020), wirtualne środowisko z nawigacją, wy-

korzystaniem wielu robotów, analizą i wspomaganiem decyzji na potrzeby badania krytycznych incydentów (Smyth et al., 2018), szkoleń z zakresu CBRN (Murtinger et al., 2021), czy ochrony miast przed zagrożeniami CBRN (Bruzzone et al., 2020). Warto zaznaczyć, że te wyniki w dużej mierze będą pokrywać się z rekordami z baz WoS oraz Scopus. Z powodu wyświetlenia mało precyzyjnych wyników tak złożone analizy są trudne do przeprowadzenia i nie powinny uwzględniać narzędzia Google Scholar.

Załącznik 3.

Kwestionariusz wywiadu Kano

Po realizacji szkolenia uprzejmie proszę o zaznaczenie jednej odpowiedzi do każdej cechy (w wymiarze poznawczym – 6, emocjonalnym – 3, społecznym – 4, psychomotorycznym – 2).

Kategoria: wymiar poznawczy

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 1 *Istotność treści kursu*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 2 *Usytuowanie wiedzy w praktycznym kontekście.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 3 *poznawanie rzeczywistości a więc konkretnych rzeczy, zjawisk*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 4 *przechodzenie od rzeczy prostych do złożonych*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 5 *powtarzanie treści.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 6 *samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Kategoria: wymiar emocjonalny

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 1 *Atrakcyjność wizualna i dźwiękowa.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 2 *Stopniowanie trudności celem zmotywowania osoby uczącej się.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 3 *Projekt scenariusza, który motywuje do zdobywania wiedzy.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Kategoria: wymiar społeczny

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 1 *Możliwości interakcji społecznych.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

.

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 2 *Zrozumiały język instrukcji/poleceń.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 3 *Świadomy i aktywny udział osób szkolonych, czyli budowanie jedności grupy zadaniowej poprzez coaching.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 4 *Dostarczanie wsparcia dla osoby uczącej się.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Kategoria: wymiar psychomotoryczny

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 1 *Nabywanie umiejętności psychomotorycznych (współdziałanie umysłu i ciała).*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Produkt: szkolenie CBRN zainstalowane w jaskini wirtualnej „Terrorist Range”				
Opis atrybutu (cechy)	Pytanie funkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś miał tę cechę?	Zaznacz jedną odpowiedź	Pytanie dysfunkcjonalne: jak byś się czuł, gdybyś nie miał tej cechy?	Zaznacz jedną odpowiedź
Cecha nr 2 *Redukcja błędów w działaniu psychomotorycznym.*	– odpowiada mi to		– odpowiada mi to	
	– oczekuję tego		– oczekuję tego	
	– jest mi to obojętne		– jest mi to obojętne	
	– mogę tolerować tę cechę		– mogę tolerować tę cechę	
	– nie odpowiada mi to		– nie odpowiada mi to	

Dziękuję za poświęcony czas.

Załącznik 4.

Kwestionariusz wywiadu eksperckiego do analizy jakościowej oraz ilościowej

Kwestionariusz zawiera:

– pytania metryczkowe,

– pytania dotyczące dotychczasowych szkoleń CBRN przez pryzmat 1) doświadczeń jako uczestnik kursu 2) doświadczeń jako prowadzący zajęcia,

– pytania dotyczące postrzegania nowych technologii w szkoleniu CBRN.

Charakterystyka pojęć:

VR to środowisko, które ujmuje wszystkie technologie generujące w pełni sztuczne otoczenie. Może obejmować poziomy immersji, które uwzględniają cechy obecności zgodnie ze zmysłami użytkownika (użytkowników), którego mają celowo „oszukiwać" (Kardong-Edgren et al., 2019).

AR to technologia, która uzupełnia świat rzeczywisty wirtualnymi (generowanymi komputerowo) obiektami, które wydają się współistnieć w tej samej przestrzeni, co świat rzeczywisty.

MR umożliwia bezpośrednie interakcje człowieka z wirtualnymi obiektami. Na przykład w AR ma możliwość wyświetlania wirtualnego pudełka 3D na fizycznym stole, a dzięki MR użytkownik może podnieść i otworzyć pudełko (TechLib, b.d.).

Pytania metryczkowe – do wyboru jedna odpowiedź.

Wiek:

- 20–26
- 27–33
- 34–40
- 41–47
- 48–54
- 55–61
- 62 i więcej

Płeć:
- M
- K

I. Dotychczasowe szkolenia CBRN
Perspektywa osoby uczącej się

1. W ilu szkoleniach z zakresu CBRN uczestniczył(a) Pan(i)?
   - 0–4
   - 5–10
   - 11–16
   - 17 i więcej
   - Nie pamiętam
2. Jakie były to kursy, czy może Pan(i) podać ich obszary tematyczne/ewentualnie tytuły?

   . . . . . .

3. Jaką metodą były prowadzone kursy? (np. praktyczną – poprzez działanie (takie jak ćwiczenia teoretyczne/praktyczne ze sprzętem, ćwiczenia z wojskami), podającą (takie jak wykłady, seminaria, ćwiczenia teoretyczne), aktywizujące (takie jak gry decyzyjne).

   . . . . . .

4. Jaką miały formę?
   - stacjonarną
   - zdalną
   - mieszaną (stacjonarno-zdalną)
5. Czy w kursach wykorzystywano:
   - wirtualną rzeczywistość (tak/nie/nie pamiętam)
   - rozszerzoną rzeczywistość (tak/nie/nie pamiętam)
   - mieszaną rzeczywistość (tak/nie/nie pamiętam)
   - sztuczną inteligencję

   a. Jeśli wirtualną rzeczywistość, to w jaki sposób?

      . . . . . .

      Jeśli rozszerzoną rzeczywistość, to w jaki sposób?

      . . . . . .

      Jeśli mieszaną rzeczywistość, to w jaki sposób?

      . . . . . .

Jeżeli sztuczną inteligencję, to w jaki sposób?

. . . . . .

b. Jak oceniasz wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu z zakresu CBRN?

. . . . . .

Jak oceniasz wykorzystanie rozszerzonej wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu z zakresu CBRN?

. . . . . .

Jak oceniasz wykorzystanie mieszanej wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu z zakresu CBRN?

. . . . . .

Jak oceniasz wykorzystanie sztucznej inteligencji w szkoleniu z zakresu CBRN?

. . . . . .

c. Czy szkolenia CBRN z wykorzystaniem VR/AR/MR/AI realizowane były w Polsce, czy za granicą?
   - W Polsce (jeśli tak, to gdzie….?)
   - Za granicą (jeśli tak, to gdzie….?)

6. Inne spostrzeżenia/uwagi:

. . . . . .

Perspektywa osoby prowadzącej szkolenia

Czy prowadził(a) Pan(i) szkolenia z zakresu CBRN?
- Tak – jeśli tak, to z ilu obszarów tematycznych?
  - o 0–4
  - o 5–10
  - o 11–16
  - o 17 i więcej
- Nie
- Nie pamiętam

7. Czy może Pan(i) podać ich obszary tematyczne?

. . . . . .

8. Jaką metodą były prowadzone kursy? (np. praktyczną – poprzez działanie (takie jak ćwiczenia teoretyczne/praktyczne ze sprzętem, ćwiczenia z wojskami), podającą (takie jak wykłady, seminaria, ćwiczenia teoretyczne), aktywizujące (takie jak gry decyzyjne).

   . . . . . .

9. Jaką miały formę?
   - stacjonarną
   - zdalną
   - mieszaną (stacjonarno-zdalną)
10. Czy w kursach wykorzystywano:
    - wirtualną rzeczywistość (tak/nie/nie pamiętam)
    - rozszerzoną rzeczywistość (tak/nie/nie pamiętam)
    - mieszaną rzeczywistość (tak/nie/nie pamiętam)
    - sztuczną inteligencję (tak/nie/nie pamiętam)

    a. Jeśli wirtualną rzeczywistość, to w jaki sposób?

       . . . . . .

       Jeśli rozszerzoną rzeczywistość, to w jaki sposób?

       . . . . . .

       Jeśli mieszaną rzeczywistość, to w jaki sposób?

       . . . . . .

       Jeżeli sztuczną inteligencję, to w jaki sposób?

    b. Jak oceniasz wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu z zakresu CBRN?

       . . . . . .

       Jak oceniasz wykorzystanie rozszerzonej wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu z zakresu CBRN?

       . . . . . .

       Jak oceniasz wykorzystanie mieszanej wirtualnej rzeczywistości w szkoleniu z zakresu CBRN?

       . . . . . .

       Jak oceniasz wykorzystanie sztucznej inteligencji w szkoleniu z zakresu CBRN?

       . . . . . .

c. Czy szkolenia CBRN z wykorzystaniem VR/AR/MR/AI były prowadzone w Polsce, czy za granicą?
   - W Polsce (jeśli tak, to gdzie….?)
   - Za granicą (jeśli tak, to gdzie….?)

11. Inne spostrzeżenia/uwagi:

. . . . . .

II. Postrzeganie nowych technologii w szkoleniach CBRN

1. W jaki sposób postrzega Pan(i) nowe technologie (VR, AR, MR, AI) w szkoleniach z obszaru CBRN? Uprzejmie proszę o wyjaśnienie swojego stanowiska.

   a. Perspektywa osoby szkolonej

   . . . . . .
   . . . . . .
   . . . . . .
   . . . . . .
   . . . . . .

   b. Perspektywa osoby szkolącej

   . . . . . .
   . . . . . .
   . . . . . .
   . . . . . .
   . . . . . .

Dziękuję za poświęcony czas.

Spis tabel

Tab. 1. Kategorie Web of Science oraz liczba przypisanych do nich publikacji 86
Tab. 2. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych 87
Tab. 3. Zidentyfikowane rekordy w bazie Web of Science 88
Tab. 4. Kategorie Scopus oraz liczba przypisanych do nich publikacji 92
Tab. 5. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych 93
Tab. 6. Zidentyfikowane rekordy w bazie Scopus 94
Tab. 7. Podsumowanie wyników badań z systematycznego przeglądu literatury 99
Tab. 8. Kategorie i kody dotyczące perspektywy osób szkolonych 123
Tab. 9. Kategorie i kody dotyczące perspektywy osób szkolących 124
Tab. 10. Sposoby realizacji wymiarów uczenia się w dydaktyce szkoleń wojskowych 137
Tab. 11. Pytanie funkcjonalne i dysfunkcjonalne w modelu Kano 140
Tab. 12. Skumulowane dane dotyczące wymiaru poznawczego 142
Tab. 13. Skumulowane dane dotyczące wymiaru emocjonalnego 142
Tab. 14. Skumulowane dane dotyczące wymiaru społecznego 143
Tab. 15. Skumulowane dane dotyczące wymiaru psychomotorycznego 143
Tab. 16. Wyniki rankingu cech 144
Tab. 3a . Kategorie Web of Science oraz liczba przypisanych do nich publikacji na temat CBRN 194
Tab. 3b. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych 195
Tab. 3c . Kategorie Scopus oraz liczba przypisanych do nich publikacji na temat CBRN 197

Tab. 3d. Lista 20 najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych. 198
Tab. 3e. Zestawienie wyników wyszukiwania: obszar CBRN oraz nowe technologie 199

Spis rysunków

Rys. 1. Liniowa relacja przestrzeni: realność vs. wirtualność 47
Rys. 2. Schemat badań – systematyczny przegląd literatury 83
Rys. 3. Publikacje w bazie Web of Science 86
Rys. 4. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych..... 88
Rys. 5. Publikacje w bazie Scopus..... 92
Rys. 6. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych..... 94
Rys. 7. Kategoria „pozytywne podejście" wraz z przypisanymi jej kodami.. 121
Rys. 8. Kategoria „Opinie neutralne" wraz z przypisanymi jej kodami..... 121
Rys. 3a. Liczba publikacji na temat CBRN według Web of Science 193
Rys. 3b. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Web of Science (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych 196
Rys. 3c. Liczba publikacji na temat CBRN według bazy Scopus 197
Rys. 3d. Wizualizacja najczęściej pojawiających się wyrazów w publikacjach na temat CBRN z bazy Scopus (tytuł, słowa kluczowe, abstrakt) wskazujących na obszary zainteresowań naukowych 199