WIEDZA OBRONNA 2024, Vol. 289 No. 4
ISSN: 2658-0829 (Online) 0209-0031 (Print)
Journal homepage: http://wiedzaobronna.edu.pl
DOI: https://doi.org/10.34752/2024-4-3

PAWEŁ SWEKLEJ*
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia w Zielonce, Polska

ANDRZEJ SEŃ**
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia w Zielonce, Polska

MIECZYSŁAW SZLACHTA***
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia w Zielonce, Polska

WITOLD JAGIEŁŁO****
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia w Zielonce, Polska

NOWE I PRZEŁOMOWE TECHNOLOGIE W BEZPIECZEŃSTWIE I OBRONNOŚCI – PRIORYTETY WYBORÓW

EMERGING & DISRUPTIVE TECHNOLOGIES IN DEFENCE END SECURITY – PRIORITIES OF CHOICES

ABSTRAKT: Dynamiczne zmiany w środowisku bezpieczeństwa międzynarodowego, w tym toczące się konflikty zbrojne (Ukraina, Bliski Wschód) wskazują na rosnące znaczenie techniki wojskowej i technologii obronnych. Dotychczasowa, wyraźna przewaga technologiczna NATO maleje. Agresywna polityka Rosji oraz rosnąca potęga i aktywność militarna Chin, w połączeniu z dużym zbliżeniem stanowisk obu tych krajów, wskazują na nowe i poważne zagrożenie. Utrzymanie gotowości do przeciwstawienia się temu zagrożeniu wymaga rozwoju nowych i przełomowych technologii, które zapewniałyby przewagę w potencjalnym konflikcie. Problem ten ujawnił się z dużą siłą w ostatnim dziesięcioleciu. Bardzo duża liczba zidentyfikowanych innowacyjnych technologii i ich potencjalnych zastosowań w sferze bezpieczeństw oraz ograniczone zasoby pozwalające na jednoczesny rozwój wszystkich zmuszają do dokonywania wyborów i ustalania priorytetów. W artykule przedstawiono różne podejścia organizacji międzynarodowych (NATO, UE) i Polski do kwestii ukierunkowania badań naukowych w obszarze nowych i przełomowych technologii, mających największy potencjał i możliwości zastosowania w technice wojskowej. Zaprezentowane zostały również narzędzia realizacji przyjętych polityk oraz dotychczasowe wyniki tych działań.

SŁOWA KLUCZOWE: nowe i przełomowe technologie, obronność i bezpieczeństwo, NATO, Wspólna Polityka Bezpieczeństwa i Obrony UE, priorytetowe kierunki badań naukowych

* płk dr inż. Paweł Sweklej, Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland
https://orcid.org/0000-0002-5794-8906 sweklejp@witu.mil.pl
** dr inż. Andrzej Seń, Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland
https://orcid.org/0000-0001-8436-7309 sena@witu@witu.mil.pl
*** dr inż. Mieczysław Szlachta, Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland
https://orcid.org/0000-0003-4063-4289 szlachtam@witu.mil.pl
**** mgr inż. Witold Jagiełło, Military Institute of Armament Technology, Zielonka, Poland
https://orcid.org/0000-0001-5967-5086 jagiellow@witu.mil.pl
Copyright (c) 2024 Paweł Sweklej, Andrzej Seń, Mieczysław Szlachta, Witold Jagiełło.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRACT: The current dynamics of changes in the international security environment and the related active armed conflicts (Ukraine, the Middle East) highlight the growing importance of military and defence technologies. The predominance in the military technologies field that NATO previously had, has decreased noticeably. Russia's aggressive policy and growing strength and military activity of China, combined with the great convergence of the two countries' attitudes, create a new, serious threat. Being prepared to counter this threat requires the development of crucial, emerging and disruptive technologies that would provide an advantage in a potential conflict. The challenge has emerged with great intensity in the last decade. In connection with the identification of a wide spectrum of innovative technologies and the assessment of their potential applications in the area of defence and security, it is necessary to make selections and set priorities due to limited resources that do not allow for their simultaneous development. The article presents different approaches of international organizations (NATO, EU) and Poland to the issue of directing scientific research and development works in the area of crucial, emerging and disruptive technologies that have the greatest potential and possibilities of application in military technology. The tools for implementing the adopted policies and the results of these activities to date have been also presented.

KEYWORDS: emerging & disruptive technologies, defence & security, NATO, Common Security and Defence Policy EU, scientific research priorities

WPROWADZENIE

Współczesne wyzwania związane z obronnością i bezpieczeństwem wymagają od państw i organizacji międzynarodowych nieustannego dostosowywania swoich strategii i zdolności obronnych do dynamicznie zmieniających się warunków. W obliczu nowych zagrożeń, takich jak cyberataki, wojna hybrydowa, terroryzm czy agresja militarna zdolności do działania sił zbrojnych i formacji mundurowych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo wewnętrzne coraz bardziej determinowane są przez stan ilościowy i jakościowy ich wyposażenia technicznego. Techniczna modernizacja sił zbrojnych i infrastruktury bezpieczeństwa jest kluczowym elementem w zapewnieniu stabilności i skuteczności działań. W tym kontekście kształtowanie priorytetów bezpieczeństwa staje się nie tylko kwestią adaptacji do współczesnych wymagań technologicznych, ale również strategicznego planowania długoterminowego. Dzięki badaniom naukowym w dziedzinie technologii odkrywane są nowe zjawiska, tworzone nowe rozwiązania znajdujące w krótkim czasie zastosowanie w nowych urządzeniach technicznych. Coraz większe nakłady kierowane są na badania w obszarze nowych i przełomowych technologii (*ang. emerging & disruptive technologies*). Szersze zastosowanie tych technologii w technice wojskowej będzie wymagało zmiany tradycyjnych modeli bezpieczeństw i obrony, sformułowania nowych strategii i doktryn wojskowych, a nawet zmiany logiki wojny[1].

[1] M. Chmielewski, *Technologie przełomowe w budowaniu odporności państwa*, praca końcowa Podyplomowych Studiów Polityki Obronnej, Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa 2022, s. 34-35.

Współcześnie można wskazać dwa zasadnicze obszary badań związanych z nowymi technologiami. Pierwszy z nich koncentruje się na naukowych i inżynierskich problemach rozwoju nowych technologii i możliwości zastosowania ich w sferze wojskowej i cywilnej[2]. Drugi nurt związany jest z oddziaływaniem nowych technologii na różne sfery funkcjonowania organizacji i organów państwa (gospodarka i przedsiębiorstwa, bezpieczeństwo publiczne, medycyna, infrastruktura)[3].

Głównym celem artykułu jest próba odpowiedzi na pytanie zawarte w problemie badawczym: „Jak wybory priorytetów rozwoju nowych i przełomowych technologii, istotnych dla obronności i bezpieczeństwa, dokonywane przez międzynarodowe organizacje, wpływają na kierunki badań naukowych i prac rozwojowych w Polsce?

W celu odpowiedzi na zawarte pytanie posłużono się głównie metodą analizy. Jej przedmiotem były dokumenty źródłowe poświęcone nowym i przełomowym technologiom, publikowane przez organy Sojuszu Północnoatlantyckiego (NATO) i Unii Europejskiej (UE). Oficjalne stanowiska obu organizacji zostały skonfrontowane z wynikami badań pracowników naukowych i reprezentowanymi przez nich stanowiskami, wyrażanymi w piśmiennictwie naukowym. W procesie badawczym wykorzystano również opinie pracowników obu instytucji międzynarodowych, zajmujących się problemami rozwoju technologii obronnych. Były bardzo cenne, w wielu przypadkach rozszerzając interpretację oficjalnych dokumentów pozwalały na inne spojrzenie na podjęty problem.

PRIORYTETY ROZWOJU NOWYCH I PRZEŁOMOWYCH TECHNOLOGII W NATO

Rola oraz znaczenie nauki i rozwoju technologii dla NATO zostało zinstytucjonalizowane na początku jego historii[4]. Najpierw poprzez treść art. 2 Traktatu Północnoatlantyckiego, a później poprzez prace i raport „trzech mędrców" (Three wise men)[5]. Opierając się na tym fundamencie, przełomowym dziele Theodore'a von Kármána i pracach Komitetu Naukowego NATO, Science and Technology Organization przez ostatnie 70 lat pomagała skutecznie stosować

[2] A. Lele, *Disruptive Technologies for the Militaries and Security*, Springer 2019.
[3] V. Matyushok, V. Krasavina, A. Berezin, J. Sendra García, *The global economy in technological transformation conditions: A review of modern trends*, „Economic Research" 2021, No 34(1), p. 1471-1497. https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1844030.
[4] A.N. Ince, *NATO's Science Programme and the Committee on the Challenges of Modern Society -International Collaboration in Technoscience*. „Journal of International Affairs" 1999, vol. IV, No 1.
[5] *NATO. Report of the Committee of Three. NATO*. Dec. 1956, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_65237.html.

strategię technologiczną, wykorzystując naukę i technologię i przygotowując projekty decyzji przynoszących znaczący efekt intelektualny, polityczny, gospodarczy i militarny[6].

Technologiczna przewaga NATO, opierająca się na wykorzystaniu dorobku naukowo-technicznego była kluczowym elementem siły i czynnikiem zapewniającym światowy porządek przez ostatnie ponad pół wieku. Jednak w ostatnich latach przewaga ta uległa zmniejszeniu z powodu różnych czynników - strategicznych, gospodarczych, społecznych i technicznych. Odzyskanie tej przewagi wymaga zaangażowania NATO w maksymalne wykorzystanie możliwości i kreatywności całego Sojuszu oraz innowacji krajowych, a także wdrożenia rozwiązań w innowacyjnych systemach uzbrojenia. Wyzwania związane z innowacjami i zastosowaniem nowych technologii są przedmiotem analiz w strukturach Sojuszu od wielu lat. Przywódcy państw podczas szczytu NATO w Brukseli w 2021 r. zauważyli, że: „Szybkość zmian technologicznych nigdy nie była większa, stając się przyczyną zagrożeń i tworząc nowe możliwości i sposoby działania NATO w środowisku bezpieczeństwa. Jesteśmy zdeterminowani, aby zachować naszą przewagę technologiczną i zapewnić interoperacyjność Sojuszu w celu zapobiegania zagrożeniom, jakie stwarza rozwój technologiczny, zarówno obecnie, jak i w przyszłości[7]". Konsekwencją takiego stanowiska było przyjęcie nowej koncepcji strategicznej NATO[8]. Wskazano w niej Rosję jako największe i bezpośrednie zagrożenie bezpieczeństwa w obszarze euroatlantyckim, a politykę międzynarodową i rosnące wpływy Chin uznano za poważne wyzwanie dla Sojuszu[9]. Kluczem do zapewnienia bezpieczeństwa jest kolektywna obrona oparta na odstraszaniu, zarządzaniu kryzysowym i bezpieczeństwie kooperatywnym. W dokumencie podkreślono również znaczenie technologii w kontekście rosnących szans i zagrożeń oraz jako jednego z zasadniczych źródeł sukcesów na polu walki. Technologie przełomowe zyskują coraz większe znaczenie strategiczne, determinują charakter i przebieg konfliktu oraz stają się areną globalnej rywalizacji.

---

[6] W. Chin, *Technology, War and the State: Past, Present and Futu*re, „International Affairs" 2019, Vol. 95, No 4, p. 765–783. DOI: 10.1093/ia/iiz106.

[7] *NATO. Brussels Summit Communique issued by NATO Heads of State and Government*. NATO. June 14, 2021.

[8] N*ATO 2022 Strategic Concept*, adopted by Heads of State and Government at the NATO Summit in Madrid 29 June 2022, pkt. 17. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/290622-strategic-concept.pdf.

[9] L. Chojnowski, M. Banasik, *Koncepcja Strategiczna NATO 2022. Koncepcja przełomu czy kontynuacji*?, „Colloquium" 2023, Nr 3(51), s. 189-204. http://doi.org/10.34813/33coll2023.

Publikację Koncepcji poprzedził raport „Science & Technology Trends (2023-2043)”[10]. Zapewnił on podstawę dla budowania strategii NATO w zakresie nowych i przełomowych technologii, rozwoju zdolności obronnych Sojuszu i określił przyszłe programy pracy NATO w zakresie nauki i technologii. Jego głównym celem jest zwiększenie zrozumienia w ramach Sojuszu potencjału drzemiącego w wynikach badań naukowych i technologii w zakresie wzmacniania zdolności obronnych Sojuszu i przeciwstawienia zagrożeniom o charakterze militarnym. Raport stanowi wsparcie dla decydentów i pomoc w analizie następujących kwestii:

- Dlaczego nowe i przełomowe technologie są ważne dla przyszłych działań Sojuszu?
- Jakie są czasowe oczekiwania ich rozwoju?
- Co oznaczają one dla Sojuszu w perspektywie operacyjnej, organizacyjnej i przemysłowej?

Przewidywanie przyszłego środowiska bezpieczeństwa jest jednym ze sposobów Sojuszu uzyskania przewagi nad potencjalnym przeciwnikiem. Predykcja naukowo-techniczna jest krytycznym aspektem tych przygotowań. Próby szczegółowego przewidzenia wszystkich możliwych scenariuszy rozwoju wydarzeń w przyszłości są zadaniem bardzo trudnym lub wręcz niemożliwym. Zamiast tego Sojusz stara się zapewnić warunki i narzędzia do przewidywania potencjalnego rozwoju technologii i jej wpływu na posiadane zdolności. W celu identyfikacji nowych technologii istotnych z militarnego punktu widzenia i ich wpływu na rozwój przyszłych zdolności kluczowa jest analiza trendów technologicznych i tempa rozwoju nowych technologii. Zidentyfikowane i rozwijane technologie mogą mieć poważnych wpływ na rozwój zdolności destrukcyjnych Sojuszu oraz poważne wzmocnienie zdolności defensywnych. Raport zawiera ocenę trendów rozwojowych w priorytetowych obszarach technologicznych, które według przewidywań będą miały wpływ na operacje wojskowe NATO, rozwój zdolności i podstawowe funkcje przedsiębiorstw w ciągu najbliższych dwudziestu lat. Zidentyfikowane obszary są rozległe, w znacznym stopniu się pokrywają i nie obejmują wszystkich możliwych technologii.

[10] D.F. Reding, A. De Lucia, A. M. Blanco, L.A. Regan, D. Bayliss, *Science & Technology Trends 2023-2043 Across the Physical, Biological, and Information Domains, Vol. 1: Overview*, NATO Science & Technology Organization 2023; D.F. Reding, A. De Lucia, A. M. Blanco, L.A. Regan, D. Bayliss, *Science & Technology Trends 2023-2043 Across the Physical, Biological, and Information Domains, Vol. 2: Analysis*, NATO Science & Technology Organization 2023.

Tabela 1 Nowe i przełomowe technologie o dużym znaczeniu dla NATO

Obszar technologiczny	Możliwości wykorzystania i zastosowania
Technologie przełomowe	
Big Data, Advanced Analytics and Information Communication Technologies (Data)	Duże zbiory danych oraz zaawansowane technologie analityczne i informacyjno-komunikacyjne - opisują dane, które charakteryzują się znaczną objętością, szybkością zmian, różnorodnością, prawdziwością i wyzwaniami wizualizacyjnymi. Zwiększona cyfryzacja, rozprzestrzenianie się nowych sensorów, nowych sposobów komunikacji, Internetu rzeczy i wirtualizacja przestrzeni społeczno-poznawczych (np. mediów społecznościowych) przyczyniły się znacząco do rozwoju Big Data. Zaawansowana analiza (danych) określa metody nadawania znaczenia danych i ich wizualizację. Techniki te wynikają z metod zaczerpniętych z obszarów badawczych nauk o danych i decyzjach, w tym sztuczna inteligencja, optymalizacja, modelowanie i symulacja, inżynieria czynnika ludzkiego i badania operacyjne. Technologie informacyjno-komunikacyjne oraz sensory i wykrywanie. Ten system jest niezbędny dla skutecznej, wielodomenowej struktury C4ISR, odzwierciedlającej zbiór, przetwarzanie, wykorzystywanie i rozpowszechnianie informacji wspierających podejmowanie decyzji i dowodzenie.
Artificial Intelligence (AI)	Sztuczna inteligencja - odnosi się do zdolności maszyn do wykonywania zadań, które normalnie wymagają obecności człowieka, np. rozpoznawanie wzorców, uczenie się na podstawie doświadczeń, wyciąganie wniosków, przewidywanie lub podejmowanie działań, zarówno w sposób cyfrowy lub jako inteligentne oprogramowanie stojące za autonomicznymi urządzeniami fizycznymi.
Robotics and Autonomous Systems (Robotics)	Robotyka i systemy autonomiczne - zapewniają zdolność systemów do reagowania na niepewne sytuacje poprzez niezależne komponowanie oraz wybieranie spośród różnych kierunków działania w celu osiągnięcia celów w oparciu o wiedzę oraz kontekstowe zrozumienie rzeczywistości. Robotyka to nauka zajmująca się projektowaniem i budowaniem systemów obejmujących wszystkie poziomy autonomii. Rozwój technologiczny w tym zakresie umożliwiłby m.in. dostęp do nieosiągalnych obszarów, stały nadzór, ciągłość działania, roboty wspierające żołnierzy, tańsze możliwości i zautomatyzowane dostawy logistyczne.
Space	Kosmos. Przyjmuje się, że przestrzeń kosmiczna zaczyna się na wysokości 90–100 km (linia Karmana). Technologie kosmiczne wykorzystują i uwzględniają funkcjonowanie w wyjątkowym środowisku (kosmos), które charakteryzuje się m.in.: globalnym polem widzenia, dużymi prędkościami, swobodą dostępu, próżnią, mikrograwitacją, izolacją oraz ekstremalnymi wartościami temperatury, drgań i ciśnienia.
Hypersonic Technologies (Hypersonic)	Systemy broni hipersonicznej (pociski, pojazdy itp.) działają z prędkościami powyżej 5 Mach (6125 km/h). W takich warunkach w powietrzu pojawiają się rosnące obciążenia cieplne, powodujące skrajne zagrożenie dla pojazdu. Ta klasa uzbrojenia obejmuje rakiety manewrujące wystrzeliwane z powietrza, pojazdy powietrzne ponownie wchodzące w atmosferę.
Energy and Propulsion	Energia i napęd uwzględnia rozwój nowych technologii wytwarzania, magazynowania i wykorzystania energii do napędu obiektów.
Electronics and Electromagnetics	Elektronika i elektromagnetyzm - wykorzystanie zjawisk fizycznych dla potrzeb elektroniki i elektromagnetyzmu.
Nowe technologie	
Quantum Technologies	Technologie kwantowe nowej generacji wykorzystują fizykę kwantową i powiązane zjawiska na poziomie atomowym i skalę subatomową, w szczególności splątania kwantowe i superpozycję. Te efekty wspierają postęp technologiczny, przede wszystkim w kryptografii,

(Quantum)	obliczeniach, precyzyjnej nawigacji, wykrywaniu i zobrazowaniu, komunikacji i inżynierii materiałowej.
Bio- and Human Enhancement Technologies (Biotechnologies)	Biotechnologie oraz technologie udoskonalania człowieka wykorzystują organizmy, tkanki, komórki lub składniki molekularne pochodzące od żywych istot do oddziaływania na żywe istoty lub oddziałują poprzez ingerencję w funkcjonowanie komórek, w tym w ich materiał genetyczny. Technologie doskonalenia człowieka (HET) to ingerencje biomedyczne, które poprawiają ludzkie zdolności fizyczne.
(Novel) Materials and Advanced Manufacturing (Materials)	Materiały sztuczne o unikalnych i nowatorskich właściwościach. Zaawansowane materiały mogą być wytwarzane przy użyciu technik zaczerpniętych z nanotechnologii lub biologii syntetycznej. Mogą obejmować powłoki o ekstremalnej odporności na ciepło, opancerzenie nadwozia lub platformy o wysokiej wytrzymałości powłoki stealth, pozyskiwanie i magazynowanie energii, nadprzewodnictwo, zaawansowane czujniki i odkażanie, materiały do masowej produkcji żywności, paliw i materiałów budowlanych. W obszarze tym znalazły się m.in. zastosowania grafenu i produkcja przyrostowa.

Źródło: opracowanie podstawie: D.F. Reding, A. De Lucia Álvaro, M. Blanco, L.A. Regan, D. Bayliss, *Science & Technology Trends 2023-2043. Across the Physical, Biological, and Information Domains, Vol. 1: Overview*, NATO Science & Technology Organization 2023.

Wskazane obszary i technologie powinny mieć przełomowy lub rewolucyjnych charakter, osiągnąć dojrzałość w okresie najbliższych 20 lat, a ich zastosowanie może tworzyć pokoleniowe zmiany w rozwoju nauki i technologiach.

Raport stanowi kolejną edycję szczegółowego przeglądu i analizy trendów opracowanych częściowo w 2020 r.[11] oraz pogłębionych, rozwiniętych i uzupełnionych o najbardziej aktualne dane i informacje.

Wykorzystanie osiągnięć z rozwoju nowych i przełomowych technologii tylko w jednym, wyizolowanym obszarze może być korzystne, lecz wydaje się mało efektywne. Znacznie więcej możliwości stwarza wykorzystanie osiągnięć naukowych w dziedzinach stanowiących połączenie dwóch lub więcej obszarów, gdzie technologie się zbiegają lub nakładają. Będą one miały najprawdopodobniej największy wpływ na zwiększenie zdolności technologiczno-wojskowych Sojuszu. Nie da się wyspecyfikować wszystkich kombinacji łączących w sobie technologie z poszczególnych obszarów, lecz jako najbardziej obiecujące i posiadające duży potencjał zastosowania wskazuje się następujące konfiguracje[12]:

- Data – AI – Autonomy;
- Data – Quantum;

[11] D.F. Reding, J. Eaton, *Science and Technology Trends 2020-2040: Exploring the S&T Edge*, Brussels, NATO Science and Technology Organization, Mar. 2020.

[12] D. Doicariu, *Emerging and disruptive technology trends in defense and security*, „Journal of.Defense Resource Management" 2023, Vol.14, Issue 2, p.33-44.

– Space – Hypersonics – Materials;
– Space – Quantum;
– Data – AI – Biotechnologies;
– Data – AI – Materials.

Za technologię o kluczowym znaczeniu została uznana sztuczna inteligencja. Jej możliwości w przetwarzaniu i zarządzaniu dużymi zbiorami danych już znalazły zastosowanie w dowodzeniu, logistyce i wojnie informacyjnej. Wciąż rozwijane są zdolności bezzałogowych, autonomicznych systemów uzbrojenia. Zapewne będzie ona miała ogromny wpływ na przebieg przyszłych operacji wojskowych, jednak sposób i charakter tego oddziaływania jest wciąż przedmiotem dyskusji[13].

Zgodnie z rekomendacjami NATO Advisory Group on Emerging and Disruptive Technologie stworzone zostały narzędzia przyśpieszające prace nad nowymi i przełomowymi technologiami[14]. W czerwcu 2021 r. uruchomiona została inicjatywa powołania Akceleratora Innowacji Obronnych dla Północnego Atlantyku (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic- DIANA). Zadaniem DIANA jest maksymalne ułatwienie praktycznej realizacji badań nad technologiami mogącymi znaleźć szerokie zastosowanie na rynku wojskowym i cywilnym z udziałem sektora prywatnego[15]. Trzy pierwsze, pilotażowe projekty związane z odpornością elektromagnetyczną, bezpieczną wymianą informacji oraz działaniami podwodnymi zostały uruchomione w 2023 r. Do ich realizacji zostały wyłonione 44 podmioty spośród ponad 1300 zgłoszeń. Uzupełnieniem DIANA jest „NATO Innovation Fund" - pierwszy na świecie wielonarodowy fundusz *venture capital*, który zainwestuje ponad 1 mld euro i będzie wspierał *start-upy* pracujące nad nowymi i przełomowymi technologiami podwójnego zastosowania w obszarach kluczowych dla bezpieczeństwa Sojuszu[16].

---

[13] G.P. Paoli, S. Grand-Clément, *Technology, economy and war: the disruptive force of AI*, [w:] *Research Handbook on Warfare and Artificial Intelligence*, R. Geiß, H. Lahman (edit.), Edward Elgar Publishing, 2024, s. 28-54. https://doi.org/10.4337/9781800377400.00008.

[14] I. Albrycht, G. Angelova, B. Bellier, C. Bonefeld-Dahl, D. Chana, D. Frincke, H. Guerrero, K. Khorasani,. Mattingley-Scott, M. Noorma, S. Seres, A. Volpi, *NATO Advisory Group on Emerging and Disruptive Technologies. Annual Report 2021*, Brussels 2022 - https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/7/pdf/220715-EDT-adv-grp-annual-report-2021.pdf.

[15] Strona internetowa https://www.diana.nato.int (dostęp: 12.09.2024).

[16] *NATO's innovation accelerator becomes operational and launches first challenges* - https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_215792.htm- 19.06.2023.

Konsensus krajów członkowskich związany z ewolucją dotychczasowego stanowiska z „oczekującego" na „zaangażowane"[17] i znaczne zwiększenie poziomu aktywności oraz nowe inicjatywy pokazują, że obszar ten mocno zyskuje na znaczeniu nie tylko z punktu widzenia ekonomicznego, ale również militarnego.

TECHNOLOGIE PRZEŁOMOWE I ZDOLNOŚCI OBRONNE UNII EUROPEJSKIEJ

Od początku XXI w. zagadnienia rozwoju nowych technologii obronnych nie były w Unii Europejskiej traktowane priorytetowo. Wdrażaniem innowacji technologicznych zainteresowany był głównie rynek cywilny. Taki stan rzeczy wynikał z niepełnej i niezbyt trafnej oceny zagrożeń militarnych na kontynencie oraz czerpania korzyści z istniejącego stanu pokoju. Wpływ na to miał również nowy trend w przenikaniu technologii podwójnego zastosowania pomiędzy rynkiem cywilnym i obronnym. To technologie cywilne stały się motorem postępu, a branża zbrojeniowa stawała się beneficjentem w ich dalszym zastosowaniu wojskowym[18]. Dopiero w drugiej dekadzie nastąpiło pewne ożywienie. Za sprawą Komisji Europejskiej w ramach „Preparatory Action Plan 2017-2020" (PDA 2017-20) uruchomiono pięć projektów badawczych ukierunkowanych na wykorzystanie sztucznej inteligencji w wykrywaniu materiałów wybuchowych, autonomicznym pozycjonowaniu, nawigacji, uderzeniach na duże odległości i wzmacnianiu indywidualnej zdolności bojowej[19]. Niewielki zakres projektów oraz skromne nakłady finansowe (7,5 mln euro) nie rodziły nadziei na oczekiwanie spektakularnych sukcesów. Ponadto, rozwiązania organizacyjne w zarządzaniu projektami, oparte na dominującej roli *start-upów* oraz małych i średnich przedsiębiorstwach, które od wielu lat sprawdzały się przy wdrażaniu innowacji na rynku cywilnym, w przypadku technologii obronnych zawodziły. Problemem nie była sama złożoność i techniczne trudności w opanowaniu technologii. Z tym małe podmioty radziły sobie niejednokrotnie lepiej niż duże koncerny, dzięki dużej elastyczności działania, większej skłonności do podejmowania ryzyka inwestycyjnego i zorientowaniu na sukces. Większym problemem okazały się utrwalone od lat stosunki w „hermetycznym ekosystemie obronnym". Uprzywilejowane relacje pomiędzy

[17] I. Albrycht, *Miejsce polski w ekosystemie innowacji technologicznych NATO*, „Bezpieczeństwo Narodowe" 2023, Nr 43, s. 81-107. https://doi.org/10.59800/bn/ 176739.
[18] M. Chmielewski, *Technologie przełomowe w budowaniu odporności …*, op. cit. s. 8.
[19] D. Ilinca, *Disruptive Technologies in the Context of European Defence Cooperation,* Romanian Military Thinking, International Scientific Conference Proceedings, Bucharest 2022, s. 204-221. https://doi.org/10.55535/RMT.2022.4.12.

przedstawicielami: wojska, przemysłu obronnego, rządowych agencji odpowiedzialnych za badania naukowe i zamówienia obronne, dużych integratorów systemów uzbrojenia wskazywane były przez małe podmioty jako największe bariery wejścia na rynek wyrobów obronnych[20]. Pomimo tego UE wciąż zabiega o wzmocnienie europejskiej bazy technologiczno-przemysłowej sektora obronnego, zacieśnienie współpracy w ramach wspólnego rynku obronnego, zwiększenie zaangażowania krajów członkowskich w nowe inicjatywy, zapewniające większą synergię pomiędzy sektorem cywilnym, obronnym i kosmicznym, podkreślając, że technologie pozostają główną siłą napędową konkurencyjności i innowacyjności[21].

Punktem wyjścia do definiowania priorytetów i wyznaczania głównych kierunków rozwojowych perspektywicznych technologii są unijne zdolności obronne i bezpieczeństwa. Zidentyfikowane technologie są pochodną szczegółowej oceny krótko-, średnio- i długoterminowej analizy luk i potrzeb w zakresie zdolności. Zakres przyszłych zdolności opracowuje się przy wykorzystaniu różnych rodzajów danych wejściowych, uwzględniających niedobory zdolności wojskowych w ramach Wspólnej Polityki Bezpieczeństwa i Obrony, długoterminowe tendencje w zakresie zdolności i technologii, plany obronne państw członkowskich oraz wnioski wyciągnięte z prowadzonych misji i operacji[22].

Ustalenie priorytetów technologicznych rozwoju oparte jest na „Planie Rozwoju Zdolności" (*Capability Development Plan - CDP*), który stanowi główny punkt odniesienia w planowaniu obronnym w UE i wszystkich europejskich inicjatyw związanych z obronnością, takich jak: Skoordynowany Roczny Przegląd Obronności (*Coordinated Annual Review on Defence - CARD*), Stała Współpraca Strukturalna (*Permanent Structured Cooperation - PESCO*), Europejski Fundusz Obronny (*European Defence Found - EDF*) i wszelkie przyszłe narzędzia wsparcia UE w zakresie obronności[23].

---

[20] A. Calcara, *One Step Back, Two Steps Forward: the EU, NATO and Emerging and Disruptive Technologies*, „CSDS Policy brief", nr 2023/07 - https://www.brussels-school.be/sites/default/files/CSDS%20Policy%20brief_2307_0.pdf.

[21] *Action Plan on synergies between civil, defence and space industries* - https://www.eesc.europa.eu/pl/our-work/opinions-information-reports/opinions/action-plan-synergies-between-civil-defence-and-space-industries

[22] T.E. Brøgger, A *'Europe of defence'? The establishment of binding commitments and supranational governance in European security and defence*, „Journal of European Integration" 2024, p. 1–20. https://doi.org/10.1080/07036337.2024.2379421.

[23] J. Domecq, *Coherence and focus on capability priorities: why EDA's role in CARD, PESCO and EDF matters*. Real Instituto Elcano, *ARI* 2018, No 54.

Najnowsza wersja Planu Rozwoju Zdolności została przedstawiona w 2023 r. Zawiera ona listę 22 zdolności, zgrupowanych w sześciu obszarach. Należą do nich [24]:

1. Siły lądowe- zdolność do walki na lądzie, precyzyjne zaangażowanie na lądzie, systemy żołnierza przyszłości;
2. Marynarka wojenna- walka na morzu i ograniczenie dostępu, wojna podwodna i na dnie morskim, rola obszarów morskich;
3. Siły powietrzne- platformy i broń walki powietrznej, dowodzenie i komunikacja w powietrzu, zintegrowana obrona powietrzna i przeciwrakietowa, transport lotniczy;
4. Cyberbezpieczeństwo- pełne możliwości operacyjne w zakresie cyberobrony, przewaga i gotowość do korzystania z rozwiązań cybernetycznych;
5. Przestrzeń kosmiczna- operacje kosmiczne, usługi kosmiczne;
6. Czynniki strategiczne- dominacja operacji w środowisku elektromagnetycznym; trwałość i odporność systemu C4ISTAR, mobilność wojskowa, ochrona infrastruktury krytycznej i bezpieczeństwo energetyczne, zrównoważona i sprawna logistyka, pomoc medyczna.

W dynamicznym i skutecznym rozwoju europejskich zdolności obronnych jako główne bariery wymieniano rozbieżność stanowisk krajów członkowskich dotyczącą potrzeby rozwijania zdolności obronnych UE i dublowania militarnych inicjatyw NATO, nieefektywną regionalną współpracę obronną oraz niedofinansowanie[25]. Dodatkowo wskazywano na mocno rozbudowany katalog zdolności i ich rozproszenie oraz niskie nakłady środków finansowych w budżetach obronnych wielu krajów członkowskich, niedostateczne z punktu widzenia europejskich ambicji[26]. Potwierdzeniem tego może być raport opublikowany w 2023 r. zawierający zidentyfikowane technologie przełomowe, rozwijane w różnych obszarach nauki i gospodarki. Spośród 106 wymienionych nowych i przełomowych technologii jedynie w 2 przypadkach wskazano na powiązania i możliwości ich wykorzystania w sektorze obronnym. Dotyczyły one sztucznej inteligencji i przestrzeni kosmicznej[27].

W marcu 2022 r. została przyjęta nowa strategia obronna UE w formie dokumentu pt. „Kompas strategiczny dla bezpieczeństwa i obrony". Obok założeń operacyjnych

---

[24] *The 2023 EU Capability Development Plan Priorities. To be ready,* EDA, Brussels 2023 - https://eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/qu-03-23-421-en-n-web.pdf.

[25] K. Mazurek, *Europejska ofensywa w obszarze obronności – EDF, PESCO i CARD. Program Bezpieczeństwo i Obronność*, Fundacja im. Kazimierza Pułaskiego, Warszawa 2018, s. 7 - https://pulaski.pl/wp-content/uploads/2023/06/European_offensive_in_defense_sphere_EEDF_PESCO_and_CARD_PL.pdf.

[26] M. Terlikowski, *Wspólna Polityka Bezpieczeństwa i Obrony: PESCO i EDF, czyli wreszcie przełom?,* „Rocznik Strategiczny" 2017/2018, s. 62-88. https://doi.org/10.7366/2300265420172303.

[27] J. Farinha, L. Vesnic Alujevic, A. Alvarenga, A. Polvora, *Everybody is looking into the future! – A literature review of reports on emerging technologies and disruptive innovation*, European Commission: Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxemburg 2023, https://data.europa.eu/doi/10.2760/144730.

i organizacyjnych uwzględniał również zamiary i wytyczne dotyczące m.in. zintensyfikowania współpracy i postępu technologicznego w dziedzinie obronności. Wskazano w nim sztuczną inteligencję, informatykę kwantową, zaawansowane systemy napędu, bio- i nanotechnologie oraz nowe materiały jako główne obszary decydujące o zapewnieniu przewagi wojskowej, mające największy wpływ na przebieg przyszłych konfliktów i wymagające zwiększonych inwestycji. Koordynację współpracy ma zapewnić centrum innowacji w dziedzinie obronności, powołane w strukturze Europejskiej Agencji Obrony. Sam fakt uwzględnienia problemu rozwoju przełomowych technologii obronnych w dokumencie o takiej randze należy uznać za krok we właściwym kierunku. Pominięto natomiast kwestie priorytetów, zarówno samych technologii, jak i najbardziej istotnych obszarów zastosowań technologii przełomowych[28]. Każda ze wskazanych technologii może mieć bardzo szerokie zastosowanie i służyć wzmacnianiu różnych zdolności- wykrywania, rozpoznania, rażenia czy logistyki. Z dużą dozą prawdopodobieństwa można przyjąć, że problemy te ujawnią się na dalszych etapach dokonywania wyborów i podejmowania decyzji. Bez spójnych programów rozwoju technologii i planów wdrożenia ich do techniki wojskowej małe projekty, nawet zakończone powodzeniem, pozwolą jedynie na doraźne „łatanie dziur", a nie na kompleksowe i spójne budowanie zdolności.

W 2021 roku Unia Europejska uruchomiła Europejski Fundusz Obronny (EDF). który jest źródłem finansowania wspólnych prac badawczych i rozwojowych w obszarze sprzętu wojskowego i technologii obronnych. W latach 2021-2027 budżet EDF wyniesie 7,95 mld euro (w tym 2,65 mld euro na badania naukowe oraz 5,3 mld euro na prace rozwojowe). Z powyższej kwoty ok. 4-8% ma być przeznaczone na prowadzenie badań nad nowymi i przełomowymi technologiami obronnymi. Ich finansowanie ma być wsparciem dla innowacji technologicznych wysokiego ryzyka i powiązane z planowanym osiągnięciem wysokich przychodów w europejskim przemyśle obronnym[29]. Wspólne finansowanie badań i rozwoju najnowocześniejszych technologii ma służyć pogłębieniu integracji europejskiej bazy technologiczno-przemysłowej sektora obronnego oraz wzmacnianiu strategicznej autonomii UE. Ale, jak przestrzega Pierre Haroche z paryskiego Instytutu Badań Strategicznych, EDF odwraca też logikę współpracy przemysłu obronnego – zamiast poszukiwać środków na

[28] K. Miszczak, *„Strategiczny kompas" Unii Europejskiej. Większe bezpieczeństwo i skuteczniejsza obrona Unii Europejskiej – plan działań do 2030 r.,* „Politeja" 2024, nr 1(88/1), s. 139-156. https://doi.org/10.12797/Politeja.20.2024.88.1.09.

[29] R. Csernatoni, B.O. Martins, *Disruptive Technologies for Security and Defence: Temporality, Performativity and Imagination,* „Geopolitics" 2023, vol. 29(3), p. 849–872. https://doi.org/10.1080/14650045.2023.2224235.

sfinansowanie projektów, poszukuje się projektów, które mogłyby zostać sfinansowane z gotowego budżetu[30]. To stwarza zagrożenie, że finansowane będą projekty nie najbardziej wartościowe pod względem założeń i przydatności dla rozwijania przyszłych zdolności, ale takie, które będą najlepiej przygotowane pod względem formalnym i niosące niewielkie ryzyko niepowodzenia. Środki przeznaczone w EDF na rozwój nowych technologii, pomimo tego że są znacznie większe aniżeli we wcześniejszym PDA 2017-20, pokrywają jedynie niewielki fragment potrzeb tym obszarze i nie gwarantują ciągłości rozpoczętych projektów. Ponadto budżet EDF to bardzo wrażliwy temat. Z pierwotnie zakładanych i planowanych 13 mld euro ostatecznie zostało zaakceptowanych niespełna 8 mld euro. Jego ramy czasowe zostały określone do 2027 r. i trudno ocenić jaka będzie jego dalsza przyszłość, ponieważ wybuch wojny na Ukrainie mocno wpłynął na przewartościowanie poglądów dotyczących wspólnej polityki bezpieczeństwa i obrony UE. Dalszy rozwój wypadków pokaże, czy teza, że zwiększenie nakładów na technologie przełomowe jest koniecznym warunkiem zapewnienia interoperacyjności[31] wytrzyma próbę czasu.

ROZWÓJ TECHNOLOGII W OBSZARZE BEZPIECZEŃSTWA I OBRONNOŚCI W POLSCE

Analizując i planując rozwój zdolności obronnych Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (SZRP) oraz udział w międzynarodowych projektach związanych z technologiami obronnymi Ministerstwo Obrony Narodowej zwraca szczególną uwagę na zgodność podejmowanych badań naukowych i prac rozwojowych z perspektywicznymi potrzebami armii i ich spójności z obszarami o kluczowym znaczeniu dla bezpieczeństwa. Do obszarów tych należą nowe i przełomowe technologie. Istotnym warunkiem jest również podjęcie odpowiedzialności wnioskodawców za opracowanie kompletnych rozwiązań sprzętowych i systemowych lub ich elementów czy podsystemów, które mogą zostać zastosowane do wytworzenia produktów na potrzeby wojska (np. poprzez kierowanie całym danym pakietem roboczym w projekcie)[32].

Uwarunkowania wpływające na funkcjonowanie systemu bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej sprawiły, że potrzeba inwestowania w badania naukowe oraz

---

[30] P. Haroche, *Supranationalism strikes back: a neofunctionalist account of the European Defence Fund*, „Journal of European Public Policy" 2019, vol. 27(6), 853–872. https://doi.org/10.1080/13501763.2019.1609570.

[31] T. Chłoń, *Dokąd zmierza NATO? Sojusz Północnoatlantycki, Europa i Polska w świetle decyzji szczytu NATO w Madrycie 29–30 czerwca 2022 r.*, „Krakowskie Studia Międzynarodowe" 2022, nr 1, s. 15-49. https://doi.org/10.48269/2451-0610-ksm-2022-1-001.

[32] R. K. Łukawski, *Nowoczesne technologie a modernizacja Sił Zbrojnych RP*, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe" 2017, nr 4 (46), s. 5-13.

rozwijanie nowoczesnych technologii obronnych stała się czynnikiem niezwykle istotnym z punktu widzenia skuteczności działań podejmowanych przez siły zbrojne na współczesnym oraz przyszłym polu walki. Nowe technologie, wdrażane do uzbrojenia i sprzętu wojskowego, w znacznym stopniu mogą zwiększać efektywność tych działań[33].

Od drugiej dekady XXI w. ukierunkowanie głównych wysiłków badawczo-rozwojowych powiązanych z potrzebami obronności i bezpieczeństwa państwa oraz finansowanych ze środków publicznych przebiegało dwutorowo. W Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego opracowany został „Krajowy Program Badań", w którym ujęto siedem obszarów badawczych, w jakich nowe badania powinny zostać podejmowane. Jednym z nich był obszar „bezpieczeństwo i obronność państwa"[34]. Wobec niedoboru środków niezbędnych na sfinansowanie wszystkich potrzeb naukowo-badawczych w dziedzinie obronności niezbędna stała się ich racjonalizacja. Elementem zapewniającym optymalizację wykorzystania dostępnych funduszy stała się priorytetyzacja badań oraz ukierunkowanie wysiłków naukowców na te obszary, które mają kluczowe znaczenie nie tylko z punktu widzenia potrzeb Sił Zbrojnych RP, ale swym zakresem wpisują się w obszary badawcze rozwijane w środowisku międzynarodowym[35]. Celowi temu służy cyklicznie opracowywany w MON dokument „Priorytetowe kierunki badań naukowych w resorcie obrony", który skupia wysiłki badaczy na obszarach najbardziej pożądanych w kontekście potrzeb obronnych. Wśród czynników zewnętrznych zwiększających rangę procesu rozwijania nowych technologii o znaczeniu obronnym w Polsce wskazywany był wzrastający poziom zaangażowania Sił Zbrojnych RP w misjach i operacjach międzynarodowych prowadzonych pod auspicjami Organizacji Narodów Zjednoczonych, NATO i Unii Europejskiej. Duże znaczenie ma również zwiększenie aktywności polskich ośrodków naukowych w NATO Science and Technology Organization oraz rosnące zaangażowanie polskich podmiotów w zwiększenie efektywności działania instytucji UE w obszarze badań i technologii obronnych.

Po 2010 r. ukazały się trzy edycje dokumentu, z których każda nawiązywała do technologii przełomowych. Jego ostatnia wersja z 2023 r. odnosi się do perspektywy czasowej

---

[33] M. M. Fryc, *Nowoczesne technologie kształtujące rozwój sił zbrojnych i ich operacyjne użycie do 2039 roku*, „Bezpieczeństwo Narodowe" 2023, nr 42(1), s. 165-192. https://doi.org/10.59800/bn/170903.

[34] Pozostałe obszary to: 1. nowe technologie w zakresie energetyki, 2. choroby cywilizacyjne, nowe leki oraz medycyna regeneracyjna, 3. zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne, 4. nowoczesne technologie materiałowe, 5. środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo, 6. społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków. *Krajowy Program Badań. Założenia polityki naukowo – technicznej i innowacyjnej* państwa- Załącznik do uchwały nr 164/2011 Rady Ministrów z dnia 16 sierpnia 2011 r.

[35] S. Mitkow, *Badania naukowe a bezpieczeństwo państwa*, „Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego" 2014, s. 213-226.

2021-2035[36]. W dokumencie tym jako priorytetowe zostało wskazanych 15 obszarów badawczych, z których większość wprost odnosi się do obszarów zidentyfikowanych w NATO i UE. Należą do nich: sztuczna inteligencja, autonomia i autonomizacja, analiza i przetwarzanie dużych zbiorów danych i zarządzania nimi, technologie kwantowe, technologie kosmiczne, hipersoniczne systemy rakietowe, biotechnologie i technologie wzmacniania możliwości ludzkiego organizmu, technologie materiałowe i wytwarzania, technologie systemów napędowych. Pozostałe obszary, w tym: źródła zasilania i technologie magazynowania energii, sensory, nowe systemy rażenia, technologie informacyjne i telekomunikacyjne, systemy symulacyjne, medyczne zabezpieczenia pola walki oraz przeciwdziałanie skutkom użycia broni masowego rażenia są pochodną potrzeb i planów modernizacyjnych polskiej armii. Głównym instrumentem, pozwalającym na realizację badań w tych obszarach jest program „Nowe technologie w obszarze bezpieczeństwa i obronności państwa" prowadzony przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W 2023 r. w ramach tego programu został ogłoszony konkurs pk. PERUN. Zakres tematyczny składanych wniosków wprost odnosi do „Priorytetowych kierunków badań naukowych w resorcie obrony". Najbardziej pożądane są inicjatywy rozwoju technologii powiązanych ze sztuczną inteligencją, autonomią i autonomizacją, inżynierią kwantową oraz technologiami kosmicznymi i materiałowymi. Wnioski o realizację badań i dofinasowanie projektów naukowych mieszczących się tych dziedzinach będą traktowane priorytetowo. Wyniki badań i uzyskane rozwiązania mają dawać możliwości nowych zastosowań w dziedzinach najbardziej oczekiwanych przez siły zbrojne, przemysł obronny i środowisko naukowe.

Przyjęty kierunek polityki naukowej, opierający się na podejmowaniu projektów i finansowaniu badań w obszarach nowych i przełomowych technologii, w tym również o znaczeniu obronnym przynosi pierwsze sukcesy. Są one efektem projektów wyłonionych w ramach poprzednich konkursów programu. Można do nich zaliczyć:

- opanowanie technologii budowy i kierowania rakiet suborbitalnych[37];
- opracowanie sprzętowego generatora liczb losowych, wykorzystującego zjawiska kwantowe[38];

[36] Decyzja Nr 2/DIn Ministra Obrony Narodowej z dnia 10 stycznia 2023 r. w sprawie wprowadzenia do użytku służbowego w resorcie obrony narodowej dokumentu pt. „Priorytetowe kierunki badań naukowych w resorcie obrony narodowej na latach 2021–2035".

[37] D.Sokołowski, M.Cichocki, *Lessons learned and the recent achievements of a three-stage suborbital rocket production*, „Safety & Defense" 2023, vol. 9, No 1, s. 47-57. https://doi.org/10.37105/sd.194.

[38] J. Meissner, *Technologie kwantowe a bezpieczeństwo państwa*, [w:] *Zagrożenia i wyzwania bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni*, M. Pomykała, I. Oleksiewicz (red.), Politechnika Rzeszowska 2024, s. 205-220.

– wykorzystanie technologii terahercowych w badaniach nieniszczących[39].

Osiągnięcia polskich naukowców nie należą jeszcze do przełomowych w skali globalnej, ale wypełniają inne cele – w wybranych dziedzinach zmniejszają dystans polskiej nauki do środowiska międzynarodowego, odpowiadają na zapotrzebowanie polskich sił zbrojnych i stwarzają podstawy do wdrażania technologii w polskim przemyśle, uniezależniając go od dostaw zagranicznych. Znaczenie rozwijania nowych i przełomowych technologii, w tym również w sektorze obronnym znalazło swoje odzwierciedlenie w „Rekomendacjach do Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej". Dokument przygotowany w BBN i przekazany stronie rządowej podkreśla, że stanowią one „dźwignię transformacji gospodarczej oraz narzędzia dystansowania konkurencji" [40].

PODSUMOWANIE

Nowe i przełomowe technologie odnoszą się do innowacyjnych rozwiązań, które mogą radykalnie zmienić sposób prowadzenia działań wojennych, reagowania na zagrożenia i podejście do problemów bezpieczeństwa. Wcześniejsze opanowanie nawet wybranych technologii i ich zastosowanie w sprzęcie wojskowym może zapewnić użytkownikom znaczącą przewagę. Z tego względu zagadnienia te są przedmiotem analiz wszystkich organizacji odpowiedzialnych za problemy obronności i bezpieczeństwa. Wobec dużej liczby technologii spełniających kryteria przełomowości oraz ograniczeń zasobowych uniemożliwiających jednoczesny i równomierny rozwój wszystkich, niezbędne stało się zidentyfikowanie tych technologii, które mają lub mogą mieć największe znaczenie dla utrzymania przewagi obronnej. W wyniku przeprowadzonych analiz, w NATO zostało zdefiniowanych 10 kluczowych obszarów, istotnych dla obronności, które w najbliższym czasie będą intensywnie rozwijane. Należą do nich m.in.: sztuczna inteligencja, analityka i przetwarzanie dużych zbiorów danych, robotyka i autonomizacja, źródła zasilania, technologie kosmiczne, hipersoniczne, kwantowe i materiałowe. Głównie na rozwój tych technologii będą kierowane wysiłki naukowców i środki finansowe w ramach sojuszniczej współpracy.

[39] M. Strąg, W. Świderski, *Non-destructive inspection of military-designated composite materials with the use of Terahertz imaging*, „Composite Structures" 2023, vol. 306, No. 116588. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116588.

[40] Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, *Rekomendacje do Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa, 4 lipca 2024 r., s. 13.

Rozwój przełomowych technologii istotnych dla zapewnienia bezpieczeństwa nie miał w UE tak wysokiej rangi. Badania naukowe nad ich zastosowaniem prowadzone były głównie pod kątem rynku cywilnego. W sferze bezpieczeństwa uwaga koncentrowana była na rozwoju europejskich zdolności obronnych, w których znaczenie technologii przełomowych nie było zbytnio doceniane. Delikatną zmianę podejścia można dostrzec od 2017 r., gdy utworzono szereg nowych narzędzi, służących głównie wzmacnianiu konkurencyjności i innowacyjności europejskiej bazy technologiczno-przemysłowej sektora obronnego.

Podejście do nowych i przełomowych technologii w NATO i UE mocno ukierunkowało politykę obronną i naukową w Polsce, szczególnie od początku drugiej dekady XXI w. Badania naukowe i prace rozwojowe stały się integralnym elementem procesu osiągania zdolności obronnych Sił Zbrojnych RP. Przyszły wysiłek badawczy został mocno ukierunkowany. Stanowisko takie znalazło odzwierciedlenie w zasadniczych dokumentach określających plany rozwoju zdolności. Przewidywane do rozwijania nowe i przełomowe technologie pokrywają się z kierunkami określonymi w NATO. W celu zapewnienia realizacji zamierzeń w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju ustanowiony został program „Nowe technologie w obszarze bezpieczeństwa i obronności państwa". Jego realizacja odbywa się w ramach cyklicznych konkursów na badania naukowe, z zapewnioną ciągłością finansowania i perspektywą kontynuacji. Taka polityka pozwoliła na uzyskanie wymiernych efektów. Są one widoczne w takich obszarach jak technologie rakietowe, kwantowe czy terahercowe. Badania i opanowanie nawet niewielkiego fragmentu nowych technologii niesie ze sobą wiele korzyści. Najistotniejsze z nich związane są z możliwościami zwiększenia zdolności obronnych polskiej armii, wynikające z ich wdrożenia w uzbrojeniu i sprzęcie wojskowym. Nie bez znaczenia pozostają kwestie kooperacyjne i przenikanie wyników do środowiska cywilnego, zwiększające konkurencyjność polskich przedsiębiorstw. Zmniejszenie dystansu polskiej nauki do renomowanych ośrodków zagranicznych umożliwia również szerszą współpracę międzynarodową.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCES LIST

PIŚMIENNICTWO

LITERATURE

Albrycht I., *Miejsce polski w ekosystemie innowacji technologicznych NATO*, „Bezpieczeństwo Narodowe" 2023, Nr 43, s. 81-107. https://doi.org/10.59800/bn/ 176739.

Brøgger T. E., A *'Europe of defence'? The establishment of binding commitments and supranational governance in European security and defence*, „Journal of European Integration" 2024, p. 1–20. https://doi.org/10.1080/07036337.2024.2379421.

Calcara A., *One Step Back, Two Steps Forward: the EU, NATO and Emerging and Disruptive Technologies*, „CSDS Policy brief", n° 2023/07 - https://www.brussels-school.be/sites/default/files/CSDS%20Policy%20brief_2307_0.pdf.

Chin W., Technology, *War and the State: Past, Present and Future*, „International Affairs" 2019, Vol. 95, No 4, p. 765–783. https://doi.org/10.1093/ia/iiz106.

Chmielewski M., *Technologie przełomowe w budowaniu odporności państwa, praca końcowa Podyplomowych Studiów Polityki Obronnej*, Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa 2022.

Chłoń T., *Dokąd zmierza NATO? Sojusz Północnoatlantycki, Europa i Polska w świetle decyzji szczytu NATO w Madrycie 29–30 czerwca 2022 r.*, „Krakowskie Studia Międzynarodowe" 2022, nr 1, s 15-49. https://doi.org/10.48269/2451-0610-ksm-2022-1-001.

Chojnowski L., Banasik M., *Koncepcja Strategiczna NATO 2022. Koncepcja przełomu czy kontynuacji?*, „Colloquium" 2023, Nr 3(51), s.189-204. http://doi.org/10.34813/33coll2023.

Csernatoni R., Martins B.O., *Disruptive Technologies for Security and Defence: Temporality, Performativity and Imagination*, „Geopolitics" 2023, vol. 29(3), s. 849–872. https://doi.org/10.1080/14650045.2023.2224235.

Doicariu D., *Emerging and disruptive technology trends in defense and security*, „Journal of.Defense Resource Management" 2023, Vol.14, Issue 2, p.33-44.

Domecq J., *Coherence and focus on capability priorities: why EDA's role in CARD*, PESCO and EDF matters. Real Instituto Elcano, ARI 2018, No 54.

Farinha J., Vesnic Alujevic L., Alvarenga A., Polvora A., *Everybody is looking into the future! – A literature review of reports on emerging technologies and disruptive innovation*, European Commission: Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxemburg 2023, https://data.europa.eu/doi/10.2760/144730.

Fryc M. M., *Nowoczesne technologie kształtujące rozwój sił zbrojnych i ich operacyjne użycie do 2039 roku*, „Bezpieczeństwo Narodowe" 2023, nr 42(1), s. 165-192. https://doi.org/10.59800/bn/170903.

Haroche P., *Supranationalism strikes back: a neofunctionalist account of the European Defence Fund*, „Journal of European Public Policy" 2019, vol. 27(6), 853–872. https://doi.org/10.1080/13501763.2019.1609570

Ilinca D., *Disruptive Technologies in the Context of European Defence Cooperation, Romanian Military Thinking*, International Scientific Conference Proceedings, Bucharest 2022, p. 204-221. https://doi.org/10.55535/RMT.2022.4.12.

Ince A.N., *NATO's Science Programme and the Committee on the Challenges of Modern Society - International Collaboration in Technoscience*, „Journal of International Affairs" 1999, vol. IV, No 1.

Lele A., *Disruptive Technologies for the Militaries and Security*, Springer 2019.

Łukawski R. K., *Nowoczesne technologie a modernizacja Sił Zbrojnych RP*, „Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe" 2017, nr 4 (46), s. 5-13.

Matyushok V., Krasavina V., Berezin A., Sendra García J., *The global economy in technological transformation conditions: A review of modern trends*, „Economic Research" 2021, No 34:1, p. 1471-1497, https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1844030.

Mazurek K., *Europejska ofensywa w obszarze obronności – EDF, PESCO i CARD*. Program Bezpieczeństwo i Obronność, Fundacja im. Kazimierza Pułaskiego, Warszawa 2018, s. 7 - https://pulaski.pl/wp-content/uploads/2023/06/European_offensive_in_defense_sphere_EEDF_PESCO_and_CARD_PL.pdf.

Meissner J., *Technologie kwantowe a bezpieczeństwo państwa*, [w:] Zagrożenia i wyzwania bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni, M. Pomykała, I. Oleksiewicz (red.), Politechnika Rzeszowska 2024, s. 205-220

Miszczak K., *„Strategiczny kompas" Unii Europejskiej. Większe bezpieczeństwo i skuteczniejsza obrona Unii Europejskiej – plan działań do 2030 r.*, „Politeja" 2024, Nr 1(88/1), s. 139-156. https://doi.org/10.12797/Politeja.20.2024.88.1.09.

Mitkow S., *Badania naukowe a bezpieczeństwo państwa*, „Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego" 2014, s. 213-226.

Paoli G.P., Grand-Clément S., *Technology, economy and war: the disruptive force of AI*, [w:] Research Handbook on Warfare and Artificial Intelligence, R. Geiß, H. Lahman (edit.), Edward Elgar Publishing, 2024, s. 28-54. https://doi.org/10.4337/9781800377400.00008.

Reding D.F., Lucia De A., Blanco A. M., Regan L. A., Bayliss D., *Science & Technology Trends 2023-2043 Across the Physical, Biological, and Information Domains*, Vol. 1: Overview, NATO Science & Technology Organization 2023.

Reding D.F., Lucia De A., Blanco A. M., Regan L. A., Bayliss D., *Science & Technology Trends 2023-2043 Across the Physical, Biological, and Information Domains*, Vol. 2: Analysis, NATO Science & Technology Organization 2023.

Reding D.F., Eaton J., *Science and Technology Trends 2020-2040: Exploring the S&T Edge, Brussels*, NATO Science and Technology Organization, Mar. 2020.

Sokołowski D., Cichocki M., *Lessons learned and the recent achievements of a three-stage suborbital rocket production*, „Safety & Defense" 2023, vol. 9, No 1, s. 47-57. https://doi.org/10.37105/sd.194.

Strąg M., Świderski W., *Non-destructive inspection of military-designated composite materials with the use of Terahertz imaging*, „Composite Structures" 2023, vol. 306, No. 116588. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116588.

Terlikowski M., *Wspólna Polityka Bezpieczeństwa i Obrony: PESCO i EDF, czyli wreszcie przełom?*, „Rocznik Strategiczny" 2017/2018, s. 62-88. https://doi.org/10.7366/2300265420172303.

ŹRÓDŁA

SOURCES

Action Plan on synergies between civil, defence and space industries - https://www.eesc.europa.eu/pl/our-work/opinions-information-reports/opinions/action-plan-synergies-between-civil-defence-and-space-industries.

Albrycht I., Angelova G., Bellier B., Bonefeld-Dahl C., Chana D., Frincke D., Guerrero H., Khorasani K., Mattingley-Scott M., Noorma M., Seres S., Volpi A., *NATO Advisory Group on Emerging and Disruptive Technologies. Annual Report 2021*, Brussels 2022, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/7/pdf/220715-EDT-adv-grp-annual-report-2021.pdf.

Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Rekomendacje do Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa, 4 lipca 2024 r.

Decyzja Nr 2/DIn Ministra Obrony Narodowej z dnia 10 stycznia 2023 r. w sprawie wprowadzenia do użytku służbowego w resorcie obrony narodowej dokumentu pt. „Priorytetowe kierunki badań naukowych w resorcie obrony narodowej na latach 2021–2035".

Krajowy Program Badań. Założenia polityki naukowo – technicznej i innowacyjnej państwa- Załącznik do uchwały nr 164/2011 Rady Ministrów z dnia 16 sierpnia 2011 r.

NATO 2022 Strategic Concept, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/290622-strategic-concept.pdf.
NATO's innovation accelerator becomes operational and launches first challenges - https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_215792.htm- 19.06.2023.
NATO. Report of the Committee of Three. NATO. Dec. 1956, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_65237.html.
NATO. Brussels Summit Communiqué issued by NATO Heads of State and Government. NATO. June 14, 2021.
The 2023 EU Capability Development Plan Priorities. To be ready, EDA, Brussels 2023 - https://eda.europa.eu/docs/default-source/brochures/qu-03-23-421-en-n-web.pdf.
Strona internetowa: https://www.diana.nato.int.

OPEN ACCESS

Copyright (c) 2024 Paweł Sweklej, Andrzej Seń, Mieczysław Szlachta, Witold Jagiełło.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.