

ANETA NOWAKOWSKA-KRYSTMAN *

Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa, Polska

KRZYSZTOF CHMIELARCZYK *

Polska Grupa Zbrojeniowa, Warszawa, Polska

PAWEŁ OWCZARCZYK *



Akademia Sztuki Wojennej, Warszawa, Polska

AGREGATY ROZWOJU I WYKORZYSTANIA ENERGII NA POLU WALKI

DEVELOPMENT AND ENERGY USE GENERATORS ON THE BATTLEFIELD

ABSTRAKT: Armia stale rozwija zdolności na polu walki we wszystkich domenach i w wielu aspektach. Dotyczy to również kwestii Energii Pola Walki (EPW, ang. *battlefield energy*) – obszaru wielodomenowego, ściśle powiązanego z logistyką i funkcjonowaniem sprzętu. Wiele krajów intensywnie angażuje się w rozwój i produkcję różnorodnego sprzętu wojskowego napędzanego energią elektryczną, od wyposażenia indywidualnego po pojazdy, statki powietrzne czy jednostki dla Marynarki Wojennej. Najnowsze osiągnięcia naukowe dotyczące technologii powiązanej z energią umożliwiają znaczne wydłużenie efektywności i czasu działania nie tylko sensorów, podzespołów, ale i całych systemów uzbrojenia. Energia na polu walki zabiera nowego znaczenia strategicznego i jest jednym z elementów rozwoju domeny cichej, wyposażenia i sprzętu o znacznie obniżonej



* **dr hab. Aneta Nowakowska-Krystman**, Faculty of Management and Command, War Studies University, Warsaw, Poland

 <https://orcid.org/0000-0001-7247-3243>  a.krystman@akademia.mil.pl

* **mgr Krzysztof Chmielarczyk**, Polska Grupa Zbrojeniowa, Warsaw, Poland

 krzysztof.chmielarczyk@pgzsa.pl

* **mgr Paweł Owczarczyk**, War Studies University, Warsaw, Poland

 <https://orcid.org/0000-0001-9043-6614>  Pawel.Owczarczyk@gmail.com

Copyright (c) 2023 Aneta Nowakowska-Krystman & Krzysztof Chmielarczyk & Paweł Owczarczyk. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

sygnaturze akustycznej. Rozwój EPW wpisuje się także w działania związane z redukcją emisji CO² i zmniejszaniem zależności od paliw kopalnych. Zmiany w EPW są wynikiem oddziaływań płynących z wielu obszarów: prawnych, politycznych, technologicznych, ekonomicznych czy militarnych. Celem artykułu jest określenie kluczowych determinantów otoczenia wpływających na rozwój i wykorzystanie EPW. Do ich opisanie wykorzystano odmianę metody analizy otoczenia PEST (ang. *Political, Economic, Social, Technological*) – PLMTE (ang. *Political, Legal, Military, Technological, Economic*).

SŁOWA KLUCZOWE: trendy, energia pola walki, ciągłość działania

ABSTRACT: The Army is constantly developing battlefield capabilities in all domains and in many aspects. This includes the issue of battlefield energy, a multi-domain area closely linked to logistics and equipment operation. Many countries are intensively involved in the development and production of a variety of military equipment powered by electricity, from individual equipment to vehicles, aircraft or units for the Navy. The latest scientific advances in energy-related technology make it possible to significantly extend the efficiency and operating time of not only sensors, components, but also entire weapons systems. Energy on the battlefield is taking on a new strategic importance and is one of the elements in the development of the silent domain, equipment and hardware with a significantly reduced acoustic signature. The development of battlefield energy is also part of efforts to cut CO₂ emissions and reduce dependence on fossil fuels. Changes in battlefield energy are the result of influences coming from many areas: legal, political, technological, economic or military. The purpose of this article is to identify the key determinants of the environment affecting the development and use of battlefield energy. A variation of the PEST (*Political, Economic, Social, Technological*) - PLMTE (*Political, Legal, Military, Technological, Economic*) environment analysis method was used to describe them.

KEYWORDS: trends, battlefield energy, business continuity

WPROWADZENIE

Kontekst, w którym działa obecna armia, staje się coraz bardziej dynamiczny, złożony i szybko się zmienia. Nieustanna dynamika otoczenia, zagrożenia i konflikty a także zmieniająca się siła ognia potencjalnie wrogiego wobec nas kraju powodują ciągłą potrzebę rozwoju technologicznego, poszukiwania przewagi technologicznej dla modernizowanej, będącej w niezmiennym procesie unowocześniania armii. Pociąga to za sobą rozwijanie się nie tylko jednego obszaru czy domeny, ale wpływa na stałe udoskonalanie sprzętu oraz poszukiwanie innowacyjnych rozwiązań przeciwdziałających we wszystkich domenach wojska, ochronie infrastruktury czy szeroko rozumianej obronności kraju. Zmiany technologiczne dzieją się we wszystkich obszarach przemysłu, którego rozwiązania cywilne i wojskowe coraz częściej się

mieszają i uzupełniają. Powszechna informatyzacja i digitalizacja, zaawansowana sensoryka dotyczy w różnym stopniu, ale już wszystkich obszarów uzbrojenia, co powoduje rosnące zapotrzebowanie na zasilanie w energię elektryczną. Współczesna armia rozwija kluczowe dla niej obszary badawcze i eksperymentalne, takie jak ¹:

- sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe,
- robotyka i systemy autonomiczne,
- czujniki sieciowe i efekторы,
- elektryfikacja pola bitwy,
- nowatorska broń przyszłości.

Energia pola walki (ang. *Battlefield Energy*) to pojęcie, które odnosi się do energii potrzebnej do prowadzenia działań bojowych. Oznacza to, że obejmuje ona zarówno energie potrzebne do napędu pojazdów bojowych, jak i do zasilania sprzętu elektronicznego, uzbrojenia, itp. Energia pola walki jest kluczowym czynnikiem dla skutecznego działania sił zbrojnych, ponieważ pozwala im na przemieszczanie się, komunikację, wykonywanie zadań bojowych i utrzymanie siły ognia. Dlatego też jest ona ważnym elementem planowania i prowadzenia operacji wojskowych. W ostatnich latach, wzrastające zapotrzebowanie na energię pola walki oraz rosnąca potrzeba redukcji emisji CO² i innych szkodliwych substancji, skłoniły rządy, wojsko oraz przemysł do poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych. Alternatywne źródła energii, takie jak ogniwa paliwowe, ogniwa wodorowe, czy panele słoneczne, są obecnie intensywnie badane i rozwijane jako rozwiązania dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego dla sił zbrojnych. Energia pola walki dotyczy następujących kluczowych obszarów: wytwarzania, magazynowania, dystrybucji energii oraz nią zarządzania².

Dowodem na konieczność podjęcia działań, w zakresie EPW jest powołanie komórki Centrum Doskonałości Bezpieczeństwa Energetycznego NATO w Wilnie na Litwie, utworzonej 10 lipca i akredytowanej 12 października 2012 roku. NATO Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE) działa obecnie jako powszechnie uznana międzynarodowa organizacja wojskowa, której celem jest zapewnienie wykwalifikowanego i odpowiedniego doradztwa eksperckiego w

¹ *This British Army Approach to Battlefield Electrification*. UK Ministry of Defence (MOD). Army HQ. UK. 09.2021. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>, (dostęp: 29.01.2023).

² *BATTLEFIELD ELECTRIFICATION - The British Army*. May 2022. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf> (dostęp: 11.02.2023)

kwestiach związanych z operacyjnym bezpieczeństwem energetycznym. W jednym z jej raportów ENSEC COE zwrócono uwagę na takie aspekty jak niezawodność i elastyczność źródeł wytwarzania energii niezbędne do zwiększania wydajności operacyjnej wojska, a także optymalizację wykorzystania i zarządzania zasobami energetycznymi³.

Na podstawie analizy wykazu norm obronnych i podręczników normalizacji obronnej⁴ można założyć, iż obecnie w polskim wojskowym systemie normalizacyjnym, wciąż jest przestrzeń, aby móc właściwie zdefiniować jednolite podejścia do zagadnień tematycznych związanych z kompleksowym zarządzaniem EPW. Z uwagi na brak całościowego rozwiązania tego problemu badawczego, zespół redakcyjny zbudował główną hipotezę, według której przyjęto, iż obszar zarządzania EPW będzie wymagał w przyszłości zmian i standaryzacji. Jako hipotezę szczegółową przyjęto, iż do zdefiniowania zagadnienia obszaru EPW koniecznym jest zbadanie czynników otoczenia zewnętrznego, które obecnie warunkują rozwój tego sektora rynku.

Jako problemy badawcze zdefiniowany został zestaw następujących szczegółowych pytań problemowych:

- Jakie trendy określają rozwój EPW?
- Jakie rodzaje otoczenia warunkują rozwój i wykorzystanie EPW?
- Jakie agregaty występują w wyodrębnionych obszarach rozwoju i wykorzystania EPW?

Celem artykułu jest więc określenie kluczowych agregatów otoczenia wpływających na rozwój i wykorzystanie EPW. Do ich opisania wykorzystano metodę analizy makrotoczenia – PEST (ang. *Political, Economic, Social, Technological*). Dla potrzeb opracowania zmodyfikowano zakres obszarowy analizy do aspektów PLMTE (ang. *Political, Legal, Military, Technological, Economic*). Analizę przeprowadzono w oparciu o literaturę przedmiotu, monografie, artykuły, raporty. Do opracowania czynników poddanych analizie posłużyła literatura opracowana w

³ ENSEC COE. *Phase 1 Report. Performance Analysis of Hybrid Power Generation and Management System (HPGS)*. October 2018. <https://enseccoe.org/data/public/uploads/2019/03/phase-1-report-hpgs-performance-analysis.pdf>, (dostęp: 11.02.2023)

⁴ Wojskowe Centrum Normalizacji, Jakości i Kodyfikacji, *Wykaz Norm Obronnych (NO) i podręczników normalizacji obronnej (PDNO)*, https://wcnjik.wp.mil.pl/u/Wykaz_NO_i_PDNO_2022_040222_serwer.xls (dostęp: 30.11.2022)

latach 2006 – 2022. W 2006 roku opublikowano bowiem pierwsze, znaczące artykuły z zakresu EPW^{5,6}. Nie oznacza to, że problem ten nie był podejmowany wcześniej^{7,8}.

DLACZEGO POTRZEBNE JEST KOMPLEKSOWE ZARZĄDZANIE ROZWOJEM

I WYKORZYSTANIEM EPW?

Inwazja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę przyniosła zmianę sposobu wykorzystania nowoczesnych technologii, które do tej pory były głównie kojarzone z cywilnymi systemami, obecnie zaś stanowią podstawę sprawnego działania nowoczesnych armii⁹. Rozwój nowych technologii – zarówno cywilnych, jak i wojskowych – sprawia, że istotnie wzrasta wykorzystanie bezałogowych i autonomicznych systemów, zautomatyzowanych i zrobotyzowanych platform uzbrojenia, także systemów broni precyzyjnego rażenia na dalekie odległości, w tym raket balistycznych i manewrujących¹⁰.

Dostawy nowoczesnej broni na Ukrainę, takie jak wyrzutnie NLAW (ang. *Next generation Light Anti-tank Weapon*)¹¹, pociski Javelin czy wreszcie przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe Piorun¹² oraz dostęp do amerykańskich oraz tureckich dronów uderzeniowych, pozwoliły, na stawienie silnego oporu, którego nie spodziewał się Rosyjski agresor. Nie bez znaczenia dla prowadzonych działań militarnych jest także udostępnienie danych satelitarnych, pozwalających na obrazowanie pola walki, do których Ukraina dotychczas dostępu nie miała. Przekazanie ukraińskiej armii zestawów satelitarnych Starlink, pozwoliły na zbudowanie wydajnych systemów łączności. Wreszcie wykorzystanie systemu GIS ARTA (ang. *Geographic*

⁵ E.C. Shaffer, D.D. Massie, J.B. Cross, *Power And Energy Architecture For Army Advanced Energy Initiative*. Army Research Laboratory Adelphi, Maryland 20783. 01 NOV 2006. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA481011.pdf>, (dostęp: 29.01.2023).

⁶ P. Schihl, *Power & Energy from an Army Ground Vehicle Perspective*. U.S. Army Research, Development and Engineering Command. 2010 Department of Energy Annual Merit Review. 8 June 2010. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f11/pln003_schihl_tardec_2010_o.pdf, (dostęp: 29.01.2023).

⁷ Wojskowa Inspekcja Gospodarki Energetycznej, *Zadania Biura WIGE zgodnie z Prawem energetycznym* 10.04.1997. <https://wige.wp.mil.pl/pl/pages/zadania-2017-01-16-4/>, (dostęp: 18.01.2023)

⁸ N. Tesla, *Problem Zwiększenia Energii Ludzkości Ze Szczególnym Uwzględnieniem Energii Słonecznej*, *Century Magazine* 1900, s. 127.

⁹ M. Fraser, *Cyberdefence24*. <https://cyberdefence24.pl/technologie/cybermagazyn-jak-nowe-technologie-wspomagaja-obrone-cywilna-w-kijowie>, (dostęp: 30.11.2022)

¹⁰ B. Edwin, P. Buras, *Polska wobec wojny, Polska w świecie po wojnie. Zadania na nowy czas*. Fundacja im. Stefana Batorego, Warszawa 2022, s.5.

¹¹ *Next generation Light Anti-tank Weapon*, <https://www.saab.com/products/nlaw> (dostęp: 29.01.2023).

¹² *Polskie uzbrojenie w obronie Ukrainy*, *Defence24*, <https://defence24.pl/przemysl/polskie-uzbrojenie-w-obronie-ukrainy-analiza> (dostęp: 01.12.2022)

Information System Art for Artillery)¹³ zapewniającego efektywne wsparcie dla artylerii dobitnie pokazują jak ogromnego znaczenia nabierają nowoczesne technologie na współczesny teatr działań wojennych¹⁴.

W obecnie prowadzonych działaniach wojskowych, charakteryzowanych przez stałe wykorzystanie nowoczesnych technologii informatycznych, osłabienie potencjału sił zbrojnych może zatem być powodowane brakiem zdolności do zapewnienia ciągłości działania systemów informatycznych w oparciu, o które zbudowane są nowoczesne systemy wsparcia dowodzenia łączności, obrazowania czy wymiany informacji.

Wykorzystanie systemów satelitarnych na polu walki jest bardzo ważne, ponieważ pozwala na bieżące monitorowanie sytuacji oraz umożliwia współdziałanie z innymi jednostkami. Satelity pozwalają na szybkie i dokładne uzyskiwanie informacji o położeniu i ruchach wroga oraz umożliwiają koordynację działań wojskowych. Systemy te także umożliwiają zbieranie danych meteorologicznych, co jest szczególnie ważne w sytuacjach, w których warunki pogodowe mogą mieć istotny wpływ na prowadzenie działań wojskowych. W konsekwencji wykorzystywanie systemów satelitarnych na polu walki może przyczynić się do skuteczniejszego i bardziej efektywnego prowadzenia operacji wojskowych.

Skuteczność oraz niezawodność systemów i urządzeń SpW (Sprzęt Wojskowy) zależy więc od zdolności do zarządzania, zapewniania ciągłości i stabilności dostarczania energii elektrycznej na współczesnym polu walki. Sytuacje związane z brakiem zasilania energii elektrycznej mogą powodować dysfunkcję całego szeregu urządzeń. Nie mniej istotne dla wysoko wrażliwych wojskowych systemów ICT (ang. *Information and Communications Technology*) stają się parametry z jakimi energia elektryczna jest dostarczana do odbiorników końcowych.

Powyżej opisane zagadnienia stają się szczególnie istotne, z uwagi na to, iż w działaniach wojskowych konieczne jest zachowanie wysokiej mobilności SpW oraz zapewnienie ciągłości jego działania w zróżnicowanych warunkach środowiskowych. Sprzęt taki przewidywany jest do pracy w długich okresach (wiele lat) w skrajnie niekorzystnych warunkach otoczenia, narażonych na ekstremalne temperatury (w tym jej zmiany), wysoką wilgotność czy zanieczyszczenia powietrza.

¹³ *Geographic Information System Art for Artillery*, <https://themoloch.com/conflict/uber-for-artillery-what-is-ukraines-gis-arta-system/> (dostęp: 29.01.2023).

¹⁴ K.S. Markovych, *Gis for the armed forces of Ukraine, Two components of victory*. Scientific Collection "Interconf" No 117, s. 348,

SpW zasilany jest obecnie z mobilnych, polowych zespołów prądotwórczych z silnikami spalinowymi¹⁵, a same odbiorniki energii, jak również sieci przesyłowe stanowią mobilny sprzęt energetyczny w wykonaniu polowym¹⁶.

Wspomniana już wcześniej konieczność zachowania wysokiej mobilności jednostek SZ RP, nierozdzielnie wiąże się z koniecznością uwzględnienia i zapewnienia zasobów - sił i środków gwarantujących również elektromobilność SpW. Elektromobilność na rynku cywilnym to ogromna i wciąż rosnąca, podlegająca próbom standaryzacji gałąź gospodarki, w której mieści się już nie tylko produkcja elektrycznych pojazdów¹⁷. To również wydobywanie surowców, a także modernizacja i rozwój infrastruktury energetycznej, a więc cały współzależny ekosystem. Myśląc o tym sektorze rynku niezbędnym jest, aby brać także pod uwagę recykling ogniw zasilających, pozwalający na realne wdrożenie zasad gospodarki cyrkularnej. Wszystkie powyżej przytoczone zagadnienia stanowią wspólnie integralne elementy definiowane pod pojęciem elektromobilność. Rozwój tego obszaru technologii stanowił będzie odpowiedź na największe kłopoty komunikacyjne współczesnych społeczeństw takich jak redukcja hałasu, łatwość przemieszczania się, rozwiązanie problemu zatłoczonych aglomeracji, smogu i rosnącej ilości gazów cieplarnianych w atmosferze¹⁸.

Jak wyróżnia M. Szczepaniak w swojej publikacji dotyczącej zespołów prądotwórczych¹⁹, elementami wojskowego, polowego systemu zasilania elektroenergetycznego niezbędnego do zapewnienia ciągłości działania SpW są w szczególności:

- urządzenia zasilające (źródła energii) – np. zespoły prądotwórcze lub polowe stacje zasilania, oraz w myśl obecnych trendów rynkowych wszelkie nowoczesne i wysoko oszczędne banki energii,

¹⁵ Wojskowe Centrum Normalizacji i Kodyfikacji, *NO-61-A208:2021 Zespoły prądotwórcze z silnikami spalinowymi – Wymagania ogólne i metody badań.*, <https://wcnjik.wp.mil.pl/pl/articles6-aktualnosci/2-posiedzenie-komitetu-technicznego-nr-176-ds-techniki-wojskowej-i-zaopatrzenia/>, (dostęp: 11.02.2023)

¹⁶ M. Szczepaniak, *Zasilanie odbiorników wojskowych...*, Elektro.info 12/2019, <https://www.elektro.info.pl/arttykul/systemy-gwarantowanego-zasilania/70892,badanie-wymagan-technicznych-stawianych-zespolom-pradotworczym-pradu-przemiennego-z-silnikami-spalinowymi>, (dostęp 30.11.2022)

¹⁷ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o Elektromobilności i paliwach alternatywnych. Dz.U. 2018 poz. 317. Zmiany opublikowane w Dz.U.2022.1083

¹⁸ *Elektromobilność w Polsce, Inwestycje, trendy, zatrudnienie*, Polska Agencja Inwestycji Handlu, Raport 2021.

¹⁹ M. Szczepaniak, *Badanie wymagań technicznych stawianych zespołom prądotwórczym prądu przemiennego z silnikami spalinowymi...*, Elektro.info 1-2/2018, <https://www.elektro.info.pl/arttykul/systemy-gwarantowanego-zasilania/70892,badanie-wymagan-technicznych-stawianych-zespolom-pradotworczym-pradu-przemiennego-z-silnikami-spalinowymi> (dostęp 30.11.2022).

- sieci przesyłowe – są nimi np. przedłużacze i rozdzielnice oraz wyposażenie polowych sieci przesyłowych i zestawów do rozbudowy linii energetycznych.

Każdy z elementów wojskowego systemu zasilania elektroenergetycznego (urządzenia zasilające, odbiorcze lub sieci przesyłowe) jest zbudowany na bazie znormalizowanych układów sieciowych i musi być ze sobą kompatybilny²⁰.

Intensywny rozwój nowoczesnych systemów informatycznych wymagał będzie również zintegrowania systemów wytwarzania, magazynowania i odbioru energii w celu zwiększenia efektywności energetycznej. Modułowe magazyny energii instalowane np. w mobilnych kontenerach ISO, pozwolą na zwiększenie dostosowanych do danego zadania. Wraz z postępem technologicznym na rynku cywilnym w dziedzinie zasilania, przesyłania, mobilności i magazynowania energii elektrycznej postępować będzie również rozwój tej technologii w dziedzinie zapewniania zasilania energetycznego SpW²¹.

Systemy magazynowania energii wykorzystywano przede wszystkim do tej pory w celu redukcji kosztów, poprawy niezawodności sieci elektroenergetycznej czy poprawy jakości (parametrów zasilania) energii. Magazynowanie energii w nowoczesnej energetyce staje się jednak jedną z kluczowych technologii, która stanowić będzie wkrótce jeden z determinantów jej dalszego rozwoju²².

Obecnie coraz częściej można również zaobserwować nowe, światowe trendy w zakresie rozwoju technologii cyberbezpieczeństwa, rozwijanie zabezpieczeń przed atakami i zapewnianie ciągłości działania w przypadku incydentów cybernetycznych, czy technologie kwantowe zakładające badanie możliwości wykorzystania w wojskowych operacjach, takich jak kryptografia i lokalizacja. Rozwój nanotechnologii w obszarze nowych materiałów, broni i systemów obrony jak również, możliwości wykorzystania biotechnologii do poprawy zdrowia i

²⁰ Ibidem.

²¹ B. Sorczyński, J. Szkutnik, *Wpływ magazynów energii elektrycznej na pracę sektora energetycznego*, Rynek Energii, kwiecień 2016, s. 6.

²² A. Chmielewski, J. Kupecki, Ł. Szablowski, K.J. Fijałkowski, J. Zawieska, K. Bogodziński, *Dostępne i przyszłe formy magazynowania energii*, Fundacji WWF Polska, Warszawa 2020.

wydajności żołnierzy oraz rozwoju broni biologicznej będą powodowały konieczność równoległego rozwoju technik i praktyk w dziedzinie EPW^{23,24}.

W ostatnich latach na całym świecie coraz więcej uwagi poświęca się kwestii ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju, co dotyczy również sektora obronnego. Coraz częściej można zaobserwować powstające inicjatywy, których celem jest zmniejszenie negatywnego wpływu działalności wojskowej na środowisko i zwiększenie zrównoważonego zaopatrzenia w energię elektryczną na polu walki. Jednym z trendów jest wprowadzanie alternatywnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna i wiatrowa, które są mniej uciążliwe dla środowiska i pozwalają na redukcję zależności od konwencjonalnych źródeł energii, takich jak benzyna i diesel.

Dobrym przykładem obrazującym trudności związane ze zużyciem paliw płynnych na polu walki są badania przeprowadzone przez RDECOM Power and Energy Integrated Product Team²⁵. Zespół w składzie Shaffer, Massie oraz Cross dokonał analizy na podstawie danych U.S. Army Research Laboratory wykorzystania i estymacji zużycia paliwa przez wojsko w przeliczeniu na pojedynczego żołnierza na przestrzeni poszczególnych lat.

Analiza wykorzystania paliwa przez wojsko jest istotnym narzędziem w zarządzaniu zasobami i zapewnianiem efektywnego wykorzystania paliwa w warunkach pola walki. Celem analizy jest określenie, jakie jednostki i jakie sprzęty wojskowe najbardziej konsumują paliwo, aby można było wprowadzać dostosowania i usprawnienia, aby ograniczyć zużycie i zapewnić bardziej efektywne wykorzystanie zasobów.

Wyniki przeprowadzanych badań wraz z prognozą zużycia paliwa do roku 2060 zostały przedstawione zostały na Rysunku 1.

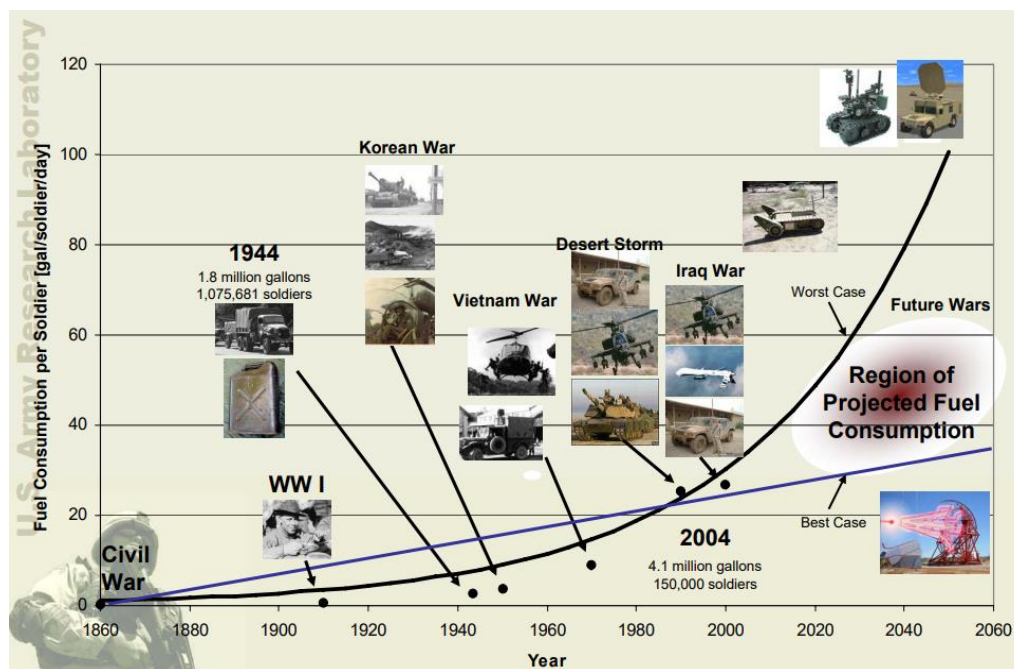
²³ *10 trends for the future of warfare* - The World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/11/the-4th-industrial-revolution-and-international-security/>, (dostęp: 29.01.2023).

²⁴ *Technological Innovation For Future Warfare*, <https://www.nato-pa.int/document/2022-future-warfare-report-fridbertsson-025-stctts> <https://www.nato-pa.int/download-file?filename=/sites/default/files/2022-11/025%20STCTTS%2022%20E%20rev.1%20fin%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20WARFARE%20-%20FRIDBERTSSON%20REPORT.pdf>, (dostęp: 29.01.2023).

²⁵ *Power and energy architecture for army advanced energy initiative*, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA481011.pdf>, (dostęp: 29.01.2023).

Rysunek 1.

Zużycie paliwa w przeliczeniu na żołnierza na przestrzeni lat



Źródło: *Power and energy architecture for army advanced energy initiative*, Communications-Electronics Research, Development and Engineering Center Fort Belvoir, Virginia 22060, s. 5.

Jak widać na przykładzie powyżej opisanych badań wykorzystanie paliw płynnych przez wojskowe struktury militarne, a co z tym związane wzrost zanieczyszczenia środowiska oraz trudności logistycznie w dostawach do rejonów, w których toczą się walki będą stanowiły ogromne wyzwanie na przestrzeni kolejnych lat.

Innym trendem jest rozwijanie technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii do zasilania systemów elektronicznych na polu walki, takich jak bezpieczne, bez gazowe i bez emisyjne zasilanie z akumulatorów i paneli słonecznych. Ponadto, wojskowi specjaliści coraz częściej koncentrują się na optymalizacji wykorzystania energii elektrycznej, w celu zwiększenia jej wydajności i efektywności. To prowadzi do rozwijania technologii, takich jak inteligentne systemy zarządzania energią, które umożliwiają bardziej efektywne wykorzystanie dostępnej energii elektrycznej i ograniczenie jej strat. Konieczność zmian działania armii w dziedzinie zasilania energetycznego wynika zatem z potrzeby kompleksowego wdrażania działań na rzecz ochrony środowiska naturalnego.²⁶ Wydaje się, że w ich realizacji niezbędna jest odpowiednie zarządzanie EPW.

²⁶ *Army Net Zero*, <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/62946.pdf> (dostęp: 29.01.2023).

Według najnowszych trendów proces zarządzania EPW opierać się będzie ma na czterech kluczowych założeniach²⁷:

- zwiększenie przewagi operacyjnej,
- zmniejszenie potrzeb logistycznych,
- zwiększenie wydajności,
- zmniejszenie emisji dwutlenku węgla.

Zmniejszenie potrzeb logistycznych należy tłumaczyć koniecznością zmniejszenia zależności od zaopatrzenia zmniejszy to bowiem ryzyko wrażliwych linii komunikacyjnych, poprawi niezawodność platformy i zmniejszy zużycie paliwa.²⁸ Tradycyjne zamówienia doprowadziły do powstania ponad 400 udokumentowanych typów systemów wytwarzania energii w eksploatacji. Jest to nieefektywne i niezrównoważone. W celu zwiększenia wydajności koniecznym staje się uproszczenie.²⁹ Ponadto armia jest współodpowiedzialna za zrównoważony rozwój państwa, w związku z tym musi być on brany pod uwagę w sposobie budowania przez armię nowych wymagań operacyjnych³⁰.

Na podstawie dotychczas przeprowadzonej analizy literatury można stwierdzić, iż skuteczne zarządzanie energią elektryczną jest kluczowym elementem pozwalającym zapewnić przewagę na współczesnym polu walki. EPW zapewnia funkcjonowanie wielu istotnych urządzeń, takich jak elektroniczne systemy uzbrojenia, systemy komunikacji, systemy informatyczne i satelitarne. Dostawy energii elektrycznej są krytyczne dla utrzymania ciągłości działania tych systemów i mogą stanowić ważny cel ataku dla wroga. W wyniku tego, w wojskach na całym świecie powstają inicjatywy mające celu ulepszenia systemów zaopatrzenia w energię elektryczną tak aby możliwym było zapewnienie jej ciągłości działania, ciągłości dostaw. Zwiększenie zasilania przyszłego środowiska operacyjnego jest więc wynikiem coraz bardziej

²⁷ *Army sparks up 'electrifying' plan for future battlefields.* Army MOD UK. Innovation.03 MAY 2022 <https://www.army.mod.uk/news-and-events/news/2022/05/army-sparks-up-electrifying-plan-for-future-battlefields/>, (dostęp: 29.01.2023).

²⁸ D. Lafontaine, *Army researches vehicle grid for resilient battlefield power.*, DEVCOM C5ISR Center Public Affairs May 17, 2021, https://www.army.mil/article/246348/army_researches_vehicle_grid_for_resilient_battlefield_power, (dostęp: 9.02.2023)

²⁹ J. GILL, *As Army begins electrification push, C5ISR office aims to smooth bumps in the road.* Breaking Defense. October 28, 2022, <https://breakingdefense.com/2022/10/as-army-begins-electrification-push-c5isr-office-aims-to-smooth-bumps-in-the-road/>, (dostęp: 9.02.2023)

³⁰ *United States Army Climate Strategy.* Department of the Army, Office of the Assistant Secretary of the Army for Installations, Energy and Environment. February 2022. Washington, DC. https://www.army.mil/e2/downloads/rv7/about/2022_army_climate_strategy.pdf, (dostęp: 9.02.2023)

energochłonnych potrzeb rozwijania zdolności lądowych. Wynikają one z wprowadzenia nowych systemów, takich jak: nowatorska broń, aktywna ochrona i wzrost przetwarzania komputerowego. Wydajność i skuteczność nowych możliwości na polu walki zależą zatem od zdolności do ich zasilania, ładowania i podtrzymywania.³¹

Nie bez znaczenia dla potrzeb energetycznych na polu walki staje się wzrost wykorzystania nowoczesnych technologii z zakresu sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego w wojskowych operacjach. Zastosowanie bezzałogowych systemów, takich jak bezzałogowe statki powietrzne i pojazdy oraz wykorzystania big data i analizy danych w celu poprawy decyzji taktycznych i operacyjnych jak również wzrost znaczenia wojskowych satelitów i systemów łączności satelitarnej, obrazuje jedynie jak znaczne będą potrzeby energetyczne w walce na polu taktycznym, operacyjnym jak również strategicznym.

Bazując na powyżej przytoczonych przykładach, popartych analizą dostępnej literatury można zaaprobować i wyodrębnić definicję związaną z zarządzaniem EPW. Zarządzanie EPW to kompleksowy zestaw działań ukierunkowanych na efektywne i ekonomiczne wykorzystanie zasobów energii elektrycznej na polu walki koniecznych do utrzymania ciągłości działania wszelkich systemów zasilanych energią elektryczną, które wykorzystywane są do osiągnięcia przewagi operacyjnej nad wojskami przeciwnika.

ANALIZA OTOCZENIA AGREGUJĄCEGO ROZWÓJ I WYKORZYSTANIE EPW

Makrootoczenie, zwane otoczeniem dalszym lub też ogólnym, to niezmiernie ważny element, który wpływa na bieżącą i przyszłą sytuację analizowanego podmiotu lub zagadnienia. Można je scharakteryzować jako zespół warunków funkcjonowania, wynikający z lokalizacji w określonym regionie i kraju, układzie politycznym i społecznym, czy w określonej strefie klimatycznej. Najważniejszą cechą makrootoczenia jest to, że bardzo silnie wpływa na pozycję i możliwości działania w analizowanym obszarze. Wpływ na makrootoczenia jest z reguły dość ograniczony, zdarza się jednak, że nieliczne podmioty gospodarcze, mają częściowy wpływ na czynniki makrootoczenia. Mimo tych niekorzystnych zależności do prowadzenia skutecznego zarządzania danym obszarem konieczne jest, aby poznać czynniki makrootoczenia, umieć je

³¹ RYAN GEHM. COMVEC 2022: *Electrification is the future for defense vehicles*. SAE International. 2022-09-21. <https://www.sae.org/news/2022/09/comvec-2022-electrification-keynote>, (dostęp: 29.01.2023).

przewidywać, odbierać jako szanse i zagrożenia i dostosowywać do nich swoją strategię funkcjonowania i rozwoju³².

Jedną z najbardziej powszechnych metod wykorzystywanych w badaniu makrootoczenia organizacji jest metoda PEST. Metoda ta pozwala zidentyfikować obszary lub tendencje wymagające większego skupienia uwagi. Służy również do prognozowania zmian i ustaleniu ich wpływu na funkcjonowanie organizacji. Metodę PEST można zaliczyć do analiz trendów związanych z badaniem makrootoczenia, a więc tego rodzaju otoczenia, które kształtowane jest głównie przez procesy zewnętrzne.

Zazwyczaj jest stosowana jako wstępna faza metody scenariuszowej, analizy SWOT czy analizy pięciu sił Portera. PEST jest akronimem angielskich słów Political, Economic, Social, Technological:

- Polityczny – określa w jaki sposób rząd interweniuje w badany obszar. Gdy nie jest wyodrębniana oddzielna sfera prawna, występują tu czynniki, takie jak polityka podatkowa, prawo pracy, prawo ochrony, środowiska, ograniczenia i taryfy handlowe. W sferze politycznej rozpatruje się wpływ rządu (państwa) na zdrowie, edukację oraz infrastrukturę,
- ekonomiczny – bada wzrost gospodarczy, kursy walut, poziom inflacji, stopy procentowe. Czynniki te mają szczególny wpływ na to, jak funkcjonują organizację i jakie decyzje podejmują zarządzający nimi,
- społeczny – określa aspekty kulturowe, świadomość zdrowotną, rozwój populacji, strukturę wiekową społeczeństwa, postawy wobec pracy oraz poczucie bezpieczeństwa,
- technologiczny – głównie w obszarze działalności badawczo-rozwojowej (B+R), automatyzacji, tempa rozwoju technologii, podejścia do technologii, rodzaju i poziom innowacyjności.

Wyszczególnione słowa stanowią obszary analizy poszczególnych czynników³³.

Najczęściej analiza PEST jest traktowana jako metoda/technika wyodrębniająca i charakteryzująca czynniki makrootoczenia (makrośrodowiska). Najczęściej jest wykorzystywana w zarządzaniu strategicznym, w ramach prowadzonej analizy strategicznej lub

³² K. Koziół, *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa na poziomie makrootoczenia*, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania nr 17 (2010), s. 77-88.

³³ P. Daniluk, *Zarządzanie Strategiczne, Analiza Strategiczna Organizacji*, AON, Warszawa, 2008, s. 19.

w analizie otoczenia w badaniach rynku. Zawiera przegląd różnych czynników makro środowiskowych, które należy wziąć pod uwagę podczas prowadzenia tych badań. Stanowi strategiczne narzędzie do szerokiego zrozumienia zjawisk zachodzących w sektorze. Metoda PEST w zarządzaniu jest najczęściej stosowana do analizy pozycji konkretnej organizacji lub sektora przemysłowego w określonym środowisku biznesowym, oraz do analizy wykonalność ogólnych rozwiązań zarządzania w środowisku biznesowym³⁴.

Proces badawczy w analizie PEST polega na gromadzeniu i ocenie informacji na temat czynników, które są następnie analizowane i interpretowane, aby uzyskać pełny obraz możliwych wpływów tych czynników na dany obszar działania. W ten sposób, analiza PEST pomaga zrozumieć i przewidzieć możliwe wpływy zewnętrzne i jest wykorzystywana w procesach planowania i podejmowania decyzji. Typowymi krokami w procesie badania realizowanego z wykorzystaniem analizy metodą PEST są:

1. Określenie celu analizy – jakie czynniki chcemy ocenić i w jakim celu,
2. Gromadzenie informacji – zebranie informacji o politycznych, ekonomicznych, społecznych i technologicznych czynnikach, które mogą wpływać na działalność przedsiębiorstwa.
3. Analiza i klasyfikacja informacji – ocena informacji zebranych w kroku 2, aby wyodrębnić te, które są najbardziej istotne dla działalności przedsiębiorstwa.
4. Przygotowanie raportu - opracowanie raportu z analizy PEST, zawierającego wnioski i rekomendacje dotyczące działań, jakie należy podjąć, aby przygotować się na zmiany wynikające z czynników zewnętrznych.

Proces ten powinien być regularnie powtarzany, aby mieć aktualne i precyzyjne informacje na temat czynników zewnętrznych i ich wpływu na działalność przedsiębiorstwa.

Tworzenie różnych wariantów analizy PEST jest potrzebne, aby uzyskać pełny obraz otoczenia i wpływu czynników zewnętrznych na dany projekt, biznes czy dziedzinę. Każdy wariant może koncentrować się na innych czynnikach, takich jak polityka, gospodarka, społeczeństwo, technologia, prawo i środowisko, i przedstawić różne perspektywy i implikacje. Dzięki temu można uzyskać bardziej kompleksowe i wszechstronne spojrzenie na sytuację i wprowadzić odpowiednie działania. Metoda PEST realizowana jest w różnych wariantach, aż do najbardziej rozbudowanych, które w zasadzie odgrywają rolę pierwszego etapu analizy

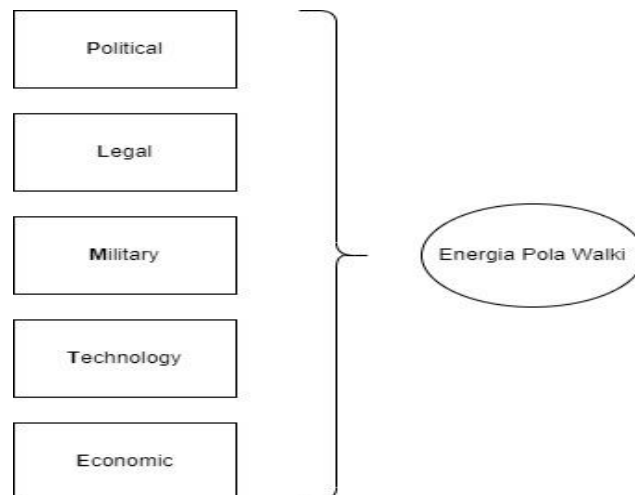
³⁴ D. Faulkner, C. Bowman, *Strategie konkurencji*, Gebethner i S-ka, Warszawa 1996, s. 77.

scenariuszowej. Zdarza się, że otoczenie jest bardziej złożone i na organizację oddziałują także inne sfery, mamy wówczas do czynienia z innymi wariantami analizy^{35, 36, 37}.

Do analizy czynników warunkujących rozwój i wykorzystanie EPW wykorzystana została analiza PLMTE. Na rysunku 2 zostały przedstawione w sposób graficzny wygenerowane obszary.

Rysunek 2.

Obszary analizy PLMTE



Źródło: opracowanie własne.

CZYNNIKI OTOCZENIA POLITYCZNEGO (ANG. POLITICAL)

W tej części artykułu dokonano analizy przeglądu literatury przedmiotu pod kątem określenia obszarów, a w nich czynników warunkujących rozwój i wykorzystanie EPW. Pierwszy obszar to przestrzeń polityczna, domena rządu, władzy, kształtującej otoczenie polityczne. Czynniki polityczne to elementy otoczenia politycznego, które mają wpływ na obszar EPW. (Tabela 1) W analizie typu PEST są to czynniki związane z rządem, jak również z zagadnieniami związanymi z polityką wewnętrzną i zagraniczną. Obejmują one m.in. podejście rządu do biznesu, ustawodawstwo i regulacje dotyczące rynku, stosunki międzynarodowe, wolność i

³⁵ V. Clulow, *Futures dilemmas for marketers: can stakeholder analysis add value?* „European Journal of Marketing” 2005, Vol. 39 (9/10), s. 978–997.

³⁶ V. Narayanan, L. Fahey, *Macroenvironmental Analysis: Understanding the Environment Outside the Industry*, [w:] *The Portable MBA in Strategy*, (red.) L. Fahey, R. Randall, John Wiley & Sons, New York 2001, s. 189–214.

³⁷ J. Walden, *Comparison of the STEEPLE Strategy Methodology and the Department of Defense’s PMESII-PT Methodology*, Supply Chain Leadership Institute, (dostęp: 10.04.2021).

stabilność polityczna³⁸. Te czynniki wpływają na decyzje biznesowe i strategię, dlatego ważne jest, aby uwzględnić je w prowadzonej analizie agregatów warunkujących sukces EPW.

Tabela 1. Czynniki otoczenia politycznego w obszarze EPW

Political	<ol style="list-style-type: none"> 1. Postępująca deglobalizacja oraz regionalizacja w tym UE może nieść za sobą spadek znaczenia podmiotów krajowych oraz zwiększanie nacisku przez UE w sprawach związanych z Energią. Większe znaczenie będą zyskiwać samowystarczalne gospodarki i silne regionalne mocarstwa zabezpieczone w źródła energii, mniej wrażliwe na wahania cen dostaw surowca. 2. Reorganizacja światowych sojuszy i organizacji gospodarczych. Zmiana wektorów politycznych powodowana jest poszukiwaniem stabilnych partnerów w zakresie surowcowym oraz obronnym. Zmiany mogą popychać kraje w poszukiwaniu bardziej pragmatycznych lokalnych partnerów handlowych, podważając dotychczasowe powiązania czy relacje dyplomatyczne. 3. Bipolaryzacja światowej sceny politycznej. Dalsze umacnianie się podwójnego podziału świata na strefy wpływu USA i Chin. Podkreśleniem tego trendu są aktualnie tworzone związki militarno-gospodarcze tj. AUKUS oraz ASEAN. 4. Oczekiwanie zwiększenia mocy produkcyjnych dla rozwiązań bezałogowych, w tym elektrycznych. Silne oddziaływanie rynku klienta może powodować presję na przemysł, na przyspieszanie B+R czy testów. 5. Możliwe realne ograniczenie funduszy na obronność czy B+R związane ze zmianami politycznymi rządu i administracji. 6. Powstanie silnych sił zbrojnych i służb UE może stanowić rosnący rynek dla produktów elektrycznych. 7. Protekcjonizm państw jako odpowiedź na rosnącą niestabilność geopolityczną. Bariery handlowe w eksporcie. Embarga na części, technologie. 8. Zmiany w polityce obronnej poszczególnych państw na skutek wojny na Ukrainie. Zmiany priorytetów zakupowych w poszczególnych domenach czy mikro obszarach. 9. Zmiany klimatu wymagające poszukiwania nowych rozwiązań związanych z energetycznością, dostosowaniem się do zmian klimatu.
-----------	---

Źródło: oprac. własne na podstawie: C. Gijs, J. Barigazzi, *EU leaders approve updated military plan*, MARCH 25, 2022. <https://www.politico.eu/article/eu-leader-approve-defense-military-plan/>, (dostęp: 11.02.2023); M. Ryan, *Themes: War. The West needs to boost its industrial capacity fast*, November 24, 2022. <https://engelsbergideas.com/notebook/the-west-needs-to-boost-its-industrial-capacity-fast/>, (dostęp: 11.02.2023); SDAS. *State of Competition within the Defense Industrial Base*. Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Sustainment. February 2022 Priority Industrial Base Sectors. Energy Storage and Batterie's. Page 20, <https://media.defense.gov/2022/Feb/15/2002939087/-1/-1/1/State-Of-Competition-Within-The-Defense-Industrial-Base.Pdf>, (dostęp: 11.02.2023); US DoD. Department of the Army, Office of the Assistant Secretary of the Army for Installations, Energy and Environment. February 2022. *United States Army Climate Strategy*. Washington, DC. https://www.army.mil/e2/downloads/rv7/about/2022_army_climate_strategy.pdf, (dostęp: 11.02.2023); EDA. *Captech Energy And Environment*. November 2022. <https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/energy-and-environment-programme>, (dostęp: 11.02.2023); EDA. *Spotlight Of The Month. Green Defence: How Is The Eda Contributing To The Energy Transition And Circular Models In Defence?* <https://eda.europa.eu/news-and-events/spotlight/green-defence-how-is-the-eda-contributing-to-the-energy-transition-and-circular-models-in-defence#>; (dostęp: 13.01.2023); Julijus Grubliauskas, Michael Rühle. *Bezpieczeństwo energetyczne: decydująca kwestia dla członków i partnerów NATO*. Dostęp styczeń 2023. <https://www.nato.int/docu/review/pl/articles/2018/07/26/bezpieczenstwo-energetyczne-decydujaca-kwestia-dla-czlonkow-i-partnerow-nato/index.html>, (dostęp: 13.01.2023).

³⁸ P. Daniluk, H. Wyligała, *Analiza zagrożeń sektorowych dla bezpieczeństwa*, Difin, Warszawa 2021, s 80.

CZYNNIKI OTOCZENIA PRAWNEGO (ANG. LEGAL)

Drugi obszar czynników określających rozwój EWP dotyczy obszaru prawnego. Czynniki otoczenia prawnego to aspekty związane z prawem i regulacjami, które wpływają na działanie organizacji. Mogą to być na przykład przepisy dotyczące handlu, ochrony środowiska, ochrony danych osobowych, konkurencji i monopolu itp. Analiza tych czynników pozwala organizacjom na ocenę i przewidywanie wpływu prawnych ograniczeń i wymogów na ich działalność³⁹. Te czynniki wpływają na decyzje biznesowe i strategie firm, dlatego ważne jest, aby uwzględnić je w prowadzonej analizie agregatów warunkujących sukces EPW. (Tabela 2)

Tabela 2.

Czynniki otoczenia prawnego w obszarze EPW

Legal	<ol style="list-style-type: none">1. Nowe dyrektywy Unii Europejskiej związane z ochroną środowiska i ESG powodujące presję na przemysł obronny w zakresie modernizacji SpW oraz przygotowanie rozwiązań niskoemisyjnych.2. Obowiązek neutralności klimatycznej Europy do 2050 r. Wymagane i oczekiwane podjęcie działań celem zmniejszania emisji.3. Uwarunkowania w zakresie odnawialnych źródeł energii4. Prawo ochrony środowiska5. Przepisy regulujące produkcję i dystrybucję energii elektrycznej, w tym przepisy dotyczące bezpieczeństwa i jakości dostarczanej energii elektrycznej.6. Normy i wytyczne dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska, takie jak wymagania dotyczące emisji i składowania odpadów.7. Regulacje dotyczące kontroli importu i eksportu technologii i materiałów związanych z energią pola walki, w tym regulacje dotyczące współpracy z innymi krajami.8. Przepisy dotyczące finansowania projektów związanych z energią pola walki, w tym regulacje dotyczące uzyskiwania dofinansowania z budżetu państwa i innych źródeł.9. Regulacje prawne dotyczące ochrony prywatności i bezpieczeństwa danych, w tym zasady zarządzania i wykorzystywania informacji o potrzebach i wykorzystaniu energii pola walki.10. Wymagania dotyczące standardów jakości i bezpieczeństwa dla systemów i urządzeń związanych z energią pola walki, w tym regulacje dotyczące certyfikacji i nadzoru nad tymi systemami.11. Regulacje dotyczące ochrony prywatności i bezpieczeństwa informacji, w tym regulacje dotyczące zarządzania i wykorzystywania danych związanych z energią pola walki.
-------	--

Źródło: oprac. własne na podstawie: B. Igliński, *Badanie sektora energii odnawialnej w Polsce – potencjał techniczny, badania ankietowe, analiza SWOT, analiza PEST*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2019; https://repozytorium.umk.pl/bitstream/handle/item/6551/Badanie_sektora-druk.pdf?sequence=1, dostęp: 13.01.2023)

CZYNNIKI OTOCZENIA MILITARNEGO (ANG. MILITARY)

Trzeci obszar czynników określających rozwój energii na polu walki dotyczy obszaru militarnego, domeny wojska i jej podległych służb. Czynniki otoczenia militarnego to elementy, które wpływają na działalność wojskową i związane z nią aspekty bezpieczeństwa. Obejmują one m.in.: poziom i charakter zagrożeń bezpieczeństwa, dostępność i jakość sprzętu i

³⁹ Ibidem.

uzbrojenia, doświadczenie i kwalifikacje żołnierzy, organizację i dostępność wsparcia logistycznego, politykę i strategię wojskową państwa oraz zobowiązania międzynarodowe. Wszystkie te czynniki wpływają na zdolność wojska do wypełniania swoich zadań i zapewnienia bezpieczeństwa kraju⁴⁰. (Tabela 3)

Tabela 3.
Czynniki otoczenia militarne w obszarze EPW

Military	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zasilanie zelektryfikowanej przestrzeni pola walki. 2. Automatyzacja pola walki. 3. Rozwój technologii autonomicznych, sieciocentrycznych oraz sztucznej inteligencji na polu walki. 4. Wykorzystanie nowoczesnych technologii do podnoszenia zdolności już istniejącego SpW. 5. Unifikacja sprzętowa zarówno w różnych domenach jak i poszczególnych obszarach uzbrojenia i wyposażenia dla wojska powodowana zacieśnianiem współpracy sojuszy militarnych. 6. Zwiększanie stopnia interoperacyjności i możliwości materiałowego wspierania sojuszników środkami bojowymi. 7. Wojna na Ukrainie powoduje duże zakupy sprzętu do magazynów a zmniejszenie wydatków na nowe, nie sprawdzone rozwiązania, w tym elektryczne. 8. Wybuch nowego lokalnego konfliktu zbrojnego może przyspieszyć wdrożenie nowych rozwiązań logistycznych dla wojska. 9. Zmiana planów modernizacyjnych wojska może wpłynąć na plany wdrożeń nowych rozwiązań EPW. 10. Zmian liczebna wojska może wpłynąć na szybsze przyjęcie rozwiązań bezzałogowych, hybrydowych czy elektrycznych. 11. Zmiany strukturalne w armii spowodowane zmniejszeniem zainteresowania służbą w wojsku i wakacjami mogą wpłynąć na wdrożenie rozwiązań elektrycznych. 12. Potrzeba szybkich dostaw sprzętu, uzbrojenia, amunicji wpłynie na tempo przyjmowania nowych SpW z obszaru EPW. 13. Potrzeba demonstracji silnej armii, posiadającej przewagi konkurencyjne może stać się szansą na przyspieszenia i wdrożenia nowych rozwiązań w zakresie elektryczności pola walki. 14. Rozwój domeny cichej, potwierdzony doświadczeniami na Ukrainie spowoduje wzrost zainteresowania SpW z napędem hybrydowym, wodorowym, elektrycznym. 15. Coraz częstsze ataki cybernetyczne znacząco wpływają na wzrost aspektu Cyberbezpieczeństwa infrastruktury, odporności systemów i urządzeń. 16. Modernizacja oraz budowanie nowej infrastruktury wojskowej. <p>Time:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obecne pilne uzupełnianie stanów magazynowych broni i amunicji może opóźnić zatwierdzenie testów nowej broni. Na przykład sprzętu z nowym napędem. 2. Poszukiwanie rozwiązań optymalizujących logistykę, zwiększających mobilność, czas działania, moc, zasięg sprzętu.
----------	--

Źródło: oprac. własne na podstawie: QinetiQ Group. *Electrified Battlespace Report, Powering the Electrified Battlespace. Six Critical Factors for an Energy Strategy.*, <https://www.qinetiq.com/-/media/4ca53489273c436388df45bcc5244d98.ashx>; (dostęp: 13.01.2023); US DoD. *Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2021, A Report to Congress Pursuant to the National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2000*, <https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF>; (dostęp: 13.01.2023); E.C. Shaffer, *Power and energy architecture for army advanced energy initiative*, Army Research Laboratory. Adelphi, Maryland 20783, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA481011.pdf>; (dostęp: 13.01.2023); Dan Lafontaine. *Army advances battlefield power systems for mobility efficiency*. CCDC C5ISR Center Public Affairs. October 5, 2020. https://c5isr.ccdc.army.mil/news_and_media/Army_advances_battlefield_power_systems_for_mobility_efficien

⁴⁰ Ibidem.

cy/; (dostęp: 13.01.2023); D. Lafontaine, *Army advances battlefield power systems for mobility efficiency*. CCDC C5ISR Center Public Affairs. October 5, 2020; https://c5isr.ccdc.army.mil/news_and_media/Army_advances_battlefield_power_systems_for_mobility_efficiency/; (dostęp: 13.01.2023); UK MoD. *This British Army Approach to Battlefield Electrification*. UK Ministry of Defence (MOD). Army HQ. UK. 09.2021. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>; <https://www.army.mod.uk/news-and-events/news/2022/05/army-sparks-up-electrifying-plan-for-future-battlefields/>; (dostęp: 13.01.2023); G-4 Public Affairs. *Army launches smart Operational Energy use campaign, identifies 10 initiatives*. October 25, 2012. U.S. Army. Official website. <http://www.army.mil/standto/archive/issue.php?issue=2012-02-16>; (dostęp: 13.01.2023); Graham Grose. *Impact of AI, battlefield electrification and UAVs in 2020*. In Features.1 March 2020. <https://www.adsadvance.co.uk/impact-of-ai-battlefield-electrification-and-uavs-in-2020.html>; (dostęp: 13.01.2023).

CZYNNIKI OTOCZENIA TECHNOLOGICZNEGO (ANG. TECHNOLOGY)

Kolejny obszar analizy skupia się na czynnikach otoczenia technologicznego warunkującego rozwój energii na EPW. Czynniki otoczenia technologicznego to czynniki związane z nauką, technologią i jej postępowaniem. Mogą to być m.in.: innowacje technologiczne, poziom rozwoju i dystrybucji technologii, tempo wprowadzania nowych rozwiązań, wiedza i kwalifikacje specjalistów, itp. W analizie PEST te czynniki odpowiadają na pytania dotyczące tego, jakie technologie i ile będą dostępne w najbliższej przyszłości, jakie będą ich koszty i jakie znaczenie będą miały dla danej dziedziny⁴¹. (Tabela 4)

Tabela 4.

Czynniki otoczenia technologicznego w obszarze EPW

Technology	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rozwój technologii energooszczędnych spowodowany znacznym wzrostem cen energii. 2. Wzrost nakładów na innowacyjność na rozwój nowych technologii. 3. Digitalizacja procesów produkcji. 4. Rozwój technologii 3D zmniejszająca czas przygotowywania prototypów i małych serii części zamiennych. 5. Rozwój Robotyki i Systemów bezałogowych. Rozwój technologii systemów bezałogowych w domenie lotniczej, lądowej oraz morskiej. Wzrost zastępowalności żołnierzy systemami bezałogowymi. 6. Postępujący rozwój technologii rakietowych. 7. Rozwój technologii kompozytowych. Poszukiwanie nowych, lżejszych rozwiązań zmniejszających wagę sprzętu, zwiększających jego zasięg. 8. Dalszy intensywny rozwój sensoryki, jej intensywne zastosowywanie w sprzęcie wojskowym. Miniaturyzacja sensoryki i poszukiwanie rozwiązań energooszczędnych. 9. Rozwój technologii kosmicznych i militaryzacja kosmosu. Wykorzystywanie zdolności kosmicznych takich jak: obserwacja satelitarna, łączność, transport, magazynowanie danych a w przyszłości pozyskiwanie i magazynowanie energii w sferze militarnej. 10. Rozwój nowoczesnych środków bojowych w zakresie technologii laserowych i elektromagnetycznych. 11. Unowocześnianie infrastruktura produkcyjna - aspekt unowocześniania infrastruktury, prod./badawczej/. Zmniejszanie zużycia prądu. 12. Nowe możliwości w zakresie serwisowania nowoczesnego sprzętu. Stałe unowocześnianie i rozwijanie serwisu. 13. Transformacja energetyczna: bioenergia, odnawialne źródła energetyczne, zarządzanie energią, magazynowanie energii. Wzrost znaczenia efektywności energetycznej.
-------------------	--

⁴¹ Ibidem.

Źródło: oprac. własne na podstawie: J. Geiss, *Directed Energy Weapons on the Battlefield: a New Vision for 2025*. 12 September 2012. Engineering. <https://www.semanticscholar.org/paper/Directed-Energy-Weapons-on-the-Battlefield%3A-a-New-Geiss/ee495858df34ac957db318f06144beb55df66a31>; (dostęp: 23.01.2023); Marc Chassillan. *Quels blindés pour les conflits futurs ?* Blindes. Defense & Industries n16, June 2022 <https://www.frstrategie.org/publications/defense-et-industries/quels-blindes-pour-conflits-futurs-2022>; (dostęp: 23.01.2023); Rick Lober. Hughes /Resources /Insights /5G /5 Trends For Defense Communications In 2022. HNS LLLC. Version HTML www.hughes.com; GMD Defence. *Power and Propulsion*. Article from web side GMD Defence LLC.USA.2022. <https://www.gmdefensellc.com/site/us/en/gm-defense/home/power-propulsion.html>; (dostęp: 23.01.2023); Fernando Goitia. *To War On An Electric bike*. November 04.2021. <https://www.abc.es/xlsemanal/ciencia/primera-bicicleta-electrica-vehiculos-militares-sostenibilidad-ejercito.html>; (dostęp: 23.01.2023); Reed Blakemore and Tate Nurkin. *Power Projection: Accelerating the Electrification of US Military Ground Vehicles*. November 2022. <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2022/11/Power-Projection-Accelerating-the-Electrification-of-US-Military-Ground-Vehicles.pdf>; (dostęp: 23.01.2023); Tencent QQ. *A New Approach to Tactical Edge Charging*. National Defense Technology News.23.02.2022. <https://new.qq.com/omn/20220223/20220223A0112200.html>; UK MoD. *Battlefield Electrification - The British Army*. May 2022. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>, (dostęp: 23.01.2023)

CZYNNIKI OTOCZENIA EKONOMICZNEGO (ANG. ECONOMIC)

Ostatni już obszar prowadzonej analizy skupia się na czynnikach otoczenia ekonomicznego i społecznego wpływających na modyfikację, rozwój i zastosowanie rozwiązań EPW. Czynniki otoczenia ekonomicznego to czynniki, które oddziałują na działalność gospodarczą i biznesową. Mogą to być na przykład: poziom inflacji, stopa bezrobocia, tempo wzrostu gospodarczego, poziom konsumpcji, wzrost cen surowców, sytuacja na rynku finansowym i wiele innych. Analiza tych czynników pozwala na określenie trendów ekonomicznych i ich wpływu na biznes i działalność gospodarczą. Z kolei do najbardziej istotnych czynników otoczenia społecznego zaliczane są aspekty kultury, wartości, potrzeb, pragnień, wiedzy i wykształcenia społeczeństwa. Obejmują one takie kwestie jak: demografia, wzory konsumpcji, poziom życia, styl życia, równość płci, obyczaje i wartości, edukacja i relacje międzyludzkie. Analiza tych czynników pomaga zrozumieć i przewidzieć zmiany w postawach i zachowaniach konsumentów oraz wpływ na rynek⁴². (Tabela 5)

⁴² Ibidem.

Tabela 5.

Czynniki otoczenia ekonomicznego w obszarze EPW

Economic	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rosnąca inflacja, wzrost cen materiałów i energii a także rosnące koszty życia będą generować presję płacową w przemyśle co będzie wpływać na cenę finalnego produktu. 2. Osłabienie się waluty krajowej do głównych walut innych krajów spowoduje wzrost kosztów importowanych podzespołów. 3. Wzrost stóp procentowych oraz podniesienie kosztu finansowania produkcji kredytem. 4. Kryzys energetyczny spowodowany zmianą kosztów związanych ze wzrostem kosztów surowców energetycznych, z brakami w ich dostępności, możliwe przerwy w dostawie energii elektrycznej/ciepłej do przemysłu. Wzrost kosztów produkcji, jednocześnie wymuszający poszukiwanie efektywniejszych rozwiązań. 5. Wzrost deficytu krajowego, niewystarczające wpływy podatkowe oraz wzrost kosztów obsługi zagranicznych kontraktów zbrojeniowych mogą spowodować wstrzymanie nowych oraz zatrzymanie już trwających programów zbrojeniowych na rynku krajowym. 6. Nastawienie rządu na rzecz ochrony środowiska, polityka państwa zgodna z polityką UE, czyli popierająca prowadzenie/wdrażanie działań proekologicznych i eko innowacji w przemyśle. 7. Możliwość zaistnienia Recesji gospodarczej na świecie powodujące opóźnienia nowych wdrożeń 8. Dalsza konsolidacja europejskiego przemysłu zbrojeniowego, fuzje, przejęcia. 9. Wzrost ceny surowców krytycznych. Konkurencja o surowce, ilości i czasy dostaw. Zaburzenia łańcucha dostaw. 10. Nacisk społeczny i polityczny na stosowanie rozwiązań niskoemisyjnych może ułatwić budowanie przewagi konkurencyjnej przemysłu w oparciu o czynnik ekologiczny. Zbudowanie reputacji firmy troszczącej się o środowisko i klimat. 11. Ograniczony dostęp do dotychczasowych źródeł energii. 12. Silna emigracja młodego pokolenia powoduje zwiększanie luki pokoleniowej na produkcji oraz braki w kadrach produkcyjnych, 13. Zmiany społeczne wymuszają poszukiwanie rozwiązań bezzałogowych i hybrydowych. Wymagać to będzie zmian w szkolnictwie technicznym. 14. Postęp cywilizacyjny i związane z tym dostosowanie poziomu stosowanych technologii i produktów (rozwijanie, unowocześnianie produktów) do dynamicznie zmieniającego się otoczenia
----------	---

Źródło: oprac. własne na podstawie: METI. Agency for Natural Resources and Energy, Japan Ministry of Economy, Trade and Industry. *Annual Report on Energy (Energy White Paper 2022)*. Version HTML. June 2022. https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/2022_outline.pdf; (dostęp: 21.01.2023); WEF. World Economic Forum. *10 trends for the future of warfare*. Nov 3, 2016. www.weforum.org/topics/artificial-intelligence-and-robotics; (dostęp: 21.01.2023), METI. *Energy White Paper 2022*, June 2022. Agency for Natural Resources and Energy. https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/2022_outline.pdf.

PODSUMOWANIE

Analizując dostępne opracowania dotyczące poszczególnych obszarów i zagadnień EPW należy stwierdzić, że nie same zmiany technologiczne i elektryfikacja urządzeń są na dzisiejszym polu walki najważniejsze. Kluczowym aspektem w zarządzaniu energią są również kwestie wsparcia logistycznego, zwiększanie jego efektywności i mitygacja zakłóceń tak znacząco wpływających na zdolności operacyjne wojska. Przykładem wpływu tego aspektu logistyki jest sytuacja podczas wojny na Ukrainie, gdzie zakłócenia powodowały i powodują tak silne obniżenie zdolności operacyjnych wojsk. Oznacza to nie tylko na przyjrzenie się kwestiom logistycznym, ale wymaga szerszego spojrzenia na aspekt zarządzania EPW.

Autorzy w większości prac z zakresu EPW zwracają uwagę na aspekty technologiczne i poszukiwanie przewagi konkurencyjnej na przyszłym polu bitwy. Wskazują na korzyści operacyjne i budowanie zdolności do lepszych działań wynikających ze zmian technologicznych w obszarze zasilania poszczególnych obszarów armii.⁴³

Odnosząc się do tych opracowań należy stwierdzić, że silny trend związany z poszczególnymi obszarami EPW wywołany jest nie tylko poszukiwaniem przewagi nad przeciwną armią, ale wspierany jest dynamicznymi, postępującymi zmianami w sieciocentrycznej komunikacji, rozpoznaniu, kierowaniu i zarządzaniu walką czy stosowaniem sztucznej inteligencji, powodującymi coraz większe zużycie energii.⁴⁴

W odniesieniu do problemów badawczych:

1) ustalono, że otoczenie rynkowe energii pola walki jest uwarunkowane wieloma czynnikami, takimi jak: potrzeby operacyjne sił zbrojnych, dostępność technologii i surowców, dostawcy usług i produktów, a także regulacje prawne i ekonomiczne. Potrzeby związane z energią pola walki są zróżnicowane i zmienne w zależności od misji, terenu, warunków atmosferycznych i sytuacji bezpieczeństwa. Wymagania te dotyczą m.in. wydajności, bezpieczeństwa, niezawodności, mobilności, a także łatwości w użyciu i konserwacji. W celu zaspokojenia tych potrzeb, przemysł zbrojeniowy powinien koncentrować się na opracowywaniu i produkcji nowych, bardziej efektywnych i niezawodnych rozwiązań energetycznych dla pola walki.;

2) stwierdzono, że warunki te są złożone i obejmują wiele czynników, takich jak potrzeby i wymagania operacyjne, ograniczenia technologiczne, dostępność i cena energii, wymagania bezpieczeństwa i wydajności, uwarunkowania polityczne i regulacyjne, a także ochrona środowiska. Konieczne jest zrozumienie tych uwarunkowań i ich wpływu na strategię i działania związane z energią pola walki, aby zapewnić wydajne i efektywne wykorzystanie zasobów energetycznych i zaspokojenie potrzeb operacyjnych.;

3) uwypuklono, że obecnie można wyodrębnić kilka trendów w zakresie rozwoju technologii wchodzących w skład energii pola walki, takich jak:

⁴³ Reed Blakemore and Tate Nurkin. *Power Projection: Accelerating the Electrification of US Military Ground Vehicles*. November 2022. <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2022/11/Power-Projection-Accelerating-the-Electrification-of-US-Military-Ground-Vehicles.pdf>, (dostęp: 21.01.2023)

⁴⁴ QinetiQ Group. *Powering the Electrified Battlespace* – QinetiQ. January 2020. <https://www.qinetiq.com/-/media/f903db9b753d4d85a8de82edf102b937.ashx>, (dostęp: 21.01.2023)

- **Efektywność energetyczna:** W dążeniu do osiągnięcia większej efektywności energetycznej i zmniejszenia zużycia paliw, nacisk kładzie się na rozwijanie technologii, takich jak bardziej wydajne generatory, baterie i panele słoneczne.

- **Mobilność i przenośność:** Wzrost potrzeb dotyczących mobilności i przenośności sprzętu na polu walki powoduje, że technologie te muszą być coraz bardziej zwarte i wytrzymałe, co wymaga ciągłego rozwoju i usprawniania.

- **Zintegrowane systemy:** W celu uzyskania większej niezawodności i spójności systemów energii pola walki, coraz więcej uwagi poświęca się na rozwijanie zintegrowanych systemów, które umożliwiają łatwe i skuteczne przemieszczanie energii między różnymi jednostkami.

- **Zrównoważona energia:** W odpowiedzi na potrzebę zrównoważenia środowiska i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, coraz więcej uwagi poświęca się na rozwijanie technologii, takich jak odnawialne źródła energii, które są bardziej ekologiczne i zrównoważone.

- **Cyberbezpieczeństwo:** W obliczu rosnącego zagrożenia cyberatakami, konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa systemów energii pola walki, co wymaga ciągłego rozwijania zabezpieczeń cybernetycznych i technologii szyfrowania.;

4) doprowadzono do określenia założeń, że najważniejszymi czynnikami rozwoju są:

- Zapotrzebowanie na ciągłość i niezawodność dostaw energii w trudnych i wymagających warunkach bojowych.

- Potrzeba redukcji masy i wymiarów urządzeń oraz ich ulepszenia pod kątem efektywności energetycznej.

- Kompatybilność z istniejącymi systemami oraz łatwość integracji z nowymi technologiami.

- Wymagania bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

- Dostępność i elastyczność źródeł energii, w tym możliwość korzystania z energii odnawialnej.

- Wydajność i niezawodność urządzeń, w tym łatwość konserwacji i serwisowania.

5) ustalono, że najczęściej wymienianymi obszarami są, systemy zasilania i magazynowania energii, systemy dystrybucji i transmisji energii, systemy przetwarzania energii na różne formy, w tym na paliwo, a także inteligentne systemy zarządzania energią i bezpieczeństwem. Wszystkie kierunki rozwojowe powinno być opracowywane i dostosowywane do specyficznych wymagań i warunków występujących na współczesnym polu walki.

Można stwierdzić, że dzisiejsze pole walki wymaga podejścia wieloaspektowego, zarządzania wieloma obszarami, w tym EPW. Wskazuje na to w swoim całościowym opracowaniu zagadnień elektryfikacji pola bitwy Ministerstwo Obrony USA oraz Ministerstwo Obrony Wielkiej Brytanii.^{45, 46}

Biorąc jednak pod uwagę specyfikę obszaru działania armii danego kraju czy bloków państw oraz jej lokalną strukturę i zadania będzie to oznaczać różne podejście do EPW, do poszczególnych wyzwań logistycznych, operacyjnych, czy też technologicznych. Nie bez znaczenia na zarządzanie EPW będzie ujęcie wpływu zagadnień prawnych związanych z ochroną środowiska czy polityka obronności uwzględniającą ochronę infrastruktury krytycznej.⁴⁷

Powyższa analiza dotyczy poszukiwania rozwiązań EPW dla kluczowych obszarów, lecz należy stwierdzić, że nie obejmuje to wszystkich wyzwań, przed którymi stoi obecna i przyszła armia.

⁴⁵ National Academies of Sciences, *Engineering and Medicine 2021. Powering the U.S. Army of the Future*. Washington, DC: The National Academies Press., <https://doi.org/10.17226/26052>.

⁴⁶ *Battlefield Electrification - The British Army*. May 2022. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>, (dostęp: 21.01.2023)

⁴⁷ N. Drossos (SiLO), Th. Zahariadis, S. Voliotis, L. Sarakis. *Defending the European Energy Infrastructures*.

Securing Critical Energy Infrastructures - European Commission. October.2017.

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b7096f83&appId=PPGMS>, (dostęp: 21.01.2023)

BIBLIOGRAFIA REFERENCES LIST

PIŚMIENICTWO LITERATURE

10 trends for the future of warfare - The World Economic Forum.

<https://www.weforum.org/agenda/2016/11/the-4th-industrial-revolution-and-international-security/>

Army Net Zero, <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/62946.pdf>

Army sparks up 'electrifying' plan for future battlefields. Army MOD UK. Innovation.03 MAY 2022

<https://www.army.mod.uk/news-and-events/news/2022/05/army-sparks-up-electrifying-plan-for-future-battlefields/>

Battlefield Electrification - The British Army. May 2022. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>

Blakemore R., T. Nurkin. *Power Projection: Accelerating the Electrification of US Military Ground Vehicles*.

November 2022. <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2022/11/Power-Projection-Accelerating-the-Electrification-of-US-Military-Ground-Vehicles.pdf>

Chassillan M., *Quels blindés pour les conflits futurs ? Blindes*. *Defense & Industries* n16, June 2022

<https://www.frstrategie.org/publications/defense-et-industries/quels-blindes-pour-conflits-futurs-2022>

Chmielewski A., Kupecki J., Szabłowski Ł., Fijałkowski K.J., Zawieska J. & Bogodziński K. *Dostępne i przyszłe formy magazynowania energii*. Fundacja WWF Polska, Warszawa 2020.

Clulow V., *Futures dilemmas for marketers: can stakeholder analysis add value?* „European Journal of Marketing” Vol. 39 (9/10), 2005.

Daniluk P., Wyligąła H., *Analiza zagrożeń sektorowych dla bezpieczeństwa*, Difin, Warszawa 2021.

Daniluk P., *Zarządzanie Strategiczne, Analiza Strategiczna Organizacji*, AON, Warszawa, 2008.

Drossos N. (SiLO), Zahariadis Th., Voliotis S., Sarakis L., *Defending the European Energy Infrastructures. Securing Critical Energy Infrastructures - European Commission*. October.2017.

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b7096f83&appId=PPGMS>

EDA. *Captech Energy And Environment*. November 2022. <https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/energy-and-environment-programme>

EDA. *Spotlight Of The Month. Green Defence: How Is The Eda Contributing To The Energy Transition And Circular Models In Defence?* <https://eda.europa.eu/news-and-events/spotlight/green-defence-how-is-the-eda-contributing-to-the-energy-transition-and-circular-models-in-defence#>

Edwin B., Buras P., *Polska wobec wojny, Polska w świecie po wojnie. Zadania na nowy czas*. Fundacja im. Stefana Batorego, Warszawa 2022.

Elektromobilność w Polsce, Inwestycje, trendy, zatrudnienie, Polska Agencja Inwestycji Handlu, Raport 2021.

ENSEC COE. *Phase 1 Report. Performance Analysis of Hybrid Power Generation and Management System (HPGS)*. October 2018. <https://enseccoe.org/data/public/uploads/2019/03/phase-1-report-hpgs-performance-analysis.pdf>

Faulkner D., Bowman C., *Strategie konkurencji*, Gebethner i S-ka, Warszawa 1996.

Fraser M., *Cyberdefence24*. <https://cyberdefence24.pl/technologie/cybermagazyn-jak-nowe-technologie-wspomagaja-obrone-cywilna-w-Kijowie>

G-4 Public Affairs. *Army launches smart Operational Energy use campaign, identifies 10 initiatives*. October 25, 2012. U.S. Army. Official website. <http://www.army.mil/standto/archive/issue.php?issue=2012-02-16>

Gehm R., COMVEC 2022: *Electrification is the future for defense vehicles*. SAE International. 2022-09-21. <https://www.sae.org/news/2022/09/comvec-2022-electrification-keynote>

Geiss J., *Directed Energy Weapons on the Battlefield: a New Vision for 2025*. 12 September 2012. *Engineering*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Directed-Energy-Weapons-on-the-Battlefield%3A-a-New-Geiss/ee495858df34ac957db318f06144beb55df66a31>

Geographic Information System Art for Artillery, <https://themoloch.com/conflict/uber-for-artillery-what-is-ukraines-gis-arta-system/>

Gijs C., Barigazzi J., *EU leaders approve updated military plan, MARCH 25, 2022*. <https://www.politico.eu/article/eu-leader-approve-defense-military-plan/>

Gill J., *As Army begins electrification push, C5ISR office aims to smooth bumps in the road*. Breaking Defense. October 28, 2022, <https://breakingdefense.com/2022/10/as-army-begins-electrification-push-c5isr-office-aims-to-smooth-bumps-in-the-road/>

Goitía F., *To War On An Electric bike*. November 04. 2021. <https://www.abc.es/xlsemanal/ciencia/primera-bicicleta-electrica-vehiculos-militares-sostenibilidad-ejercito.html>

Grose G., *Impact of AI, battlefield electrification and UAVs in 2020*. In *Features*. 1 March 2020. <https://www.adsadvance.co.uk/impact-of-ai-battlefield-electrification-and-uavs-in-2020.html>

Grubliauskas , Rühle M., *Bezpieczeństwo energetyczne: decydująca kwestia dla członków i partnerów NATO*. <https://www.nato.int/docu/review/pl/articles/2018/07/26/bezpieczenstwo-energetyczne-decydujaca-kwestia-dla-czlonkow-i-partnerow-nato/index.html>

Igliński B., *Badanie sektora energii odnawialnej w Polsce – potencjał techniczny, badania ankietowe, analiza SWOT, analiza PEST*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2019; https://repozytorium.umk.pl/bitstream/handle/item/6551/Badanie_sektora_druk.pdf?sequence=1

Kozioł K., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa na poziomie makrootoczenia*, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania nr 17 (2010)

Lafontaine D., *Army advances battlefield power systems for mobility efficiency*. CCDC C5ISR Center Public Affairs. October 5, 2020. https://c5isr.ccdc.army.mil/news_and_media/Army_advances_battlefield_power_systems_for_mobility_efficiency/

Lafontaine D., *Army researches vehicle grid for resilient battlefield power.*, DEVCOM C5ISR Center Public Affairs
May 17, 2021,
https://www.army.mil/article/246348/army_researches_vehicle_grid_for_resilient_battlefield_power

Lober R.. Hughes */Resources /Insights /5G /5 Trends For Defense Communications In 2022.* HNS LLLC. Version
HTML www.hughes.com

Markovych K.S., *Gis for the armed forces of Ukraine, Two components of victory.* Scientific Collection "Interconf"
No 117 (2022), <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.07.2022.037>

METI. *Agency for Natural Resources and Energy, Japan Ministry of Economy, Trade and Industry. Annual Report
on Energy (Energy White Paper 2022).* Version HTML. June 2022.
https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/2022_outline.pdf

METI. *Energy White Paper 2022, June 2022. Agency for Natural Resources and Energy.*
https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/whitepaper/pdf/2022_outline.pdf

Narayanan V., Fahey L., *Macro environmental Analysis: Understanding the Environment Outside the Industry*, [w:]
Fahey L., Randall R. (red). *The Portable MBA in Strategy*, John Wiley & Sons, New York 2001.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2021. *Powering the U.S. Army of the Future.*
Washington, DC: The National Academies Press, <https://doi.org/10.17226/26052>

Next generation Light Anti-tank Weapon, <https://www.saab.com/products/nlaw>

Polskie uzbrojenie w obronie Ukrainy, Defence24, <https://defence24.pl/przemysl/polskie-uzbrojenie-w-obronie-ukrainy-analiza>

Power and energy architecture for army advanced energy initiative,
<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA481011.pdf>

Power and Propulsion. Article GMD Defence LLC.USA.2022. <https://www.gmdefensellc.com/site/us/en/gm-defense/home/power-propulsion.html>

QinetiQ Group. *Electrified Battlespace Report, Powering the Electrified Battlespace. Six Critical Factors for an
Energy Strategy.*, <https://www.qinetiq.com/-/media/4ca53489273c436388df45bcc5244d98.ashx>

QinetiQ Group. *Powering the Electrified Battlespace – QinetiQ.* January 2020, <https://www.qinetiq.com/-/media/f903db9b753d4d85a8de82edf102b937.ashx>

Reed Blakemore and Tate Nurkin. *Power Projection: Accelerating the Electrification of US Military Ground
Vehicles.* November 2022. <https://www.atlanticcouncil.org/wp-content/uploads/2022/11/Power-Projection-Accelerating-the-Electrification-of-US-Military-Ground-Vehicles.pdf>

Ryan M., *Themes: War. The West needs to boost its industrial capacity fast, November 24, 2022.*
<https://engelsbergideas.com/notebook/the-west-needs-to-boost-its-industrial-capacity-fast/>

Schihl P., *Power & Energy from an Army Ground Vehicle Perspective.* U.S. Army Research, Development and
Engineering Command. 2010 Department of Energy Annual Merit Review. 8 June 2010.
https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f11/pln003_schihl_tardec_2010_o.pdf, (dostęp: 29.01.2023).

SDAS. *State of Competition within the Defense Industrial Base. Office of the Under Secretary of Defense for
Acquisition and Sustainment. February 2022. Priority Industrial Base Sectors. Energy Storage and Batterie's.* Page

20. <https://media.defense.gov/2022/Feb/15/2002939087/-1/-1/1/State-Of-Competition-Within-The-Defense-Industrial-Base.Pdf>

Shaffer E.C., Massie D.D., Cross J.B., *Power And Energy Architecture For Army Advanced Energy Initiative*. Army Research Laboratory Adelphi, Maryland 20783. 01 NOV 2006. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA481011.pdf>

Shaffer E.C., *Power and energy architecture for army advanced energy initiative*, Army Research Laboratory. Adelphi, Maryland 20783, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA481011.pdf>

Sorczyński B., Szkutnik J., *Wpływ magazynów energii elektrycznej na pracę sektora energetycznego*, Rynek energii, kwiecień 2016.

Szczepaniak M., *Badanie wymagań technicznych stawianych zespołom prądotwórczym prądu przemiennego z silnikami spalinowymi...*, Elektro.info 1-2/2018, <https://www.elektro.info.pl/artykul/systemy-gwarantowanego-zasilania/70892,badanie-wymagan-technicznych-stawianych-zespolom-pradotworczym-pradu-przemiennego-z-silnikami-spalinowymi>

Szczepaniak M., *Zasilanie odbiorników wojskowych...*, Elektro.info 12/2019, <https://www.elektro.info.pl/artykul/systemy-gwarantowanego-zasilania/70892,badanie-wymagan-technicznych-stawianych-zespolom-pradotworczym-pradu-przemiennego-z-silnikami-spalinowymi>

Technological Innovation For Future Warfare, <https://www.nato-pa.int/document/2022-future-warfare-report-fridbertsson-025-stctts> <https://www.nato-pa.int/download-file?filename=/sites/default/files/2022-11/025%20STCTTS%2022%20E%20rev.1%20fin%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20WARFARE%20-%20FRIDBERTSSON%20REPORT.pdf>

Tencent QQ. *A New Approach to Tactical Edge Charging*. National Defense Technology News.23.02.2022. <https://new.qq.com/omn/20220223/20220223A0112200.html>

Tesla N., *Problem Zwiększenia Energii Ludzkości Ze Szczególnym Uwzględnieniem Energii Słonecznej*, Century Magazine” 1900.

This British Army Approach to Battlefield Electrification. UK Ministry of Defence (MOD). Army HQ. UK. 09.2021. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>

UK MoD. *This British Army Approach to Battlefield Electrification*. UK Ministry of Defence (MOD). Army HQ. UK. 09.2021. <https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>; <https://www.army.mod.uk/news-and-events/news/2022/05/army-sparks-up-electrifying-plan-for-future-battlefields/>

UK. MoD. *Battlefield Electrification - The British Army*. May 2022.

<https://www.army.mod.uk/media/17010/british-army-approach-to-battlefield-electrification.pdf>

United States Army Climate Strategy. Department of the Army, Office of the Assistant Secretary of the Army for Installations, Energy and Environment. February 2022. Washington, DC.

https://www.army.mil/e2/downloads/rv7/about/2022_army_climate_strategy.pdf

US DoD. *Department of the Army, Office of the Assistant Secretary of the Army for Installations, Energy and Environment*. February 2022. *United States Army Climate Strategy*. Washington, DC.

https://www.army.mil/e2/downloads/rv7/about/2022_army_climate_strategy.pdf

US DoD. *Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2021, A Report to Congress Pursuant to the National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2000,*

<https://media.defense.gov/2021/Nov/03/2002885874/-1/-1/0/2021-CMPR-FINAL.PDF>

Walden J., *Comparison of the STEEPLE Strategy Methodology and the Department of Defense's PMESII-PT Methodology*, Supply Chain Leadership Institute

WEF. *World Economic Forum. 10 trends for the future of warfare. Nov 3, 2016.* www.weforum.com/topics/artificial-intelligence-and-robotics

Wojskowa Inspekcja Gospodarki Energetycznej, *Zadania Biura WIGE zgodnie z Prawem energetycznym* 10.04.1997. <https://wige.wp.mil.pl/pl/pages/zadania-2017-01-16-4/>

ŹRÓDŁA SOURCES

Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o Elektromobilności i paliwach alternatywnych. Dz.U. 2018 poz. 317. Zmiany opublikowane w Dz.U.2022.1083

Wojskowe Centrum Normalizacji, Jakości i Kodyfikacji, *Wykaz Norm Obronnych (NO) i podręczników normalizacji obronnej (PDNO)*, https://wcnjik.wp.mil.pl/u/Wykaz_NO_i_PDNO_2022_040222_serwer.xls

Wojskowe Centrum Normalizacji i Kodyfikacji, *NO-61-A208:2021 Zespoły prądotwórcze z silnikami spalinowymi – Wymagania ogólne i metody badań*, <https://wcnjik.wp.mil.pl/pl/articles6-aktualnosci/2-posiedzenie-komitetu-technicznego-nr-176-ds-techniki-wojskowej-i-zaopatrzenia/>

Wkład w powstanie artykułu: redakcja naukowa – ANK; Wprowadzenie, Podejście teoretyczne, Badanie, Podsumowanie – KCh, PO.



Copyright (c) 2023 Aneta Nowakowska-Krystman, Krzysztof Chmielarczyk, Paweł Owczarczyk



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