

SEKTOR ELEKTROMOBILNOŚCI NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA POLSKI

WSTĘP DO STRATEGII



RAPORT
PAŹDZIERNIK 2026

20%

potencjału produkcyjnego
polskiego sektora motoryzacyjnego
pozostaje niewykorzystane.

Cywilny sektor elektromobilności może stać się zapleczem nowoczesnej obronności.



Instytut Sobieskiego
ul. Lipowa 1a lok. 20
00-316 Warszawa

sobieski@sobieski.org.pl
www.sobieski.org.pl

**SEKTOR ELEKTROMOBILNOŚCI NA RZECZ
BEZPIECZENSTWA POLSKI**
WSTĘP DO STRATEGII

Hanna Uhl
Krzysztof Konrad Michalski
Bartłomiej Pawlak
Piotr Woyke

Współpraca:
Adam Guibourgé-Czetwertyński
Robert Kroplewski
Maciej Romanów

Redakcja językowa, korekta
Agata Sawicka-Korgol

©Copyright by Instytut Sobieskiego 2026
ISBN 978-83-68374-28-5

Projekt i produkcja: Piotr Perzyna



SEKTOR ELEKTROMOBILNOŚCI NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA POLSKI

WSTĘP DO STRATEGII

Hanna Uhl
Krzysztof Konrad Michalski
Bartłomiej Pawlak
Piotr Woyke

WSPÓŁPRACA:
Adam Guibourgé-Czetwertyński
Robert Kroplewski
Maciej Romanów

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	6
EXECUTIVE SUMMARY	11
TRANSFORMACJA PRZEMYSŁU MOTORYZACYJNEGO W EUROPIE I W POLSCE	18
EUROPEJSKA ELEKTROMOBILNOŚĆ – ŚCIEŻKA WYJŚCIA Z PROBLEMÓW CZY ŚLEPY ZAUŁEK?	19
PRESJA KONKURENCYJNA I RYZYKO DEINDUSTRIALIZACJI	22
EUROPEJSCY PRODUCENCI	24
W POSZUKIWANIU NOWEGO MIEJSCA	24
TRANSPORT CIĘŻKI I INFRASTRUKTURA – ELEMENT ODPORNOŚCI CZY CHIŃSKIEJ DOMINACJI?	26
POLSKI RYNEK MOTORYZACYJNY – MIĘDZY UTRATĄ DOTYCHCZASOWYCH PRZEWAG A NOWYMI SPECJALIZACJAMI	29
SYNERGIE ELEKTROMOBILNOŚCI I SEKTORA BEZPIECZEŃSTWA	33
WPROWADZENIE	34
GŁÓWNE OBSZARY TECHNOLOGII PODWÓJNEGO ZASTOSOWANIA	39
DOŚWIADCZENIA UKRAINY: WERYFIKACJA W WARUNKACH KONFLIKTU	57
GRANICE TRANSFERU TECHNOLOGII MIĘDZY SEKTOREM CYWILNYM A OBRONNYM	60
ZNACZENIE DLA POLSKI I WARUNKI WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU	61

SUROWCE KRYTYCZNE	64
OD ZALEŻNOŚCI PALIWOWEJ DO ZALEŻNOŚCI MATERIAŁOWO-PRZEMYSŁOWEJ	65
JEDEN EKOSYSTEM SUROWCOWY DLA ELEKTROMOBILNOŚCI, ENERGETYKI I OBRONNOŚCI	66
UNIJNE RAMY: OD CELÓW DO ZDOLNOŚCI	67
RECYKLING: STRATEGICZNY, ALE NIE AUTOMATYCZNIE OPŁACALNY	68
POLSKA: PROBLEMEM JEST WYKONANIE, NIE BRAK INSTRUMENTÓW	69
PODSUMOWANIE	70
REKOMENDACJE POLITYCZNE	72
O AUTORACH	78
O WYDAWCY	84

WPROWADZENIE



Elektromobilność była dotychczas postrzegana przede wszystkim jako element transformacji klimatycznej w sektorze transportu. Rozwój pojazdów elektrycznych, produkcji baterii oraz infrastruktury ładowania miał służyć ograniczeniu emisji, zmniejszaniu zużycia paliw kopalnych i modernizacji przemysłu motoryzacyjnego. Zmiana sytuacji geopolitycznej, rosnące znaczenie bezpieczeństwa gospodarczego oraz potrzeba rozbudowy europejskich zdolności obronnych nadają jednak tym technologiom szersze znaczenie.

Najważniejszym punktem odniesienia jest wojna w Ukrainie. Pokazała ona zarówno skalę zapotrzebowania na tradycyjne uzbrojenie, jak i tempo, w jakim technologie rozwijane na rynku cywilnym trafiają na pole walki i zmieniają sposób prowadzenia działań. Drony i systemy bezzałogowe, oprogramowanie, sensory czy elektronika rozwijają się w cyklach znacznie krótszych niż klasyczne programy zbrojeniowe, a przewagę daje im nie tylko sam projekt, ale także zdolność do jego szybkiego udoskonalania i masowej produkcji. Strona rosyjska również szybko uczy się nowych form walki i przedstawia swój przemysł na nowe zdolności produkcji uzbrojenia opartego na inteligentnych rozwiązaniach. Intensywne ataki na infrastrukturę energetyczną zwiększają znaczenie rozproszonych baterii dla odporności społeczeństwa oraz systemu obronnego. Unia Europejska¹ i NATO² wprost wskazują dziś, że doświadczenia Ukrainy powinny być przenoszone do europejskich procesów innowacji, rozwoju zdolności i przemysłu obronnego. W tym kontekście „dual-use” znaczy dużo więcej niż „cywilny produkt użyty przez wojsko”, oznacza przepływ technologii, kompetencji produkcyjnych i łańcuchów dostaw między gospodarką cywilną a bezpieczeństwem.

Dla Polski ten proces ma szczególną wagę. Jesteśmy państwem wschodniej flanki NATO, działania wojenne są prowadzone bezpośrednio za naszą wschodnią granicą, od lat mierzymy się z wojną hybrydową. Nie powinno więc dziwić, że w kraju panuje powszechny konsensus, iż obronność jest najwyższym priorytetem państwa,

- 1 Rada Europejska, Conclusions – 18 and 19 June 2026, EUCO 8/26, s. 16: <https://www.consilium.europa.eu/media/r1rowtfb/en-20260619-european-council-conclusions.pdf>; Komisja Europejska, EU Defence Industry Transformation Roadmap, Brussels, 19.11.2025, COM(2025) 845 final: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025DC0845>.
- 2 Pre-ministerial press conference by NATO Secretary General Mark Rutte ahead of the meeting of NATO Ministers of Foreign Affairs in Helsingborg, Sweden, NATO, 20.05.2026: <https://www.nato.int/en/news-and-events/events/transcripts/2026/05/20/pre-ministerial-press-conference> (dostęp 11.08.2026).

a polityka bezpieczeństwa stała się jednym z głównych kierunków wydatków publicznych. W budżecie na 2026 r. na obronę przewidziano 200,1 mld zł, czyli 4,81% PKB³, tym samym w ciągu 15 lat odnotowano ponad 8-krotny wzrost wydatków na zbrojenia. Polska dysponuje takimi instrumentami finansowymi jak SAFE, Fundusz Wsparcia Sił Zbrojnych oraz nowo utworzony Fundusz Bezpieczeństwa i Obronności. Dodatkowe źródła finansowania sektora obronnego, a zwłaszcza przedsięwzięć dual-use, stanowią środki z funduszy PFR i PFR Ventures oraz BGK Vinci, a od niedawna także z Funduszu „Chrobry”. Zapewnia to potężny zastrzyk finansowy, który przynosi efekty widoczne w postaci wzrostu zainteresowania tymi obszarami gospodarki wśród firm i funduszy *private equity* i *venture capital*. Przy takiej skali nakładów warto zadać sobie pytanie, ile z tych wydatków przełoży się na trwałe kompetencje przemysłowe, technologiczne i produkcyjne w kraju. Szczególnie istotne staje się więc poszukiwanie sektorów cywilnych, które mogą zasilać polski łańcuch wartości w obszarze obronności.

Zdaniem autorów takim sektorem jest motoryzacja. Co ważne, nie jest to hipoteza budowana wyłącznie na podobieństwie technologii. W Europie Zachodniej proces włączania firm z branży motoryzacyjnej do łańcucha wartości obronności już się rozpoczął i w 2026 r. wyraźnie przyspieszył. W obliczu nasilającego się kryzysu europejskiej branży motoryzacyjnej ruch ten ma również znaczenie strategiczne dla sektora; Renault, na zlecenie francuskiego resortu obrony, wykorzystuje kompetencje projektowe i produkcyjne m.in. przy dronach TOUTATIS oraz hybrydowym pojeździe 4 TROOP⁴; Daimler Truck rozwija wydzieloną globalną markę Defence i zakłada wzrost przychodów z tego segmentu do 1 mld euro w 2028 r.⁵; Volkswagen prowadzi rozmowy z firmami obronnymi na temat wykorzystania kompetencji i mocy zakładu w Osnabrück⁶. Wspólny mianownik tych projektów jest niepodważalny – przemysł obronny sięga po to, w czym motoryzacja jest szczególnie silna, czyli projektowanie na potrzeby produkcji seryjnej, automatyzację, zarządzanie jakością i kosztami, rozbudowane sieci dostawców oraz zdolność szybkiego skalowania produkcji.

Wszystko to ma bezpośrednie znaczenie dla Polski, której przemysł motoryzacyjny jest duży, ale ma inną strukturę niż w największych państwach Europy Zachodniej. Jego siłą są przede wszystkim części, komponenty i produkcja dla zagranicznych koncernów: niemal 68% firm branży zajmuje się produkcją części i podzespołów, a 92% wartości dodanej wytwarzanej przez sektor trafia do odbiorców zagranicznych. Kluczowym partnerem pozostają Niemcy, które w 2023 r. odpowiadały za 31% wartości

3 Sejm przyjął ustawę budżetową na 2026 rok, Ministerstwo Finansów, 5.12.2025:

<https://www.gov.pl/web/finanse/sejm-przyjal-ustawe-budzetowa-na-2026-rok> (dostęp 11.08.2026).

4 Military drones and multi-role vehicles: Renault Group puts its expertise to work for defense, Renault Group, 19.06.2026:

<https://www.renaultgroup.com/en/magazine/technology/military-drones-and-multi-role-vehicles-renault-group-puts-its-expertise-to-work-for-defense/> (dostęp 11.08.2026); F. Loeve, G. Guillaume, France's drone production shifts from policy ambition to factory floor, Reuters, 5.08.2026: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/frances-drone-production-shifts-policy-ambition-factory-floor-2026-08-05/> (dostęp 11.08.2026).

5 Daimler Truck Expands Global Defence Business, Daimler Truck, 15.06.2026: <https://www.daimlertruck.com/en/newsroom/pressrelease/daimler-truck-expands-global-defence-business-53506055> (dostęp 11.08.2026).

6 M. Martinez, VW holds intensive talks with defence companies, Bild reports, Reuters, 28.04.2026:

<https://www.reuters.com/business/vw-holds-intensive-talks-with-defence-companies-bild-reports-2026-04-28/> (dostęp 11.08.2026).

polskiego eksportu motoryzacyjnego⁷. Przez lata ten model pozwalał Polsce rosnać wraz z zachodnioeuropejskim przemysłem samochodowym. Dziś oznacza jednak również ryzyko – coraz silniej odczuwane są bowiem skutki europejskiego kryzysu branży, a wśród wielu firm dominuje niepewność co do przyszłości. Jeśli więc zachodnie koncerny i ich dostawcy zaczną przesuwając część kompetencji, zamówień i wolnych mocy w stronę obronności, Polska może albo wejść w ten nowy łańcuch wartości, albo pozostać na jego peryferiach. Jednym z powodów powstania tego raportu jest przekonanie, że Polska powinna dostrzec potencjał technologii podwójnego zastosowania (dual-use) i włączyć się w ich rozwój, zanim kierunki współpracy oraz podział ról w Europie zostaną ustalone.

Moment jest tym bardziej istotny, że równolegle zmienia się krajowy krajobraz elektromobilności. Po latach niepewności wokół projektu polskiego samochodu elektrycznego ElectroMobility Poland (EMP) w maju 2026 r. wskazała Foxconn jako strategicznego partnera dla hubu produkcyjno-rozwojowego w Jaworznie z udziałem jego spółki Foxtron Vehicle Technologies. Projekt zakłada nie tylko montaż samochodów, ale też kluczowe etapy produkcji, m.in. montaż pakietów baterii i napędów elektrycznych oraz powstanie centrum R&D rozwijającego oprogramowanie, analitykę danych i rozwiązania mobilności cyfrowej. Ministerstwo Aktywów Państwowych poinformowało o zabezpieczeniu na ten cel 4,5 mld zł finansowania z KPO; wiążące umowy z Foxconn mają zostać sfinalizowane jesienią 2026 r., budowa fabryki ma ruszyć wiosną 2027 r., a produkcja w 2029 r.⁸. To negocjowane w tej chwili partnerstwo może nie tylko spowodować, że Polska, będąca obecnie przede wszystkim klientem (m.in. importując zagraniczne samochody elektryczne, w tym chińskie), z biernego uczestnika rynku elektromobilności po raz pierwszy stałaby się aktywnym graczem. Ponadto współpraca z tak wszechstronnym gigantem jak Foxconn może stać się impulsem do budowania hubów technologicznych i skupiania podmiotów polskich i zagranicznych, dla których elektromobilność jest tylko jednym z kierunków strategicznego rozwoju.

Właśnie dlatego pytanie o dual-use warto postawić teraz, a nie po uruchomieniu fabryki i ukształtowaniu łańcucha dostaw. Technologie rozwijane dla elektromobilności, takie jak napędy elektryczne i hybrydowe, elektronika mocy, baterie, systemy zarządzania energią, oprogramowanie i automatyzacja produkcji, w wielu miejscach przecinają się z potrzebami nowoczesnej obronności. Podobnie infrastruktura energetyczna, dostęp do surowców krytycznych i zdolność do seryjnej produkcji mają znaczenie dla obu sektorów. Jeżeli w Polsce powstaje nowy ekosystem elektromobilności, warto od początku pytać, które jego elementy mogą wzmacniać również bezpieczeństwo państwa.

7 *Pozycja polskiego przemysłu motoryzacyjnego opiera się na produkcji części*, Polski Instytut Ekonomiczny, 28.10.2025: <https://pie.net.pl/pozycja-polskiego-przemyslu-motoryzacyjnego-opiera-sie-na-produkcji-czesci/> (dostęp 11.08.2026); „Tygodnik Gospodarczy” 14/2025, PIE, 10.04.2025: <https://pie.net.pl/numer-14-2025-10-kwietnia-2025/>.

8 *Pierwszy rok Ministra Wojciecha Balczona – aktywny właściciel*, Ministerstwo Aktywów Państwowych, 24.07.2026; *ElectroMobility Poland partners with Foxconn. EMP hub moves into the next phase of realization*, ElectroMobility Poland, 7.05.2026: <https://electromobilitypoland.pl/en/news/electromobility-poland-partners-with-foxconn-emp-hub-moves-into-the-next-phase-of-realization/> (dostęp 11.08.2026).

Na podstawie tych obserwacji powstał niniejszy raport. Nie stawia on tezy, że polski przemysł motoryzacyjny powinien „przestawić się na zbrojenia” ani że każda technologia elektromobilności znajdzie zastosowanie wojskowe. Szuka natomiast miejsc, w których rozwój obu sektorów może się wzajemnie wzmacniać. W dalszej części raportu analizowane są cztery takie obszary: synergie technologiczne, przede wszystkim związane z dronami, systemami bezzałogowymi i pojazdami hybrydowymi; baterie i infrastruktura energetyczna; surowce krytyczne oraz zdolności produkcyjne. Pytanie przewodnie brzmi: w jakich obszarach Polska ma już kompetencje, które warto w ten sposób wykorzystać, i jak zrobić to, zanim inni zbudują te powiązania bez nas?

EXECUTIVE SUMMARY



Elektromobilność nie powinna być postrzegana wyłącznie jako projekt klimatyczny ani jako nowa technologia mobilności. Jest częścią szerszej transformacji przemysłowej, w której rośnie znaczenie elektrochemii, elektroniki, oprogramowania, sztucznej inteligencji, autonomizacji i systemów zarządzania energią.

Technologie te są potrzebne zarówno gospodarce cywilnej, jak i nowoczesnym systemom bezpieczeństwa. Ich rozwój może ograniczać zależność od importowanych paliw i komponentów, zwiększać odporność infrastruktury oraz tworzyć rozwiązania możliwe do wykorzystania w sektorze obronnym.

Najważniejsze synergie między elektromobilnością a obronnością nie polegają na prostym zastępowaniu pojazdów wojskowych samochodami elektrycznymi. Dotyczą przede wszystkim wspólnych technologii i kompetencji: ogniw i systemów bateryjnych, elektroniki mocy, zarządzania energią, napędów elektrycznych i hybrydowych, sensorów, oprogramowania, cyberbezpieczeństwa oraz autonomicznych systemów sterowania. Szczególnie wyraźny potencjał istnieje w systemach bezzałogowych, zasilaniu elektroniki i systemów pokładowych, mobilnych źródłach energii i logistyce, a także w zwiększaniu efektywności systemów zarządzania energią dzięki wykorzystaniu zbieranych danych. W cięższych platformach załogowych bardziej realnym kierunkiem w średnim terminie jest hybrydyzacja niż pełna elektryfikacja. Obecny poziom rozwoju technologicznego napędów elektrycznych wyklucza ich wykorzystanie jako podstawowego napędu w ciężkich platformach wojskowych – szczególnie tych funkcjonujących okresowo w zimowych warunkach atmosferycznych.

Synergie te nie oznaczają jednak, że komponenty można łatwo stosować zamiennie w pojazdach cywilnych i wojskowych. W małych dronach, zwłaszcza wielowirnikowych, najczęściej wykorzystuje się lekkie pakiety z ogniwami typu *pouch*, zwyczajowo nazywane LiPo, które potrafią szybko generować dużą moc. Ogniwa cylindryczne 18650 i 21700 stosuje się przede wszystkim tam, gdzie ważniejsze są zasięg i czas lotu. W samochodach elektrycznych występują wszystkie trzy podstawowe formaty ogniw: cylindryczne, *pouch* i pryzmatyczne, przy czym globalnie dominuje ten ostatni. Nawet ogniwa tego samego formatu mogą różnić się składem, mocą, pojemnością, trwałością, bezpieczeństwem i wymiarami, dlatego nie zawsze można je stosować zamiennie⁹.

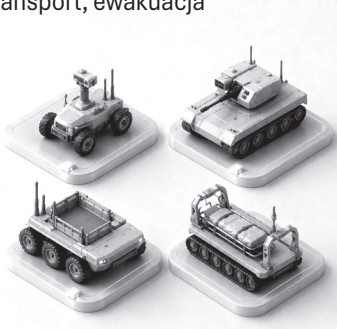
Istotne zależności obu sektorów występują wcześniej w łańcuchu dostaw: na poziomie przetworzonych surowców, materiałów katody i anody oraz, w przypadku silników z magnesami trwałymi, metali ziem rzadkich i magnesów neodymowo-żelazowo-borowych (NdFeB). Są to jedne z najbardziej skoncentrowanych geograficznie etapów produkcji. W 2025 r. Chiny odpowiadały za ok. 85% światowej produkcji materiałów katodowych i ponad 90% materiałów anodowych stosowanych w bateriach samochodów elektrycznych¹⁰. W 2024 r. wytwarzały również 91% rafinowanych pierwiastków ziem rzadkich wykorzystywanych do produkcji magnesów oraz 94% spiekanych magnesów trwałych.

Istotna jest jednak również synergia produkcyjna. Przemysł motoryzacyjny wnosi zdolność projektowania pod produkcję seryjną, automatyzację, zarządzanie jakością i kosztami, rozbudowane sieci dostawców oraz zdolność szybkiego skalowania. Sektor obronny stawia z kolei wysokie wymagania w zakresie niezawodności, odporności i bezpieczeństwa. Analiza Komisji Europejskiej pokazuje, że polski sektor motoryzacyjny osiągnął relatywnie wysoki poziom kompetencji zbliżonych do potrzebnych przy produkcji systemów bezzałogowych. Jest to wskazanie potencjału do wejścia w nowe łańcuchy wartości, a nie gotowej zdolności do produkcji systemów wojskowych.

9 Global EV Outlook 2026: Electric vehicle batteries, IEA, May 2026:
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026/electric-vehicle-batteries> (dostęp 11.08.2026).

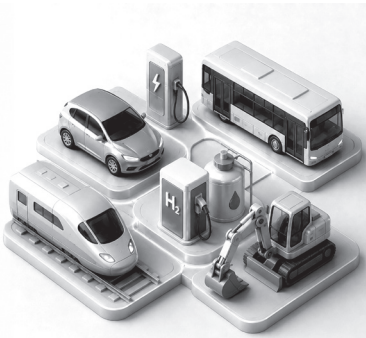
10 Global EV Outlook 2026: Manufacturing and trade, IEA, May 2026:
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026/manufacturing-and-trade> (dostęp 11.08.2026).

WYBRANE ZAGRANICZNE PRZYKŁADY KONWERCENCJI WIODĄCE FIRMY ŁĄCZĄ KOMPETENCJE Z SEKTORA MOTORYZACYJNEGO I TECHNOLOGII CYWILNYCH Z POTRZEBAMI OBRONNYMI

FIRMA		
		
TECHNOLOGIA / KOMPETENCJE		
platformy pojazdów, napędy, elektronika, integracja systemów	platformy hybrydowe i elektryczne, systemy mobilności, integracja pojazdów specjalistycznych	autonomiczne platformy, systemy sterowania, integracja sensorów i AI
ZASTOSOWANIE CYWILNE		
samochody osobowe, pick-upy, pojazdy użytkowe, rozwiązania EV	pojazdy komunalne, strażackie, budowlane, lotniskowe	logistyka, rolnictwo, ochrona środowiska, inspekcje
		
ZASTOSOWANIE W SEKTORZE BEZPIECZEŃSTWA		
pojazdy taktyczne, opancerzone, logistyka i wsparcie pola walki	pojazdy wojskowe, taktyczne, systemy transportu i wsparcia operacji	bezzałogowe pojazdy lądowe – rozpoznawanie, wsparcie ogniowe, transport, ewakuacja
		
WNIOSEK DLA POLSKI		
Wykorzystanie istniejących platform i łańcuchów dostaw do szybkiej realizacji potrzeb obronnych.	Elektryfikacja i modułowość zwiększają wszechstronność platform i odporność logistyczną.	Polski potencjał w robotyce i AI może wspierać rozwój autonomicznych platform dla wielu zastosowań.

Źródła: materiały firmowe; DefenseNews; GlobalData; raporty branżowe; opracowanie własne.

WYBRANE ZAGRANICZNE PRZYKŁADY KONWERCENCJI WIODĄCE FIRMY ŁĄCZĄ KOMPETENCJE Z SEKTORA MOTORYZACYJNEGO I TECHNOLOGII CYWILNYCH Z POTRZEBAMI OBRONNYMI

FIRMA		
		
TECHNOLOGIA / KOMPETENCJE		
napędy, wodorowe i elektryczne platformy, systemy mobilności, produkcja seryjna	elektronika, cyfryzacja, autonomizacja, systemy obrony, integracja platform	elektronika, produkcja zaawansowana, platformy EV, oprogramowanie, integracja systemów
ZASTOSOWANIE CYWILNE		
samochody, autobusy, pociągi, maszyny budowlane, wodór i EV	systemy dla przemysłu, motoryzacji, cyfrowe rozwiązania produkcyjne	elektronika użytkowa, serwery, pojazdy elektryczne, smart devices
		
ZASTOSOWANIE W SEKTORZE BEZPIECZEŃSTWA		
pojazdy opancerzone, systemy kolejowe, mobilność wojskowa, logistyka	uzbrojenie, pojazdy, systemy bezzałogowe, cyfrowe pole walki, amunicja	systemy C4ISR, łączność, drony, elektronika do zastosowań wojskowych
		
WNIOSEK DLA POLSKI		
Transfer technologii z transportu zbiorowego i kolejnictwa do zastosowań wojskowych.	Cyfryzacja i otwarte architektury kluczem do integracji i przewagi technologicznej.	Wykorzystanie kompetencji w elektronice i integracji do budowy suwerennych łańcuchów dostaw i systemów.

Ten proces już zachodzi w Europie: rosnące potrzeby obronne spotykają się z niewykorzystanymi mocami i kompetencjami części przemysłu cywilnego, w tym motoryzacyjnego. Dla Polski transformacja sektora motoryzacyjnego może więc stać się szansą nie tylko na utrzymanie miejsc pracy, lecz także na wejście w bardziej zaawansowane technologicznie segmenty łańcucha wartości.

Drugim strategicznym obszarem są baterie i infrastruktura energetyczna. Magazyny energii, mikrosieci i infrastruktura ładowania mogą zwiększać odporność baz wojskowych, szpitali, telekomunikacji, centrów danych i innych elementów infrastruktury krytycznej oraz ograniczać ich podatność na zakłócenia w dostawach energii i paliw. Doświadczenia Ukrainy pokazują znaczenie decentralizacji systemu energetycznego i magazynowania energii dla utrzymania funkcjonowania państwa i przemysłu podczas ataków na scentralizowaną infrastrukturę.

Elektromobilność zmienia jednocześnie charakter zależności strategicznych. Zmniejsza zależność od stale importowanych paliw, ale zwiększa znaczenie dostępu do surowców krytycznych i przede wszystkim zdolności ich przetwarzania. Lit, grafit, nikiel, kobalt, miedź czy pierwiastki ziem rzadkich są wykorzystywane zarówno w elektromobilności i energetyce, jak i w elektronice, systemach bezzałogowych oraz technologiach obronnych. Powstaje więc w praktyce wspólny ekosystem surowcowy dla elektromobilności, energetyki i bezpieczeństwa.

Nie jest to jednak zależność analogiczna do uzależnienia od ropy. Paliwa kopalne są zużywane jednorazowo, podczas gdy metale pozostają w gospodarce i mogą być odzyskiwane oraz ponownie wykorzystywane. Dlatego celem nie powinna być pełna autarkia surowcowa, lecz dywersyfikacja dostaw, rozwój własnych zdolności przetwórczych oraz gospodarki obiegu zamkniętego. Taką logikę przyjmuje również Critical Raw Materials Act: do 2030 r. UE wyznaczyła benchmarki 10% własnego wydobycia, 40% przetwarzania i 25% recyklingu oraz limit 65% zależności od jednego państwa trzeciego na istotnym etapie łańcucha.

Dla Polski oznacza to, że strategicznej pozycji nie trzeba budować poprzez próbę kontrolowania całego łańcucha surowcowego. Raport wskazuje szczególnie na te etapy, które pozwalają ponownie wprowadzać materiały do produkcji: hydrometalurgię, rafinację wtórną, odzysk metali, oczyszczanie materiałów do jakości bateryjnej oraz separację pierwiastków ziem rzadkich. Na rynku jest już kilka polskich firm aktywnych w tym sektorze. Po realizacji zapowiadanych kolejnych inwestycji do 2035 r. Polska będzie miała 45% zdolności produkcyjnych prekursorów i materiałów katodowych w Europie.

Polska jest już obecnie istotnym producentem części dla przemysłu motoryzacyjnego, w tym największym producentem baterii w Europie. Planowane partnerstwo ElectroMobility Poland z Foxconnem może ten potencjał zwiększyć, jeżeli doprowadzi nie tylko do lokalizacji produkcji, ale również do rozwoju krajowych dostawców, działalności B+R, transferu technologii i budowy własnych kompetencji inżynierskich. Taki właśnie model deklaruje obecnie EMP, ale jego realizacja wciąż pozostaje przedmiotem negocjacji.

Rosnąca obecność chińskich technologii i kapitału w europejskiej elektromobilności tworzy dodatkowe ryzyko tam, gdzie sektor cywilny ma stanowić zaplecze dla technologii dual-use i obronności. Sama lokalizacja produkcji w Europie nie gwarantuje bezpieczeństwa, jeśli kontrola nad kluczowymi komponentami, oprogramowaniem, danymi i aktualizacjami pozostaje poza UE. Współpraca z partnerami z państw niesojusznich wymaga więc świadomego ograniczania zależności i zachowania europejskiej kontroli nad strategicznymi elementami technologii.

Synergie między elektromobilnością a bezpieczeństwem nie powstaną jednak automatycznie. Oba sektory mają odmienne modele biznesowe, cykle rozwoju i wymagania techniczne. Potrzebna jest świadoma polityka publiczna, która stworzy warunki do współpracy, demonstracji technologii i finansowania projektów podwójnego zastosowania.

Polska posiada istotne aktywa: rozbudowany przemysł motoryzacyjny, producentów baterii i infrastruktury ładowania, kompetencje informatyczne, sektor energetyczny oraz rozwijający się przemysł obronny. Wyzwaniem nie jest więc stworzenie wszystkich zdolności od podstaw, lecz ich połączenie w spójny ekosystem.

TRANSFORMACJA PRZEMYSŁU MOTORYZACYJNEGO W EUROPIE I W POLSCE



EUROPEJSKA ELEKTROMOBILNOŚĆ – ŚCIEŻKA WYJŚCIA Z PROBLEMÓW CZY ŚLEPY ZAUŁEK?

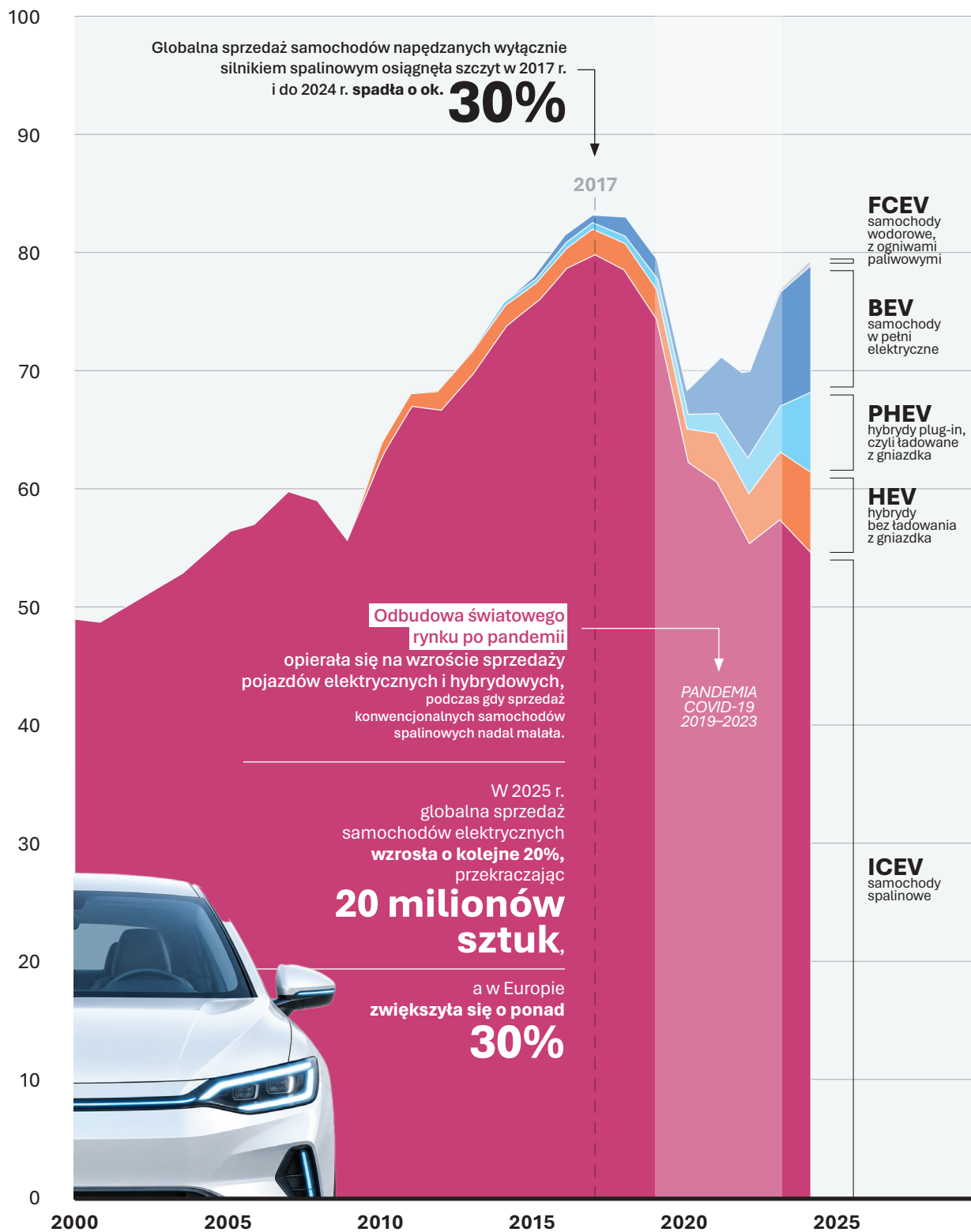
Debata o przyszłości europejskiej motoryzacji koncentruje się obecnie wokół tempa odchodzenia od napędów spalinowych, kosztów transformacji oraz zdolności europejskich producentów do konkutowania z przedsiębiorstwami z Chin i Stanów Zjednoczonych. Część europejskich producentów apeluje o większą elastyczność regulacyjną i spowolnienie transformacji, wskazując na słabszy popyt, wysokie koszty energii, konieczność ponoszenia dużych nakładów inwestycyjnych i niedostatecznie rozwiniętą infrastrukturę ładowania.

Jednak dane pokazują, że zmiana już się dokonała. Globalna sprzedaż samochodów napędzanych wyłącznie silnikiem spalinowym osiągnęła szczyt w 2017 r. i do 2024 r. spadła o ok. 30%¹¹. Odbudowa światowego rynku po pandemii opierała się na wzroście sprzedaży pojazdów elektrycznych i hybrydowych, podczas gdy sprzedaż konwencjonalnych samochodów spalinowych nadal malała. W 2025 r. globalna sprzedaż samochodów elektrycznych wzrosła o kolejne 20%, przekraczając 20 mln sztuk, a w Europie zwiększyła się o ponad 30%¹².

11 *What Next for the Global Car Industry – Executive summary*, IEA, 18.11.2025:
<https://www.iea.org/reports/what-next-for-the-global-car-industry/executive-summary> (dostęp 11.08.2026).

12 *Global EV Outlook 2026 – Executive summary*, IEA, 20.05.2026:
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026/executive-summary> (dostęp 11.08.2026).

GLOBALNA SPRZEDAŻ NOWYCH SAMOCHODÓW WEDŁUG RODZAJU NAPĘDU, 2000–2024 [%]

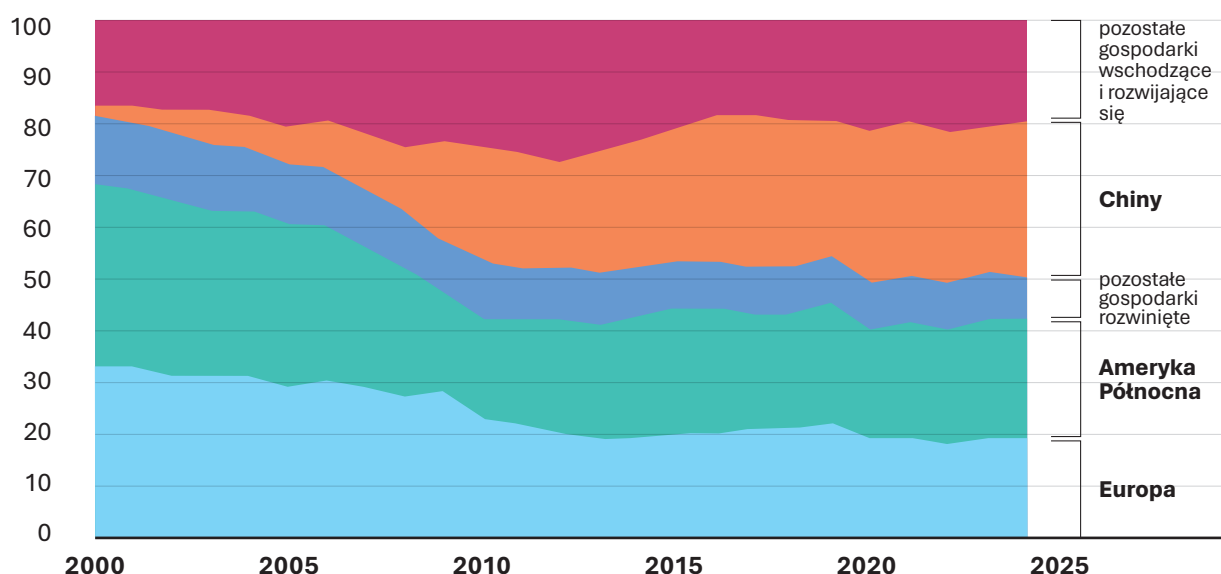


W konsekwencji przewaga konkurencyjna producentów przestaje wynikać wyłącznie z umiejętności projektowania silników, układów mechanicznych i nadwozi oraz sprawnej integracji wielu kooperantów. Coraz większe znaczenie ma kontrola nad całym – nowym – ekosystemem technologicznym: od ogniw bateryjnych i półprzewodników po system operacyjny pojazdu, zarządzanie energią, sztuczną inteligencję i usługi cyfrowe.

Zmiana technologiczna nakłada się na przesunięcie geograficzne światowego popytu. W 2000 r. Europa i Ameryka Północna odpowiadały łącznie za ok. 68% sprzedaży nowych samochodów; do 2024 r. ich udział zmniejszył się do ok. 40%, podczas gdy Chiny i pozostałe gospodarki wschodzące przekroczyły połowę rynku, wobec ok. 20% na początku stulecia.

Ma to bezpośrednie znaczenie dla konkurencyjności przemysłu. Największe rynki zapewniają producentom skalę niezbędną do obniżania kosztów, szybkiego wdrażania nowych technologii, rozwoju lokalnych dostawców oraz gromadzenia danych wykorzystywanych w oprogramowaniu i usługach cyfrowych. Europejski przemysł traci więc nie tylko udział w światowej sprzedaży, lecz także przewagę wynikającą z wielkości własnego rynku. Utrzymanie pozycji wymaga rozwoju w Europie pełnego ekosystemu elektromobilności i zdolności eksportowych, a nie jedynie przedłużania konkurencyjności istniejących technologii spalinowych.

UDZIAŁ REGIONÓW W GLOBALNEJ SPRZEDAŻY NOWYCH SAMOCHODÓW, 2000–2024 [%]



PRESJA KONKURENCYJNA I RYZYKO DEINDUSTRIALIZACJI

Stary Kontynent wyraźnie traci pozycję największego rynku motoryzacyjnego świata, choć nadal dysponuje rozbudowaną bazą przemysłową, silnymi markami, zapleczem inżynierskim oraz siecią dostawców. Pozycja Europy jest coraz bardziej podważana przez rozwój chińskiego ekosystemu elektromobilności.

Chińscy producenci korzystają z rozbudowanych krajowych łańcuchów dostaw, dużej skali rynku, dostępu do baterii i surowców – w tym metali ziem rzadkich, krótszych cykli projektowania nowych modeli oraz wsparcia polityk publicznych. Konkurencja nie dotyczy przy tym wyłącznie ceny samochodu. Obejmuje także oprogramowanie, integrację funkcji cyfrowych, systemy autonomiczne, tempo wprowadzania nowych produktów oraz możliwość kontrolowania kluczowych komponentów.

Według T&E niemal 25% łańcucha wartości samochodu elektrycznego znajduje się obecnie poza Europą wobec ok. 10% w przypadku pojazdu spalinowego. Problemem nie jest więc wyłącznie liczba samochodów montowanych w UE, ale także pochodzenie ogniw, materiałów katodowych, elektroniki, silników, półprzewodników i oprogramowania. Polityka przemysłowa powinna więc mierzyć nie tylko liczbę produkowanych samochodów, lecz również europejski udział w wartości pojazdu, własność technologii oraz zdolność samodzielnego utrzymania i rozwijania produkcji. Z tego wynika też, że rozwijany w Europie pomysł „Made in EU” nie powinien oznaczać wyłącznie końcowego montażu. Pomoc publiczna i zachęty popytowe powinny premiować rosnący udział europejskich baterii, komponentów i materiałów. Inwestorzy spoza UE mogą być częścią tego modelu, jeżeli lokalizują łańcuch dostaw i uczestniczą w rzeczywistym transferze technologii oraz kompetencji.

Największym ryzykiem nie jest jednak wyłącznie spadek sprzedaży europejskich marek. Jest nim możliwość stopniowej utraty kompetencji przemysłowych w obszarach, które będą tworzyły wartość w nowej gospodarce: bateriach, elektronice, półprzewodnikach, oprogramowaniu, robotyce i sztucznej inteligencji.



1

**KONKURENCJA
PRODUCENTÓW
CHIŃSKICH**

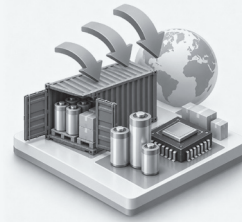
Presja cenowa i technologiczna



2

**WYSOKIE
KOSZTY ENERGII**

Pogorszenie
konkurencyjności produkcji



3

**ZALEŻNOŚĆ OD
IMPORTOWANYCH
BATERII I KOMPONENTÓW**

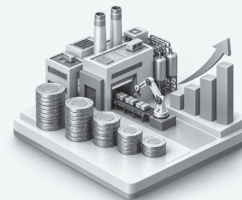
Ryzyko dla ciągłości dostaw



4

**ROSNĄCA ROLA
OPROGRAMOWANIA**

Konieczność budowy
nowych kompetencji



5

**WYSOKIE NAKŁADY
INWESTYCYJNE**

Obciążenie przepływów
finansowych i rentowności

GŁÓWNE CZYNNIKI PRESJI

NA EUROPEJSKI PRZEMYSŁ MOTORYZACYJNY

Złożone otoczenie makroekonomiczne, technologiczne i regulacyjne wywiera coraz większą presję na konkurencyjność europejskiego sektora automotive.



6

**NIEPEWNOŚĆ
REGULACYJNA**

Trudniejsze
planowanie inwestycji



7

**SŁABSZY POPYT
W CZĘŚCI SEGMENTÓW**

Ryzyko niewykorzystania
mocy produkcyjnych

EUROPEJSCY PRODUCENCI W POSZUKIWANIU NOWEGO MIEJSCA

Nie istnieje jeden europejski model transformacji. BMW szybko elektryfikuje sprzedaż, lecz korzysta z chińskich ogniw. Volkswagen buduje własny przemysł bateryjny, a zarazem współpracuje z XPengiem. Mercedes kontroluje oprogramowanie, ale wolniej zwiększa udział BEV. Volvo jest silnie zelektryfikowane, lecz kontrolowane przez Geely. Renault lokalizuje produkcję we Francji z udziałem dostawców azjatyckich, a Stellantis łączy własne platformy z Leapmotor i CATL.

- **Volkswagen** – rozwija własną produkcję ogniw przez PowerCo, ale jednocześnie współpracuje z chińskimi partnerami w obszarze oprogramowania, elektroniki i materiałów bateryjnych, m.in. z XPengiem i Huayou Cobalt. Strategia łączy europejską skalę produkcji z importem chińskich kompetencji technologicznych.
- **BMW** – należy do producentów najlepiej przygotowanych do realizacji europejskich celów CO₂ i osiąga wysoki udział samochodów elektrycznych. Zachowuje kontrolę nad konstrukcją pojazdu i napędem, ale ogniwa kupuje głównie od azjatyckich dostawców, w tym CATL i EVE Energy.
- **Mercedes-Benz** – koncentruje się na segmencie premium, własnym oprogramowaniu i hybrydach plug-in. Udział BEV pozostaje niższy niż w BMW i Volvo, a realizację celów emisyjnych ułatwia mu wspólna pula z Volvo.
- **Volvo** – osiąga jeden z najwyższych udziałów pojazdów elektrycznych w ofercie wśród tradycyjnych europejskich marek. Jednocześnie większościowym właścicielem spółki jest chińskie Geely, dlatego Volvo jest częścią chińskiego ekosystemu kapitałowego i technologicznego.
- **Renault** – stawia na mniejsze, bardziej przystępne cenowo samochody elektryczne i koncentrację produkcji we Francji. Próbuje rozwijać lokalny ekosystem baterii, silników i oprogramowania, ale nadal korzysta z azjatyckich dostawców ogniw oraz współpracuje z Geely.
- **Stellantis** – utrzymuje szeroki wybór napędów i własne platformy STLA, a jednocześnie rozwija partnerstwa z chińskimi firmami. Inwestycja w Leapmotor pozwala szybko wprowadzać tańsze modele elektryczne, natomiast współpraca z CATL ma zapewnić produkcję baterii LFP w Europie.

Najwyżej spośród tradycyjnych producentów T&E oceniło przygotowanie Volkswagena do transformacji łańcucha wartości; powyżej 60 punktów uzyskał także Stellantis, natomiast Renault, Mercedes-Benz, Volvo i BMW nie przekroczyły 50 punktów. Volkswagen, Stellantis i Mercedes były jednocześnie najbardziej zaangażowane w europejski łańcuch dostaw baterii. Ranking mierzy jednak kontrakty i inwestycje, a nie pełną niezależność od Chin¹³.

Porównanie strategii producentów pokazuje, że technologiczna dominacja europejskiej motoryzacji wyraźnie słabnie. Europejskie koncerny coraz częściej korzystają z chińskich baterii, platform, oprogramowania i kapitału, zachowując przede wszystkim markę, sieć sprzedaży i montaż. Jednocześnie ekspansja chińskich producentów okazała się szybsza, niż zakładano: w 2025 r. ich udział w europejskim rynku wzrósł do ok. 6%, a w segmencie BEV przekroczył 7%¹⁴. Zmiana układu sił wciąż więc trwa. Bez odbudowy własnych kompetencji w zakresie baterii, elektroniki i oprogramowania Europa może zachować fabryki, ale utracić kontrolę nad najbardziej wartościową częścią samochodu.

Z perspektywy bezpieczeństwa i potencjalnych zastosowań dual-use rosnąca zależność europejskiej elektromobilności od chińskich technologii jest realnym problemem. Baterie, elektronika, telematyka, sensory czy oprogramowanie stanowią jednocześnie zaplecze technologii obronnych. Jeżeli europejski sektor cywilny ma w przyszłości zasilać także przemysł bezpieczeństwa, nie może pozostawać strukturalnie zależny od dostawcy z państwa niesojuszniczego w zakresie kluczowych komponentów, danych lub oprogramowania.

Samo przeniesienie produkcji chińskiej firmy do Europy nie rozwiązuje tego problemu. Potrzebne są twarde warunki współpracy dotyczące kontroli nad technologią, danymi i aktualizacjami, możliwości niezależnego utrzymania systemów oraz bezpieczeństwa dostaw. Takie podejście znajduje już odzwierciedlenie w europejskich mechanizmach screeningu inwestycji, które przewidują m.in. ograniczanie dostępu zagranicznego inwestora do wrażliwych technologii i informacji, wymóg korzystania z bezpiecznych dostawców, lokalizację określonych danych w UE czy ograniczenia praw korporacyjnych inwestora. Stany Zjednoczone poszły dalej, ograniczając wykorzystanie w *connected vehicles* określonego oprogramowania i sprzętu powiązanego z Chinami i Rosją ze względu na możliwość dostępu do danych i zdalnego oddziaływania na pojazd. Europa powinna stosować podobną zasadę ostrożności. A w obszarach potencjalnego dual-use powinna ograniczyć ryzyko już na etapie budowania nowych partnerstw przemysłowych, a nie dopiero po powstaniu zależności.

13 *Pedal to the metal: How prepared are European carmakers for EV value chain transformation?*, T&E, 4.12.2023: <https://www.transportenvironment.org/articles/pedal-to-the-metal-how-prepared-are-european-carmakers-for-ev-value-chain-transformation> (dostęp 11.08.2026).

14 *Economic and Market Report Global and EU auto industry Full year 2025*, ACEA, April 2026: https://www.acea.auto/files/Economic_and_Market_Report-Full_year_2025.pdf (dostęp 11.08.2026).

TRANSPORT CIĘŻKI I INFRASTRUKTURA – ELEMENT ODPORNOŚCI CZY CHIŃSKIEJ DOMINACJI?

Szczególne znaczenie dla gospodarki i bezpieczeństwa ma elektryfikacja transportu ciężkiego. Według najnowszych szacunków Komisji Europejskiej liczba zeroemisyjnych ciężarówek w UE ma wzrosnąć z ok. 26 tys. obecnie do blisko 400 tys. w 2030 r.¹⁵ Szersza analiza Komisji dotycząca całego segmentu pojazdów ciężkich wskazuje na flotę 410–600 tys. zeroemisyjnych pojazdów ciężkich do 2030 r., przy czym nawet ok. 90% z nich mogą stanowić pojazdy bateryjno-elektryczne.¹⁶ Skala tej transformacji oznacza, że elektryfikacja transportu dostawczego i ciężkiego będzie miała znaczenie nie tylko dla dekarbonizacji, lecz także dla bezpieczeństwa gospodarczego i odporności systemu transportowego. Wraz ze wzrostem udziału pojazdów elektrycznych konieczne będzie zapewnienie infrastruktury krytycznej umożliwiającej utrzymanie ciągłości procesów transportowych również w sytuacjach kryzysowych.

Rozwój ładowania dużej mocy będzie wymagał bardzo szybkiej rozbudowy infrastruktury. Według McKinsey w 2025 r. w Europie funkcjonowało mniej niż 2 tys. publicznych punktów ładowania odpowiednich dla samochodów ciężarowych, podczas gdy do 2030 r. ich liczba powinna wzrosnąć ok. 25-krotnie. Infrastruktura ładowania w bazach flot powinna w tym samym okresie zwiększyć się ok. 20-krotnie.¹⁷ Oznacza to potrzebę budowy dziesiątek tysięcy punktów ładowania dużej mocy oraz związanych z nimi hubów energetycznych, nowych przyłączy, magazynów energii, lokalnych źródeł wytwórczych i systemów zarządzania mocą.

Powstająca infrastruktura w przyszłości będzie mogła służyć nie tylko operatorom komercyjnym, ale także administracji, służbom ratowniczym, operatorom infrastruktury krytycznej i logistyce wojskowej.

W tym sensie elektryfikacja transportu prowadzi do stopniowego zacierania granic między sektorem motoryzacyjnym, energetycznym i cyfrowym. Ładowarka przestaje być pojedynczym urządzeniem, a staje się elementem lokalnego systemu energetycznego, który może magazynować energię, zarządzać zapotrzebowaniem i zapewniać zasilanie awaryjne.

15 *EU Ministers back zero-emission truck corridors*, 8.06. 2026: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/eu-ministers-back-zero-emission-truck-corridors-2026-06-08_en (dostęp: 11.08.2026).

16 *New communication assesses market readiness of heavy-duty road transport vehicles*, European Commission, 19.06.2025: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/new-communication-assesses-market-readiness-heavy-duty-road-transport-vehicles-2025-06-19_en (dostęp: 11.08.2026).

17 *Europe's ZE truck transition: Key for decarbonization – and competitiveness*, McKinsey & Company, 20.11.2025: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/europes-ze-truck-transition-key-for-decarbonization-and-competitiveness> (dostęp: 11.08.2026).

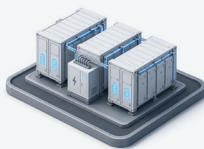
HUB ŁADOWANIA JAKO ELEMENT INFRASTRUKTURY ODPORNOŚCIOWEJ

ZINTEGROWANY HUB ŁADOWANIA WSPIERA MOBILNOŚĆ CYWILNĄ I OPERACJE W SEKTORZE BEZPIECZEŃSTWA ORAZ ZAPEWNIĄ ZASILANIE AWARYJNE KLUCZOWEJ INFRASTRUKTURY.



SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNA

Stabilne zasilanie
Dostęp do
mocy szczytowej



MAGAZYN ENERGII

Magazynowanie energii
Stabilizacja sieci
Zasilanie awaryjne



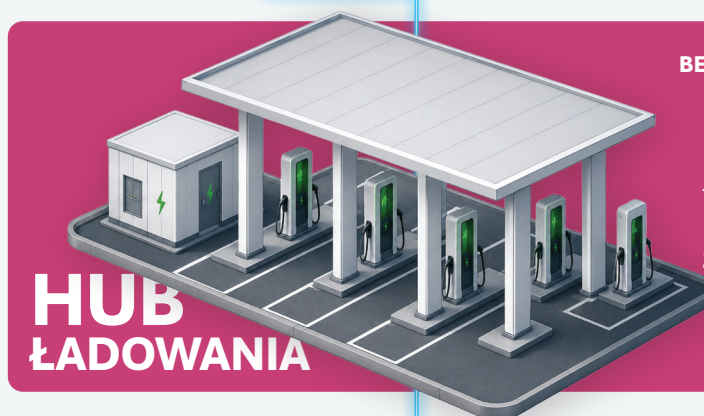
ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Czysta energia
Niezależność
energetyczna



ZASILANIE AWARYJNE INFRASTRUKTURY KRYTYCZNEJ

Szpital i placówki medyczne
Centra danych i łączność
Węzły transportowe
Administracja publiczna



CYBER- BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA DANYCH

ŁADOWARKI
DUŻEJ MOCY
150 kW – 1+ MW

INTELIGENTNE
ZARZĄDZANIE
ENERGIĄ

INTEGRACJA
I OTWARTE
STANDARDY



FLOTA CYWILNA

Samochody
Autobusy elektryczne



TRANSPORT CIĘŻKI

Ciężarówki elektryczne
Pojazdy dalekobieżne



SŁUŻBY PUBLICZNE

Policja, straż, pogotowie
Pojazdy operacyjne



LOGISTYKA WOJSKOWA

Zaopatrzenie i transport
Mobilność jednostek

Hub ładowania to nie tylko **infrastruktura mobilności**,
ale też strategiczny element
systemu bezpieczeństwa i odporności państwa.

ODPORNOŚĆ ENERGETYCZNA

Redukcja zależności
od zewnętrznych źródeł
energii i paliw.

CIĄGŁOŚĆ DZIAŁANIA

Zapewnienie mobilności
i zasilania infrastruktury
w sytuacjach kryzysowych.

PODWÓJNE ZASTOSOWANIE

Wspólna infrastruktura
dla potrzeb cywilnych
i bezpieczeństwa.

EFEKTYWNOŚĆ I OSZCZĘDNOŚĆ

Optymalizacja wykorzystania
energii i obniżenie kosztów
operacyjnych.

Wymogi regulacyjne zwiększają popyt na zeroemisyjne ciężarówki i infrastrukturę ładowania, jednak tempo transformacji przemysłowej pozostaje nierówne. W 2025 r. elektryczne ciężarówki stanowiły ok. 5% sprzedaży nowych ciężarówek w UE wobec 15% w Chinach¹⁸. Chiny zachowują więc istotną przewagę skali, choć europejski rynek szybko nadrabia dystans – ceny ciężkich ciągników elektrycznych w Europie spadły od 2023 r. o 31%¹⁹.

Istotna luka konkurencyjna znajduje się jednak głębiej w łańcuchu wartości. Koszt ogniw produkowanych w Europie jest obecnie średnio o ok. 90% wyższy niż w Chinach, przede wszystkim ze względu na mniejszą skalę produkcji²⁰. Wraz ze wzrostem wykorzystania europejskich fabryk różnica ta może znacząco zmaleć do 2030 r. T&E i BCG ostrzegają jednocześnie, że zbyt wolna transformacja europejskich producentów może otworzyć konkurentom z Chin i USA drogę do przejęcia nawet 11% unijnego rynku ciężarówek do 2035 r.²¹.

Ryzyko nie ogranicza się więc do importu gotowych pojazdów. Import chińskich baterii do UE wzrósł w latach 2020–2025 niemal siedmiokrotnie, do blisko 30 mld dolarów²², a wcześniejsza analiza T&E wskazywała, że publiczne wsparcie dla zagranicznych inwestycji bateryjnych w Europie nie zawsze było powiązane z warunkami dotyczącymi transferu technologii, lokalnego łańcucha dostaw czy kompetencji²³. Bez odpowiedniej polityki przemysłowej część środków wspierających elektryfikację może więc zwiększać popyt na technologie importowane zamiast budować europejskie zdolności przemysłowe. Wsparcie transformacji powinno równolegle wzmacniać europejski łańcuch wartości – od materiałów i baterii, przez elektronikę mocy i infrastrukturę ładowania, po oprogramowanie i integrację systemów – tak aby dekarbonizacja zwiększała konkurencyjność i odporność Europy, a nie tworzyła nowe zależności technologiczne.

18 Zero-emission trucks in Europe – the road so far, T&E, 13.03.2026: <https://www.transportenvironment.org/articles/zero-emission-trucks-in-europe-the-road-so-far> (dostęp 11.08.2026).

19 State of European Transport 2026 – Trucks and Buses, T&E, 25.03.2026: <https://www.transportenvironment.org/state-of-european-transport/state-of-transport-2026/trucks> (dostęp 11.08.2026).

20 The falling cost gap between EU and Chinese batteries, T&E, 2.03.2026: <https://www.transportenvironment.org/articles/the-falling-cost-gap-between-eu-and-chinese-batteries> (dostęp 11.08.2026).

21 Impact assessment of the transition to zero-emission trucks in Europe, T&E, 27.09.2023: <https://www.transportenvironment.org/articles/impact-assessment-of-the-transition-to-zero-emission-trucks-in-europe> (dostęp 11.08.2026).

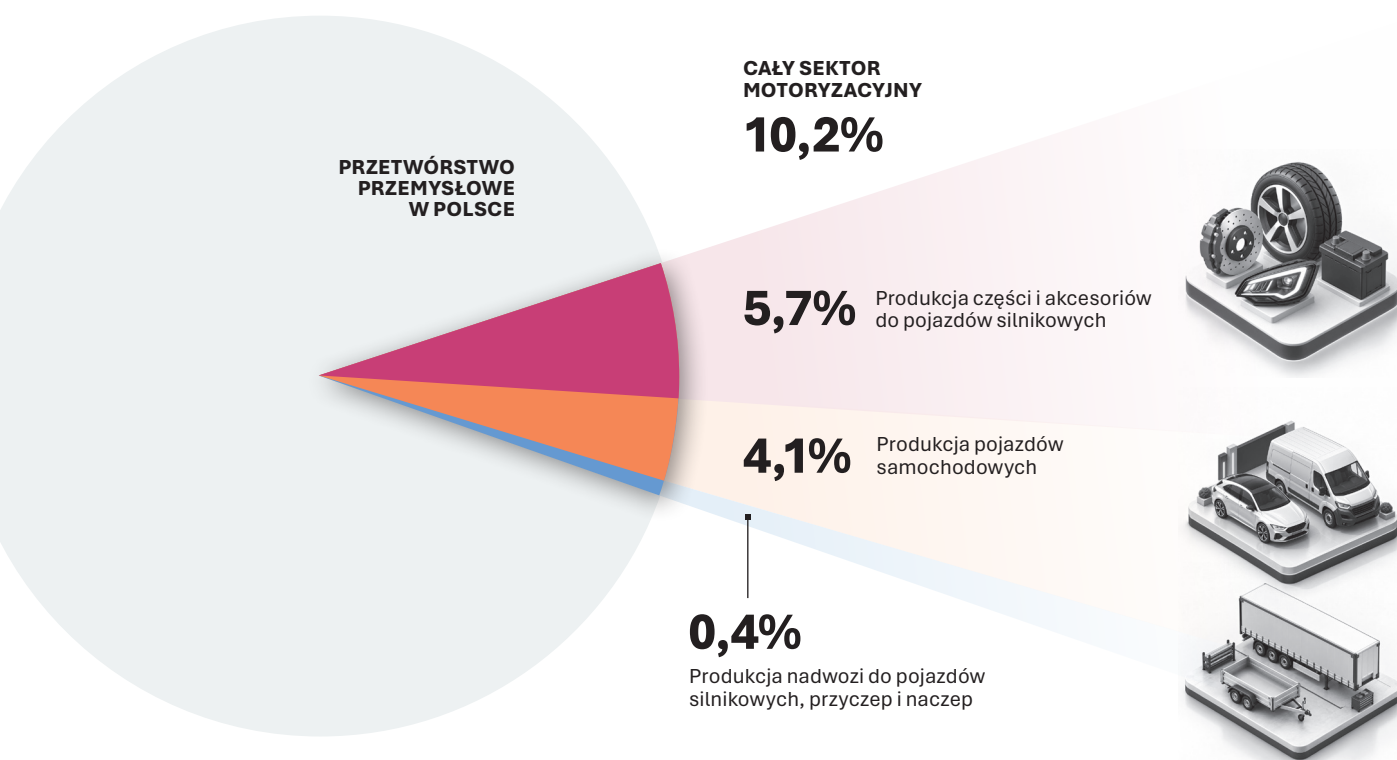
22 L. Mathieu, L. Machet, The presence of Chinese automakers in the EU car market, T&E, 13.07.2026: https://www.transportenvironment.org/articles/presence_chinese_automakers_eu_car_market (dostęp 11.08.2026).

23 Assembly plant or battery powerhouse? Analysis of foreign battery investments in EU, T&E, 18.02.2025: <https://www.transportenvironment.org/articles/assembly-plant-or-battery-powerhouse-analysis-of-foreign-battery-investments-in-eu> (dostęp 11.08.2026).

POLSKI RYNEK MOTORYZACYJNY – MIĘDZY UTRATĄ DOTYCHCZASOWYCH PRZEWAG A NOWYMI SPECJALIZACJAMI

Motoryzacja pozostaje jednym z filarów polskiego przemysłu (trzeci co do wielkości sektor przemysłu w Polsce). Odpowiada bezpośrednio za ok. 1,4% krajowej wartości dodanej brutto i 8,5% eksportu brutto towarów i usług. W zależności od przyjętej metodologii w sektorze pracuje od ok. 200 tys. do 340 tys. osób, a wraz z miejscami pracy powstającymi u poddostawców i w usługach jego znaczenie jest jeszcze większe.

NAJWAŻNIEJSZE SKŁADOWE PRZETWÓRSTWA PRZEMYSŁOWEGO W 2023 ROKU UDZIAŁ W ŁĄCZNYM PRZETWÓRSTWIE PRZEMYSŁOWYM W POLSCE [%]



Polska nie jest jednak przede wszystkim producentem gotowych samochodów osobowych. Specjalizuje się w dostarczaniu części, komponentów i usług dla zagranicznych koncernów. Produkcja części daje sektorowi pewną odporność, ponieważ firmy obsługują nie tylko montownie nowych samochodów z silnikiem spalinowym, ale też rynek napraw i części zamiennych, a część z nich z łatwością odnajdzie się we współpracy z producentami EV. Jednocześnie duża część działalności pozostaje na niższych etapach łańcucha wartości, podczas gdy projektowanie pojazdów, rozwój kluczowych technologii i decyzje o lokalizacji nowych modeli są zazwyczaj skupione w centralach koncernów. W Polsce działa 12 fabryk pojazdów finalnych, które zatrudniają ok. 23 tys. osób, a więc jedynie około jednej dziesiątej pracowników sektora.

Obraz produkcji samochodów osobowych jest mniej dramatyczny, niż sugerowały pierwsze dane za 2025 r. Początkowo informowano o radykalnym spadku rynku o 52,6%. Odsetek ten obejmował jednak tylko pojazdy wyposażone wyłącznie w tłokowy silnik spalinowy. Po uwzględnieniu wszystkich rodzajów napędów produkcja wyniosła 291,9 tys. samochodów wobec 315,3 tys. rok wcześniej (spadek o 7,4%).

Dane pokazują wyraźną zmianę struktury produkcji: pojazdy wyposażone wyłącznie w napęd spalinowy stanowią już mniej niż połowę produkowanych w Polsce samochodów osobowych. Jednocześnie pozycja Polski w produkcji samochodów osobowych pozostaje znacznie słabsza w porównaniu z Czechami czy Słowacją. Relatywnie większe znaczenie zyskują natomiast pojazdy użytkowe. W 2025 r. Polska wyprodukowała blisko 30 tys. samochodów ciężarowych, co dawało jej czwarte miejsce w UE. Plany inwestycyjne firm samochodowych popchną nasz kraj z obecnego trzeciego miejsca na pozycję pierwszego w Europie producenta samochodów dostawczych do 2030 r. Wtedy z ponad 430 tys. produkowanych pojazdów niemal połowę stanowić będą modele elektryczne²⁴.

Tym samym pod największą presją znajdują się obecnie producenci wyrobów wykorzystywanych wyłącznie w samochodach spalinowych: silników, filtrów paliwa, układów wydechowych i części mechanicznych, które nie mają bezpośredniego odpowiednika w pojazdach elektrycznych. Większe możliwości rozwoju mają producenci komponentów wykorzystywanych niezależnie od rodzaju napędu, pojazdów użytkowych, autobusów elektrycznych, elektroniki, oprogramowania oraz systemów zarządzania energią.

Polska zdobyła również silną pozycję w produkcji akumulatorów litowo-jonowych, ale przykład tego sektora pokazuje ograniczenia modelu opartego na zagranicznych inwestycjach. W 2024 r. eksport baterii zmniejszył się niemal o połowę i poziom ten utrzymał się także w pierwszej połowie 2025 r. Produkcja jest zależna od zagranicznych dostaw, decyzji międzynarodowych koncernów i koniunktury na europejskim rynku EV. Dlatego szczególnego znaczenia nabierają obszary pozwalające zatrzymać więcej wartości w kraju: recykling i ponowne wykorzystanie baterii, elektronika mocy, oprogramowanie, cyberbezpieczeństwo oraz własne prace badawczo-rozwojowe.

24 B. Gebel, *Electric Light Commercial Vehicles: Europe's next industrial test*, T&E, 8.07.2026: <https://www.transportenvironment.org/articles/electric-light-commercial-vehicles-europes-next-industrial-test> (dostęp 11.08.2026).

ELECTROMOBILITY POLAND – PRODUCENT, HUB, AKCELERATOR, GAME CHANGER POLSKIEJ GOSPODARKI?

W maju 2026 r. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej podpisał umowy dotyczące finansowania projektu na kwotę ok. 4,5 mld zł ze środków KPO. Rozpoczęcie produkcji planowane jest na 2029 r. Zgodnie z założeniami projekt obejmie nie tylko fabrykę samochodów elektrycznych, lecz również montaż baterii i napędów oraz centrum badawczo-rozwojowe, które będzie rozwijać oprogramowanie, analizę danych i rozwiązania mobilności cyfrowej. Celem jest osiągnięcie ok. 70-procentowego udziału komponentów pochodzących z Unii Europejskiej przy możliwie dużym udziale polskich dostawców.

Znaczenie projektu nie powinno być jednak oceniane wyłącznie przez pryzmat liczby wyprodukowanych samochodów. Znacznie większą wartością może okazać się stworzenie w Polsce nowego ekosystemu technologicznego, obejmującego baterie, elektronikę mocy, systemy zarządzania energią, oprogramowanie, sztuczną inteligencję, autonomizację, cyberbezpieczeństwo oraz nowoczesne systemy komunikacji. Foxconn dysponuje unikalnymi kompetencjami w zakresie elektroniki, integracji złożonych łańcuchów dostaw oraz platform nowej mobilności, a jego obecność może przyciągnąć do Polski kolejnych inwestorów, zwłaszcza z Tajwanu, tworząc efekt aglomeracji, podobny do tego, jaki w przeszłości obserwowano w sektorze motoryzacyjnym czy elektronicznym.

Projekt EMP może jednocześnie stać się jednym z filarów krajowego ekosystemu technologii dual-use. Strategiczną wartością tego projektu mogłoby być więc ulokowanie w Polsce kompetencji pozwalających kontrolować architekturę elektroniczną pojazdu, systemy telemetryczne, oprogramowanie, klucze kryptograficzne, aktualizacje oraz sposób wykorzystywania danych. To pozwoliłoby zapewnić sterowność rozwojową i systemową dla ElectroMobility Poland. Osiągnięcie takiego poziomu kontroli wymagałoby jednak odpowiednio ukształtowanych praw do technologii, możliwości jej audytowania oraz zdolności rozwijania własnych rozwiązań. W pierwszej kolejności możliwe byłoby rozwijanie systemów zarządzania flotą, krajowej przestrzeni danych pojazdowych oraz centrum monitorowania cyberbezpieczeństwa pojazdów. Stosunkowo dostępny technologicznie kierunek stanowiłoby również wykorzystanie baterii samochodowych jako mobilnych źródeł energii oraz do stabilizowania systemu energetycznego w modelu *vehicle-to-grid*.

Kolejnym etapem mogłyby być bezpieczne moduły telematyczne, własne lub lokalnie kontrolowane systemy zarządzania baterią, przetwarzanie danych bezpośrednio w pojeździe oraz algorytmy wspierające częściową autonomizację transportu. Najbardziej zaawansowanym kierunkiem byłaby adaptacja tych kompetencji do autonomicznych platform logistycznych, pojazdów poruszających się po terenach zamkniętych oraz systemów transportu i zaopatrzenia działających w warunkach kryzysowych.

Równie istotne znaczenie może mieć sama infrastruktura przemysłowa. Nowoczesna fabryka, wyposażona w zaawansowane linie produkcyjne, laboratoria, zaplecze logistyczne i wysoko wykwalifikowaną kadrę, może w przyszłości stać się rezerwową zdolnością przemysłową państwa. W sytuacjach kryzysowych część procesów mogłaby zostać wykorzystana do produkcji lub integracji pojazdów specjalistycznych, mobilnych magazynów energii, systemów zasilania, platform bezzałogowych czy wyposażenia logistycznego – przy zachowaniu podstawowej działalności cywilnej. Szczególnie cenne mogą okazać się kompetencje związane z integracją baterii, diagnostyką, elektroniką oraz zarządzaniem energią.

Strategiczne znaczenie współpracy z Foxconnem wynika również z możliwości budowania nowych kompetencji technologicznych we współpracy z partnerami tajwańskimi, światowymi liderami w obszarze elektroniki, półprzewodników, komputerów pokładowych i integracji sprzętu z oprogramowaniem. Celem takiej współpracy nie powinien być jednak jedynie import gotowych komponentów, lecz stopniowe przenoszenie do Polski działalności badawczo-rozwojowej, integracji systemów, cyberbezpieczeństwa, rozwoju oprogramowania oraz kompetencji inżynierskich. Szczęólnego znaczenia nabiera przy tym możliwość audytu technologii, kontroli nad danymi i aktualizacjami oraz rozwijanie technologii objętych własnymi prawami własności intelektualnej.

Warunkiem powodzenia projektu jest jednak wyjście poza tradycyjny model montażowy. Sama lokalizacja produkcji nie gwarantuje rozwoju strategicznych kompetencji. Kluczowe znaczenie będą miały: rzeczywiste włączenie polskich przedsiębiorstw do łańcucha dostaw, rozwój krajowych centrów badawczo-rozwojowych, współpraca z uczelniami i instytutami naukowymi, transfer wiedzy oraz stopniowe budowanie krajowych kompetencji w obszarach baterii, elektroniki, oprogramowania, sztucznej inteligencji i zarządzania energią. Jeśli warunki te zostaną spełnione, EMP może stać się nie tylko producentem samochodów elektrycznych, lecz także akceleratorem nowego ekosystemu technologicznego, wzmacniającego konkurencyjność polskiej gospodarki oraz jej odporność i bezpieczeństwo, wpływając jednocześnie na interoperacyjność rozwiązań w ponadkrajowych łańcuchach wartości.

SYNERGIE ELEKTROMOBILNOŚCI I SEKTORA BEZPIECZEŃSTWA



WPROWADZENIE

Elektromobilność nie jest kluczowym warunkiem rozwoju przemysłu obronnego, ale może stanowić istotne zaplecze technologiczne, produkcyjne i kompetencyjne. Najważniejszy punkt styku obu sektorów nie polega na bezpośrednim zastępowaniu wojskowych pojazdów spalinowych samochodami elektrycznymi. Wynika przede wszystkim z rosnącej elektryfikacji i cyfryzacji współczesnego pola walki oraz z faktu, że sektor EV rozwija na dużą skalę technologie potrzebne do wytwarzania, magazynowania, przetwarzania i zarządzania energią, a także do sterowania coraz bardziej złożonymi platformami.

Rynek cywilny oferuje dużą skalę produkcji i możliwość szybkiego doskonalenia technologii. Sektor bezpieczeństwa stawia natomiast szczególne wymagania dotyczące odporności, niezawodności, bezpieczeństwa danych i działania w trudnych warunkach. Potencjalna synergia polega więc na wykorzystaniu skali, kompetencji i tempa rozwoju technologii cywilnych przy jednoczesnym dostosowaniu ich do wymogów operacyjnych sektora obronnego.

W analizie warto rozróżnić dwa poziomy synergii. Pierwszy ma charakter bezpośrednio technologiczny i obejmuje rozwiązania rozwijane wraz z elektromobilnością: ogniwa i systemy bateryjne, magazyny energii, energoelektronikę, systemy zarządzania bateriami i energią, napędy elektryczne i hybrydowe, sensory, autonomiczne systemy sterowania, sztuczną inteligencję, cyberbezpieczeństwo oraz oprogramowanie do zarządzania flotami i energią. Drugi poziom ma charakter przemysłowy i dotyczy szerszej bazy sektora motoryzacyjnego: zakładów, maszyn, dostawców, pracowników, procesów jakościowych, serwisu oraz zdolności do produkcji seryjnej i szybkiego skalowania. Rozróżnienie to pozwala nie utożsamiać elektromobilności z całym sektorem motoryzacyjnym, a jednocześnie uchwycić kompetencje powstające na ich styku.

Analiza przygotowana dla Komisji Europejskiej wskazuje, że ok. 20% potencjału produkcyjnego polskiego sektora motoryzacyjnego pozostaje niewykorzystane²⁵. Nie oznacza to, że moce te można automatycznie przestawić na produkcję wojskową, ale pokazuje skalę istniejącego zaplecza: zakładów, maszyn, pracowników, dostawców oraz doświadczenia w organizacji produkcji seryjnej.

Potencjał ten ilustruje analiza podobieństwa kompetencji różnych branż do potrzeb produkcji bezzałogowych statków powietrznych. Sektor motoryzacyjny uzyskał w niej wynik 0,18 – a więc niższy niż elektronika, produkcja wyrobów metalowych i maszyn, ale wyższy niż przemysł chemiczny i produkcja metali podstawowych. Polska, obok Czech i Niemiec, jest jednym z trzech państw UE, w których sektor ten wykazuje największe podobieństwo kompetencji do potrzeb produkcji systemów bezzałogowych. Wskaźnik 0,18 wskazuje na stopień podobieństwa kompetencji produkcyjnych, a nie udział procentowy ani ocenę zdolności do produkcji kompletnego systemu²⁶.

Komisja Europejska podkreśla jednocześnie potrzebę szerszego wykorzystania technologii cywilnych i podwójnego zastosowania, czasowego udostępniania mocy produkcyjnych innych branż oraz przekwalifikowania części pracowników sektora motoryzacyjnego²⁷. Z perspektywy elektromobilności szczególne znaczenie mają technologie coraz ważniejsze na zelektryfikowanym polu walki: baterie, energoelektronika, zarządzanie energią, napędy elektryczne i hybrydowe oraz zasilanie platform bezzałogowych i systemów pokładowych.

Analizując systemy obronne, często koncentrujemy się na rozwiązaniach najbardziej kojarzonych z polem walki – czołgach, bojowych wozach piechoty czy lotnictwie taktycznym. Platformy te jeszcze długo będą wykorzystywać napędy spalinowe. Taktyka ich wykorzystania będzie się zmieniać, co obrazuje przebieg wojny w Ukrainie – konieczność zwiększonej osłony przed bezzałogowcami i innymi środkami rażenia (w tym środkami walki radioelektronicznej) czy większa zależność od warunków atmosferycznych (działanie w deszczu lub mgłę, które utrudniają stosowanie przez przeciwnika środków rozpoznania). Jednocześnie rośnie znaczenie energii elektrycznej: w systemach bezzałogowych, systemach bateryjnych oraz wyposażeniu dużych platform załogowych w sensory, łączność, dowodzenie, aktywną ochronę i środki walki elektronicznej. Równolegle rozwijają się technologie wytwarzania, magazynowania, przetwarzania i zarządzania energią, których istotna część jest rozwijana także na rynku EV.

25 H. Heikkonen, N. Listl, P.R. Pham Nam, *Repurposing European idle industrial capacities for defence production*, European Commission, 16.03.2026: https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/repurposing-european-idle-industrial-capacities-defence-production_en (dostęp 11.08.2026).

26 Ibidem.

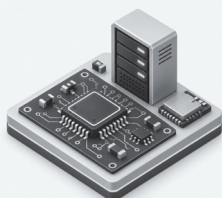
27 *EU Defence Industry Transformation Roadmap: Unleashing Disruptive Innovation for Defence Readiness*, European Commission, 2026.

ZDOLNOŚCI SEKTORÓW DO PRODUKCJI DRONÓW



Zdolności wybranych sektorów do produkcji bezzałogowych statków powietrznych oraz państwa UE o największym potencjale w ramach każdego sektora.

Wynik 0,18 jest wskaźnikiem podobieństwa kompetencji produkcyjnych, a nie udziałem procentowym ani oceną zdolności do produkcji kompletnego systemu.



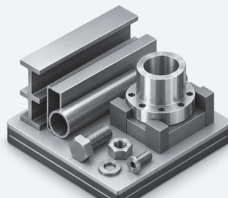
SEKTOR: ELEKTRONIKA

ZDOLNOŚĆ SEKTORA DO PRODUKCJI

0,22

PAŃSTWA O NAJWIĘKSZYCH
MOŻLIWOŚCIACH W SEKTORZE:

Holandia, Estonia, Czechy



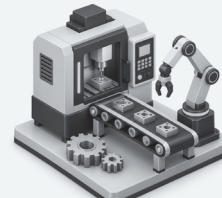
SEKTOR: WYROBY METALOWE

ZDOLNOŚĆ SEKTORA DO PRODUKCJI

0,21

PAŃSTWA O NAJWIĘKSZYCH
MOŻLIWOŚCIACH W SEKTORZE:

Czechy, Włochy, Austria



SEKTOR: MASZyny I URZĄDZENIA

ZDOLNOŚĆ SEKTORA DO PRODUKCJI

0,20

PAŃSTWA O NAJWIĘKSZYCH
MOŻLIWOŚCIACH W SEKTORZE:

Niemcy, Włochy, Austria



SEKTOR: MOTORYZACJA

ZDOLNOŚĆ SEKTORA DO PRODUKCJI

0,18

PAŃSTWA O NAJWIĘKSZYCH
MOŻLIWOŚCIACH W SEKTORZE:

Czechy, Polska, Niemcy



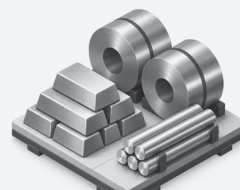
SEKTOR: PRZEMYSŁ CHEMICZNY

ZDOLNOŚĆ SEKTORA DO PRODUKCJI

0,15

PAŃSTWA O NAJWIĘKSZYCH
MOŻLIWOŚCIACH W SEKTORZE:

Holandia, Belgia, Niemcy



SEKTOR: METALE PODSTAWOWE

ZDOLNOŚĆ SEKTORA DO PRODUKCJI

0,15

PAŃSTWA O NAJWIĘKSZYCH
MOŻLIWOŚCIACH W SEKTORZE:

Niemcy, Austria, Włochy

Z punktu widzenia produktu końcowego w perspektywie najbliższej dekady najważniejsze synergie między branżą EV a sektorem obronnym będą widoczne przede wszystkim w zasilaniu systemów elektronicznych, w zarządzaniu energią, a także w autonomizacji ruchu platform wojskowych w domenach: powietrznej, lądowej i morskiej (np. w zakresie uwzględniania danych o wykorzystaniu energii). Perspektywiczne pozostają także napędy elektryczne w platformach bezzałogowych – szczególnie o krótszym zasięgu – oraz rozwiązania hybrydowe w wybranych platformach załogowych. Dalsza część rozdziału porządkuje te obszary i odnosi je do polskiego potencjału przemysłowego.

Studia przypadków wykorzystane w tym rozdziale pokazują szerszy mechanizm. Europejska motoryzacja jest coraz częściej postrzegana nie tylko jako sektor produkcji pojazdów cywilnych, lecz także jako element zaplecza przemysłowego, technologicznego i logistycznego państwa. Kompetencje w produkcji seryjnej, zarządzaniu łańcuchami dostaw, serwisie, elektronice, sensorach, oprogramowaniu i zarządzaniu energią mogą mieć znaczenie także dla bezpieczeństwa i odporności. Przykłady te nie dowodzą prostego przejścia od elektromobilności do produkcji uzbrojenia; pokazują strategiczną wartość zakładów, kadr, dostawców, procesów jakościowych i zdolności skalowania.

STUDIUM PRZYPADKU: VOLKSWAGEN OSNABRÜCK – STRATEGICZNA WARTOŚĆ ISTNIEJĄCYCH MOCY PRODUKCYJNYCH

Zakład Volkswagena w Osnabrück, którego przyszłość w tradycyjnym modelu produkcji samochodów była niepewna, zaczął być rozpatrywany jako potencjalny składnik aktywów dla przemysłu obronnego.

- W lipcu 2026 r. w mediach pojawiły się informacje, że Dolna Saksonia rozważała różne formy zaangażowania kapitałowego lub organizacyjnego w zakład Volkswagena w Osnabrück, które miały ułatwić jego wykorzystanie przez przemysł obronny²⁸.
- Według tych doniesień Volkswagen prowadził rozmowy z kilkoma firmami sektora obronnego, w tym z izraelskim Rafael, a produkcja samochodowa w tym zakładzie miała się zakończyć w kolejnym roku²⁹.

28 German state to facilitate defence company Rafael's operations on Volkswagen site, Reuters, 16.07.2026: <https://www.reuters.com/business/german-state-facilitate-defence-company-rafaels-operations-volkswagen-site-2026-07-16/> (dostęp 11.08.2026).

29 Volkswagen in talks over making air defence components at Osnabrueck plant, Reuters, 14.03.2026: https://www.reuters.com/business/volkswagen-shift-production-missile-defense-one-factory-deal-with-israeli-2026-03-24/?utm_source=chatgpt.com (dostęp 11.08.2026).

- Początkowe doniesienia wskazywały, że zakład miałby produkować przede wszystkim pojazdy-nośniki, wyrzutnie i generatory, a nie same pociski. Później jednak pojawiły się informacje, że analizowana może być również produkcja niektórych części pocisków, w tym silników, przy wyłączeniu materiałów wybuchowych³⁰.

Przypadek ten pokazuje, że europejskie państwa zaczynają postrzegać istniejące zakłady motoryzacyjne także jako zasób strategiczny. Ich wartość tworzą nie tylko moce produkcyjne, lecz również kadry, sieć dostawców, kompetencje inżynierskie, systemy jakości oraz doświadczenie w obszarze metalu, elektroniki, napędów, okablowania, sterowania i logistyki.

Dla Europy to także pytanie o suwerenność przemysłową. Jeśli kontynent chce zwiększać zdolności obronne, nie wystarczy zamawianie gotowego sprzętu. Motoryzacja, nawet w okresie kryzysu, pozostaje jednym z największych zasobów przemysłowych Europy. Przypadek Osnabrück pokazuje, że ten zasób może zostać wykorzystany nie tylko do ratowania miejsc pracy, ale także do wzmacniania bezpieczeństwa.

STUDIUM PRZYPADKU: KITRON

– WYKORZYSTANIE ISTNIEJĄCYCH KOMPETENCJI W NOWYM SEGMENTCIE RYNKU

Kolejnym przykładem jest Kitron – jeden z dużych skandynawskich dostawców usług EMS (*electronics, manufacturing, services*), specjalizujący się w projektowaniu i produkcji zaawansowanej elektroniki dla sektorów: obronnego, medycznego, przemysłowego, energetycznego i transportowego. Firma posiada zakłady produkcyjne w Polsce (Grudziądz), a jej model biznesowy opiera się na obsłudze klientów wymagających wysokiej niezawodności oraz złożonych procesów produkcyjnych³¹.

W ostatnich latach Kitron konsekwentnie przesunął priorytety rozwoju z bardziej cyklicznych segmentów, takich jak motoryzacja i elektronika przemysłowa, w kierunku sektora Defence & Aerospace, który stał się głównym motorem wzrostu spółki. W 2025 r. przychody z tego segmentu wzrosły o 72% r/r i odpowiadały już za ok. 32% sprzedaży Grupy, a spółka otwarcie wskazuje obronność jako strategiczny obszar dalszego rozwoju, inwestując w zdolności produkcyjne, przejęcia oraz współpracę z największymi światowymi producentami uzbrojenia i systemów wojskowych³². Przykład Kitronu pokazuje, że kompetencje rozwijane wcześniej na potrzeby sektora motoryzacyjnego i elektroniki mogą zostać skutecznie wykorzystane na dynamicznie rosnącym rynku technologii obronnych i dual-use.

30 C. Amann, *Rafael agrees to acquire VW plant in Germany*, Reuters, 30.04.2026: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/rafael-agrees-acquire-vw-plant-germany-sources-say-2026-04-30/> (dostęp 11.08.2026).

31 Annual Report 2025, Kitron ASA, 24.03.2026: <https://ml-eu.globenewswire.com/Resource/Download/7e7751dd-0b3c-4c9b-b933-c1a59c6f290c> (dostęp 11.08.2026).

32 Ibidem.

GŁÓWNE OBSZARY TECHNOLOGII PODWÓJNEGO ZASTOSOWANIA

Technologie dual-use związane z elektromobilnością można uporządkować według funkcji, jakie pełnią w systemie obronnym: zapewniania i magazynowania energii, napędu i mobilności, integracji systemów cyfrowych oraz autonomizacji. Taki układ lepiej oddaje rzeczywiste potrzeby niż podejście skoncentrowane wyłącznie na typie pojazdu.

BATERIE, MAGAZYNOWANIE I ZARZĄDZANIE ENERGIA

Baterie są najbardziej oczywistym obszarem wspólnym. Technologie rozwijane pierwotnie dla elektroniki użytkowej, a następnie dla samochodów elektrycznych, są coraz częściej wykorzystywane w dronach, autonomicznych platformach lądowych, urządzeniach obserwacyjnych, mobilnych systemach dowodzenia i magazynach energii.

Ich znaczenie wykracza poza napęd pojazdów. Magazyny energii mogą zwiększać odporność baz wojskowych, szpitali, centrów danych, sieci telekomunikacyjnych i innych elementów infrastruktury krytycznej. Pozwalają także ograniczać zależność od dostaw paliwa i wspierać funkcjonowanie lokalnych mikrosieci podczas awarii lub ataków na system elektroenergetyczny.

Jednocześnie rozwój baterii wiąże się z ryzykiem zależności od surowców, ogniw i komponentów dostarczanych spoza Europy. Zdolność do projektowania, produkcji, integracji i recyklingu baterii staje się więc częścią bezpieczeństwa gospodarczego i technologicznego, o czym piszemy w dalszej części raportu.

Obszar ten wykracza częściowo poza elektromobilność *sensu stricto* i obejmuje szerszy ekosystem energoelektroniki i zarządzania energią. Pozostaje jednak bezpośrednio związany z transformacją EV, ponieważ rozwój rynku pojazdów elektrycznych zwiększa skalę produkcji baterii, BMS, falowników, systemów wysokiego napięcia, magazynów energii oraz oprogramowania EMS.

Magazynowanie energii i efektywne zarządzanie nią staje się istotnym czynnikiem wzmacniającym odporność, szczególnie w obszarze utrzymania baz czy mniejszych, mobilnych punktów dowodzenia. Wspomniany trend wynika przede wszystkim z obserwacji współczesnego pola walki, które utrudnia funkcjonowanie konwencjonalnej logistyki, szczególnie na poziomie taktycznym. Jednocześnie, niezależnie od poziomu bazowania czy dowodzenia, rośnie zapotrzebowanie na stałe zasilanie energią, niezbędną dla funkcjonowania procesów rozpoznania, świadomości sytuacyjnej, a także – w coraz większym stopniu – efektywnego rażenia³³.

33 J. Marqusee, D. Olis, X. Li, T. Oddleifson, *Long-Duration Energy Storage: Resiliency for Military Installations*, NREL, 1.10.2023, <https://doi.org/10.2172/2203222>.

Odpowiedzią na to wyzwanie jest tworzenie niewielkich, lokalnych sieci energetycznych, zdolnych do funkcjonowania w razie potrzeby niezależnie od sieci zewnętrznej (zarówno w razie regularnej wojny, jak i wrogich działań niższego rzędu, np. sabotażu czy cyberataku). Do wytwarzania energii stosowane są np. niewielkie systemy fotowoltaiczne lub wiatrowe, Siły Zbrojne USA prowadzą zaś obecnie intensywne prace rozwojowe nad niewielkimi reaktorami nuklearnymi³⁴.

Obszary potencjalnego zainteresowania sektora EV w zakresie obronności obejmują również dwie nisze technologiczne podwójnego zastosowania. Pierwszą z nich stanowią systemy zarządzania energią EMS (ang. *energy management system*) – coraz częściej wspierane przez algorytmy sztucznej inteligencji – umożliwiające optymalizację przepływów mocy w czasie rzeczywistym. Będzie to miało coraz większe znaczenie w przypadku ograniczonych dostaw i zasobów energii, szczególnie na poziomie taktycznym. Druga nisza to systemy magazynowania energii BESS (ang. *battery energy storage systems*) zwiększają poziom odporności całego systemu obronnego państwa, zarówno przemysłu zbrojeniowego, jak i ciągłości funkcjonowania infrastruktury wojskowej w czasie kryzysu.

PRZYKŁAD PROJEKTU LUB WDROŻENIA

W ramach unijnego projektu INDY³⁵ (Energy Independent and Efficient Deployable Military Camps) opracowano i przetestowano w warunkach polowych w Estonii mikrosieć Tactical Energy Depot (TED), łączącą magazyny energii z komponentami geotermalnymi. Projekt miał charakter badawczy i obejmował funkcjonowanie systemu w warunkach bojowych, np. jeden z konsorcjantów przeprowadził testy balistyczne różnych chemii ogniw bateryjnych (ostrzał pociskiem kal. 7,62 mm). Uwzględniono również badania nad architekturą energetyczną dostosowaną do warunków obozów polowych. Projekt uzyskał finansowanie z Europejskiego Funduszu Obronnego (EDF) w kwocie 14,2 mln euro, zrzeszając 22 beneficjentów i 9 podwykonawców z 13 krajów UE. W projekcie, wspieranym przez resorty obrony 9 państw unijnych, brały udział zarówno duże koncerny, jak i małe i średnie przedsiębiorstwa.

MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA W POLSCE W PERSPEKTYWIE 15 LAT

Dokumenty strategiczne i koncepcyjne MON w ciągu ostatniej dekady kilkakrotnie wskazywały na konieczność odpowiedniego zabezpieczenia potrzeb energetycznych systemu obronnego państwa, również w ramach szerszego bezpieczeństwa energetycznego Polski. Jednocześnie w przestrzeni publicznej nie komunikowano dotąd celów związanych ze zwiększeniem niezależności energetycznej infrastruktury wojskowej. Należy przy tym podkreślić, że sprawy związane z zabezpieczeniem baz wojskowych czy stanowisk dowodzenia są kwestią wysoce wrażliwą, co może powodować objęcie tego typu projektów klauzulami tajności.

34 Project Pele – transportable nuclear microreactor, U.S. Department of Defense, komunikaty 2020–2024.

35 Energy Independent and Efficient Deployable Military Camps, European Commission, EU Funding & Tenders Portal: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/projects-details/44181033/101103388/EDF>.

W kontekście kolejnych wdrożeń cywilnych (np. Polska dynamicznie rozwija wielkoskalowe magazyny energii) istnieje prawdopodobieństwo, że tego typu technologiami zainteresują się również Siły Zbrojne RP. Rosnące zapotrzebowanie na energię w nowych systemach uzbrojenia (w tym ich systemach pokładowych) będzie w najbliższych latach zwiększać presję na zapewnienie odpornego zasilania. Analogiczny czynnik występuje w przypadku infrastruktury wojskowej, szczególnie obiektów goszczących wojska sojusznicze, takich jak Powidz.

PERSPEKTYWY ROZWOJU RYNKU ZASTOSOWAŃ WOJSKOWYCH ORAZ DUAL-USE W PERSPEKTYWIE 10–15 LAT

Tradycyjna architektura zasilania baz, oparta na autonomicznych, pojedynczych generatorach Diesla o mocy < 25 kW jest nieefektywna, podatna na awarie i stwarza ogromne zagrożenie logistyczne (ryzyko odcięcia dostaw paliwa). W perspektywie lat 2036–2041 można oczekiwać dalszych zmian w następujących obszarach:

- Gwałtowny wzrost rynku wojskowych mikro sieci (*microgrids*). Globalny rynek militarnych mikro sieci wzrośnie z 2,5 mld dolarów w 2025 r. do 13,7 mld dolarów w 2035 r., rosnąc w tempie 17,2% CAGR. Do 2035 r. Siły Lądowe USA planują wdrożenie inteligentnych mikro sieci we wszystkich swoich bazach (krajowych i zagranicznych), dążąc do pełnej samowystarczalności energetycznej do 2040 r. Finansowanie tych programów przekracza obecnie 500 mln dolarów rocznie³⁶.
- Przejście na systemy „bezdieslowe”. Analizy amerykańskiego laboratorium NREL wykazują, że bazy wojskowe muszą mieć zdolność do przetrwania minimum 14-dniowego odcięcia od zewnętrznych źródeł zasilania. Rośnie znaczenie wielkoskalowych systemów fotowoltaicznych sprzężonych z magazynami energii (BESS) o dużej mocy. Modelowa instalacja (np. w Fort Bliss, o mocy 59 MW PV i 16 MW BESS) zapewnia ponad 45 godzin ciągłej autonomii bazy w pełnej ciemności, bez użycia ani jednej kropli paliwa Diesla, wykazując przy tym dodatni profil finansowy (NPV rzędu +30,6 mln dolarów w ciągu 20 lat).³⁷
- Wymóg odporności kinetycznej i cybernetycznej. Wojskowe magazyny BESS przechodzą rygorystyczne testy balistyczne (np. odporność ogniwi na bezpośredni ostrzał pociskiem karabinowym kalibru 7,62 mm), a ich systemy zarządzania energią (EMS), wspierane sztuczną inteligencją, są projektowane w reżimie odporności na cyberataki i zakłócenia impulsami elektromagnetycznymi (HEMP).

36 Military Microgrid Market Size & Share 2026–2035, Global Market Insights, June 2026: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/microgrid-market> – komercyjny szacunek rynkowy (dostęp 11.08.2026); U.S. DoD, FY2026 ERCIP Budget Justification.

37 Long-Duration Energy Storage: Resiliency for Military Installations, op. cit.

AKTUALNE I POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW W REAKCJI NA WYBRANY TREND

Polski przemysł elektroenergetyczny i maszynowy posiada rozbudowane kompetencje i ofertę kontenerowych magazynów energii, systemów EMS oraz specjalistycznych urządzeń zasilania lotnisk i portów, z powodzeniem realizując kontrakty o najwyższym stopniu rygoru wojskowego. Poniżej opisano tylko kilka głównych przykładów tego subsektora:

ZPUE S.A.³⁸ – jeden z liderów rynku systemów elektroenergetycznych w Europie Środkowo-Wschodniej. ZPUE produkuje wielkoskalowe, kontenerowe magazyny energii BESS (skalowalne do mocy i pojemności rzędu kilkudziesięciu MWh) w prefabrykowanych obudowach betonowych, metalowych oraz w wytrzymałych kontenerach morskich. Systemy te, zarządzane przy pomocy autorskiego oprogramowania EMS SPS-Control, są w pełni kompatybilne z wojskowymi systemami nadrzędnymi SCADA oraz protokołami Modbus, DNP3 i standardami IEC, oferując stopień ochrony IP55. Firma z powodzeniem realizuje dostawy dużych magazynów komercyjnych (np. projekty RTB o mocy 6 MW w aglomeracji warszawskiej), które stanowią bezpośrednią bazę technologiczną dla stacjonarnych baz wojskowych.

APS Energia S.A.³⁹ – podmiot o ugruntowanej pozycji w sektorze obronnym, posiadający kod NATO NCAGE oraz koncesję MSWiA. APS Energia dostarczyła kluczowe systemy zasilania gwarantowanego (bezprzerwowe zasilacze UPS, przetwornice częstotliwości 400 Hz HPI o mocy 100 kVA oraz systemy bateryjne BFIz) dla strategicznych baz wojskowych: amerykańskiej instalacji tarczy antyrakietowej Aegis Ashore w Redzikowie oraz Jednostki Wojskowej w Koszalinie.

Wojskowe Centralne Biuro Konstrukcyjno-Technologiczne S.A.⁴⁰ – krajowy monopolista i lider w obszarze naziemnej obsługi statków powietrznych (GSE). Ich lotniskowe zasilacze elektroenergetyczne (LZE-6/M seria III, generujące prąd stały 28 V, oraz GPU 2/90 TAURUS eco, generujące prąd przemienny 3 x 400/230 V o częstotliwości lotniczej 400 Hz) zabezpieczają pracę systemów pokładowych myśliwców i śmigłowców (w tym policyjnych: Black Hawk S-70i czy Mi-8) podczas prób przedstartowych, eliminując konieczność uruchamiania silników głównych. Na mocy kontraktu z PGZ Stoczną Wojenną WCBKT zaprojektuje, wyprodukuje i zainstaluje dwie portowe przetwornice elektroenergetyczne o mocy 950 kW każda, zabudowane w 40-stopowych kontenerach w wykonaniu morskim (odpornych na mgłę solną i wibracje) wraz z infrastrukturą kablową średniego napięcia. System ten umożliwi zasilanie wielozadaniowych fregat rakietowych projektu 106 „Miecznik” bezpośrednio z lądu podczas postoju w porcie (zjawisko tzw. *cold ironing*).

38 Magazyny energii / SPS Control / SPS SCADA – materiały produktowe producenta, ZPUE: <https://zpue.pl/> (dostęp 11.08.2026).

39 Przemysł obronny – realizacje: Redzikowo, Koszalin i Port Wojenny Świnoujście, APS Energia: <https://apsenergia.pl/> (dostęp 11.08.2026).

40 WCBKT S.A. dołącza do programu Miecznik. Strategiczne systemy zasilania dla nowych fregat powstaną w Polsce, 24.02.2026: <https://wcbkt.pl/aktualnosci/wcbkt-s-a-dolacza-do-programu-miecznik-strategiczne-systemy-zasilania-dla-nowych-fregat-powstana-w-polsce/> (dostęp 11.08.2026).

Ekoenergetyka-Polska S.A.⁴¹ – wspólnie z BMZ Poland oraz we współpracy z Wojskową Akademią Techniczną (WAT) firma opracowała i wdrożyła magazyn energii EKO BESS o pojemności 80,1 kWh. Bateria oparta na ogniwach NMC zintegrowana jest z autorskim systemem operatorskim SCADA, służącym do optymalizacji mikrosieci, łagodzenia szczytów poboru mocy (*peak shaving*) oraz efektywnego bilansowania energii z instalacji fotowoltaicznych. Rozwiązanie to, po dostosowaniu do wymagań wojskowych, może znaleźć zastosowanie w poligonowych punktach dowodzenia i mniejszych posterunkach radiolokacyjnych.

NAPĘDY ELEKTRYCZNE I HYBRYDOWE W PLATFORMACH BEZZAŁOGOWYCH

Elektryfikacja napędów bezzałogowych pozostaje jednym z głównych kierunków rozwoju w zastosowaniach obronnych, szczególnie w domenie powietrznej i lądowej.

W domenie powietrznej technologia napędów elektrycznych i hybrydowych pozostaje dominująca w przypadku większości prototypów obliczonych na użycie na dystansach do 100 km⁴². Zasięg platform wykorzystujących silniki elektryczne sukcesywnie się zwiększa, szczególnie w przypadku bardziej zaawansowanych systemów wymagających niskiej sygnatury akustycznej.

Jednocześnie utrzymuje się bariera fizyczna: rozwój w pełni elektrycznych dronów napotyka trudności, ponieważ baterie powodują znaczny wzrost masy i zajmują dużo przestrzeni, obciążając układ napędowy, oraz wymagają czasochłonnego ładowania baterii. Dlatego w przypadku większych zasięgów wciąż istnieje przewaga rozwiązań hybrydowych lub silników spalinowych (przy chęci obniżenia kosztów).

W domenie lądowej mamy do czynienia z relatywnie najwyższym stopniem elektryfikacji. Napęd hybrydowo-elektryczny lub czysto elektryczny staje się standardem dla bezzałogowych pojazdów lądowych, głównie ze względu na cichszą pracę i możliwość przekazywania mocy do systemów pokładowych. Obecnie przechodzimy przez etap intensywnego rozwoju technologii, który ma pozwolić na znaczne zwiększenie efektywności generowania, dystrybucji i zarządzania energią elektryczną w pojazdach bojowych. Ma to pozwolić na zwiększenie mobilności bezzałogowców, ale też rozwiązać problem ich coraz większego zapotrzebowania na energię elektryczną, potrzebną do obsługi np. kolejnych sensorów. W związku z powyższym widoczna jest aktywizacja firm z sektora EV i modyfikacja ich ofert, np. pod kątem układów hybrydowych dla platform wojskowych.

41 Ekoenergetyka-Polska / BMZ Poland, EKO BESS dla MPK Łomża; pojemność 80,1 kWh i system SCADA, https://tek.info.pl/article/1191/ekoenergetyka_polska_wdrozyla_pierwszy_w_polsce_magazyn_energii_eko_bess (dostęp 11.08.2026).

42 StartUs Insights, Military Technology Trends – przegląd trendów dotyczących napędów elektrycznych i hybrydowych w systemach bezzałogowych.

PRZYKŁAD PROJEKTU LUB WDROŻENIA

Estoński TheMIS⁴³ to najbardziej rozpowszechniony na świecie bezzałogowiec lądowy. Platforma gąsienicowa może służyć jako podwozie zarówno do celów bojowych, wsparcia logistycznego, jak i medycznego. Napęd hybrydowy (połączenie silnika Diesla i układu elektrycznego) umożliwia cichy ruch w trybie elektrycznym. Platforma została wdrożona przez 19 państw na świecie, w tym kilku członków NATO, producent zaś został w 2023 r. przejęty przez emiracką grupę EDGE.

MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA W POLSCE W PERSPEKTYWIE 15 LAT

Według dostępnych informacji na temat niedawno przyjętego Programu Rozwoju Sił Zbrojnych RP na lata 2025–2039 Sztab Generalny WP zakłada masowe wdrożenie systemów bezzałogowych i sztucznej inteligencji w 15-letniej perspektywie planistycznej⁴⁴. Ważne w tym planie jest to, że dronizacja i robotyzacja mają objąć wszystkie rodzaje wojsk, poziomy dowodzenia, domeny i zdolności operacyjne, w tym rozpoznawanie, wsparcie decyzyjne, rażenie oraz zabezpieczenie logistyczne. W przypadku dronów w domenie powietrznej i lądowej prawdopodobna jest pełna lub częściowa elektryfikacja większości nabywanych platform. W domenie morskiej prawdopodobne jest rozwinięcie systemów rozpoznawczych wymagających zasilania elektrycznego.

PERSPEKTYWY ROZWOJU RYNKU ZASTOSOWAŃ WOJSKOWYCH ORAZ DUAL-USE W PERSPEKTYWIE 10–15 LAT

W horyzoncie lat 2036–2041 na rynku napędów do platform bezzałogowych nastąpi głęboka dywersyfikacja technologiczna. Szacuje się też, że globalny rynek systemów napędowych dla UAV wzrośnie z obecnych 7 mld dolarów do 18 mld dolarów do roku 2035 przy skumulowanym rocznym wskaźniku wzrostu (CAGR) na poziomie 11,2%⁴⁵.

Najważniejsze trendy rynkowe i operacyjne w perspektywie długoterminowej:

- **Dronizacja i elektryfikacja logistyki lądowej.** Na bazie doświadczeń z wojny na Ukrainie, gdzie dąży się do pełnej robotyzacji bliskiej logistyki frontowej (do 10 km od linii styczności bojowej), można oczekiwać dalszego upowszechniania kołowych i gąsienicowych bezzałogowców lądowych (UGVs) z napędem elektrycznym (bądź hybrydowym).
- **Rozwój platform VTOL i *lift-plus-cruise***⁴⁶. Segment platform pionowego startu i lądowania ze skrzydłami nośnymi (VTOL typu *lift-plus-cruise*) będzie najszybciej rosnącym obszarem rynku. Wymaga to zaawansowanych i zminiaturyzowanych elektronicznych regulatorów prędkości oraz systemów dystrybucji mocy, zdolnych do płynnego przetwarzania energii między wirnikami wznoszącymi a silnikiem marszowym.

43 Milrem Robotics, TheMIS family: <https://milremrobotics.com/themis-family/>; EDGE Acquires Majority Stake in Milrem Robotics, Europe's Leading Developer of Robotics and Autonomous Systems, EDGE Group, 15.02.2023: <https://edgegroup.ae/news/edge-acquires-majority-stake-milrem-robotics-europes-leading-developer-robotics-and-autonomous> (dostęp: 11.08.2026)..

44 Program Rozwoju Sił Zbrojnych RP na lata 2025–2039 podpisany, MON, 23.12.2025: <https://www.gov.pl/web/obrona-narodowa/program-rozwoju-sil-zbrojnych-rp-na-lata-20252039-podpisany> (dostęp 11.08.2026).

45 Global Market Insights, UAV Propulsion Systems Market Size & Share 2026–2035 – komercyjny szacunek rynkowy.

46 Ibidem.

- **Polaryzacja źródeł zasilania w zależności od zasięgu.** Napędy czysto elektryczne (baterijne) pozostaną rozwiązaniem dominującym w systemach taktycznych bliskiego zasięgu (do 100 km), w tym masowo wykorzystywanych mikro- i miniaturowych dronach klasy FPV oraz amunicji krążącej. Wynika to z faktu, że baterie nadal stanowią znaczne obciążenie masowe. W związku z tym w przypadku platform klasy MALE (Medium Altitude Long Endurance) i ciężkich bezzałogowców transportowych prawdopodobne jest częściowe przejście na napędy hybrydowe⁴⁷.
- **Certyfikacja i suwerenność łańcucha dostaw.** W programach unijnych coraz większe znaczenie będzie mieć odporność na zakłócenia sygnałów nawigacji satelitarnej (GNSS-denied) oraz pełna zgodność z rygorystycznymi normami bezpieczeństwa materiałowego, co eliminuje komponenty pochodzenia nie sojuszniczego.

OBECNE I POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI ODPOWIEDZI POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW NA WYBRANY TREND

Pomimo że Polska jest największym producentem akumulatorów litowo-jonowych w Europie (zakład LG Energy Solution Wrocław dysponuje mocą produkcyjną wynoszącą 86 GWh rocznie) to jednak najważniejsze *know-how* ogniwowe pozostaje poza polskimi granicami. Polski sektor obronny i lotniczy wykazuje natomiast wysokie kompetencje w dziedzinie integracji systemów bezzałogowych i napędów elektrycznych, oferując rozwiązania rozwijane z myślą o zastosowaniach krajowych i eksportowych. Poniżej podajemy kilka przykładów:

- **Grupa WB** – flagowy bezzałogowiec FlyEye, napędzany cichym silnikiem elektrycznym zasilanym z akumulatorów litowo-polimerowych (czas lotu 2,5+ h, zasięg łączy radiowego 40+ km), posłużył do opracowania systemu SILENT NETWORK. System ten wykorzystuje drona jako „latający router”, retransmitujący pakiety danych przy minimalnej mocy nadawczej i zmiennej częstotliwości (*fast frequency hopping*), co eliminuje konieczność noszenia przez żołnierzy ciężkich radiostacji i czyni sieć niewykrywalną dla wrogich systemów walki elektronicznej (WRE). Ponadto amunicja krążąca WARMATE (wykorzystująca bezgłośny napęd elektryczny podczas fazy ataku) jest produkowana w tysiącach sztuk i eksportowana, m.in. na potrzeby Sił Zbrojnych Korei Południowej.
- **Wamtechnik Sp. z o.o.** – jeden z dużych europejskich integratorów pakietów bateryjnych, posiadający autoryzacje producentów, takich jak Panasonic czy Saft Batteries, którzy są dostawcami rozwiązań m.in. dla sektora aerospace. Wamtechnik projektuje i produkuje pakiety akumulatorowe „szyte na miarę”, optymalizując bilans SWaP-C (Size, Weight, Power and Cost) dla bezzałogowców. Firma posiada autorskie układy BMS (*battery management system*), certyfikat dostawcy NATO oraz koncesję MSWiA⁴⁸.

⁴⁷ Ibidem.

⁴⁸ Wamtechnik, informacje o kompetencjach w projektowaniu pakietów bateryjnych i historii spółki, (dostęp 11.08.2026).

- **Dronehub** – ich zautomatyzowana platforma dronowa Nomad jest produkowana w rygorystycznym reżimie braku jakichkolwiek podzespołów pochodzących z Chin, Rosji czy Iranu⁴⁹.
- **WObit** oferuje kompaktowe silniki bezszczotkowe zintegrowane z enkoderami, przekładniami planetarnymi oraz sterownikami wspierającymi protokoły CANopen czy Modbus, gotowe do implementacji w precyzyjnych układach wykonawczych bezzałogowców⁵⁰.
- Wojskowe instytuty badawcze, takie jak **Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych** (ITWL), rozwijają własne platformy (np. NeoX-2 Duch), co tworzy naturalną synergię z krajowymi poddostawcami napędów⁵¹.
- **Elimen Group** – polskie biuro projektowe specjalizujące się w zaawansowanych napędach elektrycznych – w odróżnieniu od klasycznych producentów spółka projektuje jednostki napędowe i licencjonuje ich produkcję partnerom przemysłowym, zachowując pełnię praw do własności intelektualnej⁵².
- **Medcom Sp. z o.o.** – lider w obszarze energoelektroniki, specjalizujący się w technologii węgla krzemu (SiC), która stanowi standard w jego falownikach i przetwornicach. Zastosowanie komponentów SiC zamiast tradycyjnego krzemu pozwala na zmniejszenie masy i gabarytów urządzeń o 30–45% przy jednoczesnym wzroście sprawności i redukcji zużycia energii o 30–40%⁵³.
- **Impact Clean Power Technology S.A.** – firma uruchomiła w 2024 r. fabrykę systemów bateryjnych o rocznej zdolności produkcyjnej 2 GWh. Zakład stanowi krajową bazę projektowania, integracji i seryjnej produkcji pakietów oraz systemów BMS, ale nie produkuje samych ogniw. Odporność tego ogniwa łańcucha zależy więc także od zapewnienia dostaw odpowiednich modułów i ogniw⁵⁴.

49 Dronehub, Manufacturing / Defense and national security / UAV Nomad, 2026. Producent deklaruje produkcję w Polsce i łańcuch dostaw bez komponentów z Chin i państw objętych ograniczeniami.

50 WObit, oferta silników BLDC, sterowników, enkoderów i przekładni (dostęp 11.08.2026).

51 NeoX-2 pozytywnie zweryfikowany, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, 8.12.2021: <https://www.itwl.pl/aktualnosci/neoX-2-pozytywnie-zweryfikowany> (dostęp 11.08.2026); Wzajer z ITWL dla SZ RP, 2022.

52 PAP / Elimen Group, W Indiach ruszy produkcja elektrycznych silników projektu polskiego startupu, 28.02.2023: <https://www.pap.pl/aktualnosci/news%2C1542658%2Cw-indiach-ruszy-produkcja-elektrycznych-silnikow-projektu-polskiego> (dostęp 11.08.2026).

53 MEDCOM, materiały produktowe dotyczące energoelektroniki SiC dla transportu (dostęp 11.08.2026).

54 IMPACT Clean Power Technology, GigafactoryX, dane producenta.

STUDIUM PRZYPADKU: RENAULT

– CYWILNA SKALA PRODUKCJI W PROJEKTACH BEZZAŁOGOWYCH I TAKTYCZNYCH

Jednym z najbardziej wyrazistych przykładów nowego podejścia do roli przemysłu motoryzacyjnego jest Renault. Francuski koncern, kojarzony przede wszystkim z produkcją samochodów osobowych i dostawczych, angażuje się również w projekty związane z produkcją systemów bezzałogowych. Tym samym zasoby typowe dla dużego producenta motoryzacyjnego, czyli zakłady produkcyjne, inżynierowie, doświadczenie w organizacji produkcji oraz zdolność do skalowania, zostały wykorzystane w projektach wzmacniających francuskie zdolności produkcyjne w sektorze obronnym.

W czerwcu 2026 r. poinformowano o współpracy Renault z Grupą Thales przy produkcji Toutatis – zdalnie sterowanej amunicji krążącej, określanej również jako dron uderzeniowy⁵⁵. Według tych doniesień Renault ma wykorzystać swoje kompetencje przemysłowe do zwiększenia skali produkcji i obniżenia kosztów wytwarzania. W komunikowanych planach pojawia się zdolność produkcji do 1000 sztuk miesięcznie od kolejnego roku, jednak należy ją traktować jako deklarowaną przyszłą zdolność produkcyjną, a nie jako dowód już ustabilizowanej produkcji seryjnej. Istotnym zastrzeżeniem jest również to, że w momencie publikacji tych informacji nie było potwierdzonych planów znaczących zakupów tych systemów przez Francję, a potencjalny popyt miał pochodzić głównie z rynków zagranicznych.

Renault i Thales współpracują już przy prototypie hybrydowego pojazdu taktycznego 4 TROOP⁵⁶. Łączy on cywilną platformę Renault z systemami Thales w zakresie łączności, przetwarzania danych i dowodzenia. Pojazd ma wspierać rozpoznanie, koordynację oddziałów oraz obsługę dronów powietrznych i lądowych. Hybrydowy napęd umożliwia mu cichą pracę, a funkcja Vehicle-to-Load pozwala zasilać wyposażenie w terenie. Renault wnosi gotową architekturę pojazdu, procesy seryjnej produkcji i zaplecze serwisowe. Projekt pozostaje jednak w fazie demonstracyjnej, a produkcja pojazdu zależy od przyszłych zamówień.

Renault rozwija również projekt Chorus wspólnie z Turgis & Gaillard⁵⁷. Oficjalnie potwierdzono, że jego zakład w Le Mans ma montować drony tego projektu. Linia montażowa ma powstać w dawnym magazynie o powierzchni ok. 5000 m², po wykonaniu prac adaptacyjnych i zabezpieczających. Według informacji Renault projekt zakłada rozwinięcie w ciągu mniej niż 12 miesięcy zdolności produkcyjnej do 600 jednostek miesięcznie przy wykorzystaniu kompetencji grupy w zakresie *design-to-cost* i *design-to-manufacturing*. W tym przypadku ważne jest nie tylko samo wejście w projekt dronowy, ale także zastosowany model przemysłowy: wykorzystanie cywilnej kultury produkcji seryjnej do budowy zdolności, które w sektorze obronnym są coraz bardziej potrzebne.

55 G. Guillaume, F. Loeve *Renault teams up with Thales to boost France's drone production*, Reuters, 16.06.2026: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/renault-make-drones-with-thales-support-french-defence-sector-2026-06-16/> (dostęp 11.08.2026).

56 Eurosatory 2026: Renault Group and Thales unveil 4 TROOP, 15.06.2026: <https://www.thalesgroup.com/en/news-centre/press-releases/eurosatory-2026-renault-group-and-thales-unveil-4-troop-innovative> (dostęp 11.08.2026).

57 Komunikat prasowy dotyczący projektu Chorus i zakładu Le Mans, Renault Group, 2026.

Czwartym kierunkiem są prace Renault z koncernem John Cockerill nad bezzałogowym pojazdem lądowym. Renault może odpowiadać za platformę, optymalizację konstrukcji i skalowanie produkcji, natomiast John Cockerill oraz należący do niego Arquus wnoszą kompetencje wojskowe i doświadczenie w integracji pojazdów bojowych. Dotąd nie ujawniono parametrów pojazdu, miejsca produkcji ani planowanych wolumenów. Projekt należy więc traktować jako inicjatywę na wczesnym etapie, potwierdzającą jednak zainteresowanie Renault także wojskowymi systemami lądowymi.

Przypadek Renault ilustruje zmianę podejścia do rezerwy przemysłowej. Współczesne konflikty wymagają nie tylko najbardziej zaawansowanych technologii, ale także zdolności do szybkiego zwiększania produkcji, upraszczania konstrukcji, kontroli kosztów i wykorzystania dostępnych zasobów. Motoryzacja jest jednym z sektorów, które przez dekady rozwijały właśnie takie kompetencje: powtarzalną produkcję, kontrolę jakości, optymalizację kosztową, zarządzanie dostawcami i skalowanie procesów.

Z punktu widzenia polityki przemysłowej wynika z tego istotny wniosek. Kompetencje istotne dla bezpieczeństwa nie muszą powstawać wyłącznie w tradycyjnym sektorze zbrojeniowym. Część z nich może być rozwijana w sektorach cywilnych, a następnie wykorzystywana w projektach obronnych lub w sytuacjach kryzysowych. Renault pokazuje, że koncern samochodowy może stać się elementem szerszej strategii wzmacniania odporności, nawet jeśli jego podstawową funkcją pozostaje produkcja cywilna.

Projekt	Partner	Produkt	Rola Renault	Etap
Toutatis	Thales	Amunicja krążąca krótkiego zasięgu	Przeprojektowanie pod produkcję masową, formowanie wtryskowe, montaż	Formalne partnerstwo; plan nawet 1000 szt. miesięcznie od 2027 r.
4 TROOP	Thales	Hybrydowy taktyczny pojazd wojskowy 4x4	Platforma samochodowa i możliwość szybkiej industrializacji	Prototyp pokazany na Eurosatory; produkcja zależna od zamówień
Chorus	Turgis & Gaillard	Duży bezzałogowiec dalekiego zasięgu	Rozwój przemysłowy, silniki i produkcja w zakładzie Le Mans	Demonstrator/testy w 2026 r.; docelowo nawet 600 szt. miesięcznie
Bezzałogowy pojazd lądowy	John Cockerill Defense / Arquus	Wojskowy robot lub „dron” lądowy	Prawdopodobnie platforma, uprzemysłowienie i masowa produkcja	Projekt na wcześniejszym etapie; nie jest jasne, czy zawarto już ostateczną umowę produkcyjną

HYBRYDYZACJA PLATFORM ZAŁOGOWYCH I ROSNĄCE ZAPOTRZEBOWANIE NA MOC

Hybrydyzacja napędów w lądowych platformach załogowych rozwija się, choć wolniej niż w segmencie bezzałogowym. Dzieje się tak ze względu na dłuższy resurs i mniejszą liczbę platform używanych już w sektorze wojskowym niż cywilnym, a także ze względu na wyższe wymagania dotyczące niezawodności, mocy szczytowej i przeżywalności układu napędowego w warunkach bojowych⁵⁸.

Wśród lądowych pojazdów załogowych głównym czynnikiem napędzającym elektryfikację nie jest już sama oszczędność paliwa, lecz rosnące zapotrzebowanie pojazdów na energię dla systemów pokładowych, w tym sensorów, systemów dowodzenia czy aktywnej ochrony pojazdu. Systemy zasilania energią elektryczną umożliwiają również operowanie w trybie cichym oraz eksport mocy bez konieczności holowania dodatkowych generatorów. Ten ostatni aspekt staje się szczególnie istotny w kontekście szybkiej dronizacji pola walki.

Układy hybrydowo-elektryczne, najczęściej oparte na silniku Diesla i napędzie elektrycznym, stosuje się obecnie przede wszystkim w lekkich taktycznych pojazdach kołowych. Uwzględnia się je również w projektach cięższych platform, w tym bojowych wozów piechoty. Jest to uzasadnione m.in. możliwościami poczynienia istotnych oszczędności na paliwie – ten czynnik brany jest pod uwagę przez większość natowskich organów sztabowych, na czele z amerykańskim. Obecnie w większości programów rozwojowych napędy hybrydowe pozostają jednak rozwiązaniem opcjonalnym, a nie standardem produkcyjnym.

PRZYKŁAD PROJEKTU LUB WDROŻENIA

Amerykański eJLTV (hybrydowo-elektryczna wersja lekkiego pojazdu Joint Light Tactical Vehicle) firmy Oshkosh Defense został po raz pierwszy zaprezentowany w 2022 r. Wykorzystuje on baterię litowo-jonową o pojemności 30 kWh, ładowaną w czasie jazdy silnikiem wysokoprężnym w ok. 30 minut, co pozwala na tryb cichej jazdy przez 30 minut oraz cichej obserwacji przez ok. 8,5 godziny. Podczas targów Eurosatory 2026 producent zaprezentował platformę nie tylko jako środek transportu, lecz także jako mobilne źródło zasilania dla systemów przeciwdronowych, takich jak lasery klasy HELMA-P.

MOŻLIWOŚCI WDROŻENIA W POLSCE W PERSPEKTYWIE 15 LAT

Program Rozwoju Sił Zbrojnych RP na lata 2025–2039 zakłada konsekwentną, wieloletnią modernizację wojsk pancernych i zmechanizowanych, obejmującą m.in. wprowadzenie do służby nowych ciężkich bojowych wozów piechoty oraz kolejnych czołgów nowego typu – zarówno południowokoreańskich K2, jak i Abramsów. W ciągu najbliższych 15 lat coraz bardziej rozbudowane uzbrojenie i systemy pokładowe tych

58 Oshkosh Defense Unveils First-Ever Silent Drive Hybrid Electric JLTV, Oshkosh Defense, 25.01.2022: <https://oshkoshdefense.com/oshkosh-defense-unveils-first-ever-silent-drive-hybrid-electric-jlvt/> (dostęp 11.08.2026); V. Gonzales, Harnessing hybrid vehicles for superior US Army operations, U.S. Army, 20.03.2024: https://www.army.mil/article/274686/harnessing_hybrid_vehicles_for_superior_us_army_operations (dostęp 11.08.2026); Do Generals Dream of Electric Tanks?, RAND, 8.08.2023: <https://www.rand.org/pubs/commentary/2023/08/do-generals-dream-of-electric-tanks.html> (dostęp 11.08.2026).

platform będą wymagały większej mocy elektrycznej, co stwarza naturalną przestrzeń do wdrażania rozwiązań hybrydowych. Należy jednak podkreślić, że na tym etapie Siły Zbrojne RP pozyskują nowe ciężkie platformy wyposażone wyłącznie w silniki spalinowe, a na podstawie doświadczeń historycznych można zakładać, że będą one miały długi resurs. W miarę możliwości budżetowych i decyzji politycznych będzie on uwzględniać modyfikacje, szczególnie w zakresie wyposażenia pokładowego, co tworzy potencjał dla firm zajmujących się systemami bateryjnymi i zarządzaniem energią.

Potencjalne szanse na wdrożenie hybrydowych układów napędowych otwierają się w przypadku nowych lekkich platform załogowych, szczególnie tych wymagających zmniejszonej sygnatury akustycznej, np. potencjalnych pojazdów służących do realizacji misji rozpoznawczych lub wypełniania zadań w zakresie obrony powietrznej. Z uwagi na istotne zapóźnienie w modernizacji wojsk pancernych i zmechanizowanych oraz istniejące już kolejki zamówień dla Sił Zbrojnych RP na ciężkie platformy, takie jak BWP Borsuk czy czołgi, w perspektywie 15-letniej trudno spodziewać się hybrydyzacji ich jednostek napędowych. Istnieje jednak wysokie prawdopodobieństwo zwiększonego zainteresowania tematem ze strony Sztabu Generalnego WP, np. poprzez obserwację rozwoju czołgu Abrams, wdrażanego przez SZ RP od 2022 r. – prototyp jego najnowszej wersji (M1E3) jest wyposażony w układ hybrydowy i będzie przechodzić testy począwszy od bieżącego roku⁵⁹.

W tym czasie uzasadnione jest rozpoczęcie procesów badawczo-rozwojowych w zakresie efektywnych energetycznie (np. hybrydowych) napędów dla przyszłych platform lądowych – można oczekiwać, że istotna część tych pojazdów będzie bezzałogowa lub opcjonalnie załogowa. Tworzy to potencjalną szansę biznesową dla polskiego sektora zbrojeniowego, który pozostaje obecnie w wysokim stopniu uzależniony od zagranicznych dostaw podzespołów do platform lądowych (szczególnie ich układów napędowych).

PERSPEKTYWY ROZWOJU RYNKU ZASTOSOWAŃ WOJSKOWYCH ORAZ DUAL-USE W PERSPEKTYWIE 10–15 LAT

Podczas gdy rynek cywilny dąży do pełnej elektryfikacji (BEV), w ciężkich lądowych platformach bojowych (czołgi, bojowe wozy piechoty, ciężkie transportery) w obecnych uwarunkowaniach najbardziej prawdopodobnym kierunkiem elektryfikacji ciężkich platform bojowych w perspektywie najbliższych 15 lat pozostaje napęd hybrydowy (HEV). Wynika to z ograniczeń gęstości energii baterii, braku infrastruktury szybkiego ładowania na linii frontu oraz konieczności funkcjonowania w zróżnicowanych warunkach atmosferycznych⁶⁰.

59 Program Rozwoju Sił Zbrojnych RP na lata 2025–2039 podpisany, op. cit.; Priorytet P2 – Powołanie Wojsk Dronowych: <https://www.gov.pl/web/priorytety/p2> (dostęp 11.08.2026).

60 *Do Generals Dream of Electric Tanks?*, op. cit.

Według szacunków wartość globalnego rynku hybrydowych pojazdów wojskowych wzrośnie z ok. 2,85 mld dolarów w 2025 r. do 5,42 mld dolarów do roku 2033 przy rocznym tempie wzrostu CAGR 8,4%⁶¹.

Główne wektory rozwoju tego rynku w latach 2036–2041 to:

- **Rozpowszechnienie technologii hybrydowych (HEV).** Według jednego z komercyjnych szacunków to właśnie hybryda szeregową (*series hybrid*) może stać się dominującą architekturą, obejmując ponad 42,3% rynku. W tym układzie silnik spalinowy pełni wyłącznie funkcję generatora prądu pracującego w optymalnym zakresie obrotów, eliminując klasyczną skrzynię biegów i wały napędowe, a koła lub gąsienice napędzane są bezpośrednio przez silniki elektryczne⁶².
- **Silent Watch i Silent Mobility.** Głównym wymaganiem operacyjnym nie jest sama redukcja zużycia paliwa (choć oszczędności logistyczne są bardzo istotne), lecz zdolność cichego działania. Nowoczesne układy hybrydowe umożliwiają bezgłośny ruch przez 30 minut oraz prowadzenie cichej obserwacji (Silent Watch) przy wyłączonym silniku spalinowym przez ponad 8,5 godziny, istotnie ograniczając sygnaturę termiczną i akustyczną wozu.
- **Zapotrzebowanie na energię dla systemów zewnętrznych (*exportable power*).** Współczesne i przyszłe załogowe wozy bojowe wymagają znacznych ilości energii elektrycznej do zasilania pokładowych aktywnych systemów ochrony, emiterów zagłuszających przeciwdronowych, systemów dowodzenia C4ISR oraz przyszłościowej broni wykorzystującej energię skierowaną, taką jak lasery i mikrofalę. Układ hybrydowy pełni funkcję mobilnej elektrowni, zdolnej wyeksportować na zewnątrz moc rzędu 115 kW i większą.
- **Decentralizacja napędu – silniki w piastach kół⁶³.** W dłuższej perspektywie rynek będzie ewoluował w kierunku silników elektrycznych zintegrowanych bezpośrednio z piastami kół (*direct drive*). Rozwiązanie to eliminuje podatne na uszkodzenia mechaniczne elementy przeniesienia napędu, umożliwia cyfrowe zarządzanie momentem obrotowym na każdym kole (*torque vectoring*) oraz może zwiększać przeżywalność wozu w przypadku najechania na minę.

61 *Military Vehicle Electrification Market, Roots Analysis, February 2026:*
<https://www.rootsanalysis.com/military-vehicle-electrification-market> – komercyjny szacunek rynkowy (dostęp 11.08.2026).

62 *Hybrid Military Vehicle Market, DataIntel, May 2026:*
<https://dataintel.com/report/hybrid-military-vehicle-market> – komercyjny szacunek rynkowy (dostęp 11.08.2026).

63 *Polskie rozwiązania napędu elektrycznego w kołach (4WHED PL), Łukasiewicz:*
<https://kit.lukasiewicz.gov.pl/polskie-rozwiazania-napedu-elektrycznego-w-kolach-4whed-pl/>
(dostęp 11.08.2026); materiały Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych.

OBECNE I POTENCJALNE MOŻLIWOŚCI ODPOWIEDZI POLSKICH PRZEDSIĘBIORSTW NA WYBRANY TREND

Polski przemysł ma zaawansowane, przetestowane komponenty i zdolności produkcyjne, które pozwalają na samodzielne projektowanie i integrację hybrydowych układów napędowych dla pojazdów lądowych. Poniżej opisano kilka przykładów przedsiębiorstw rozwijających rozwiązania hybrydowe:

- Radiotechnika Marketing Sp. z o.o. – pionier i dostawca komponentów do pojazdów takich jak BWP Borsuk, KTO Rosomak czy ciężarówki Jelcz. Firma opracowała i produkuje m.in.⁶⁴:
 - Zintegrowany Układ Hybrydowy (ZUH) – system łączący silnik spalinowy i elektryczny w układzie równoległym, zapewniający płynne przełączanie źródeł energii oraz pełną redundancję – w razie uszkodzenia jednego z silników pojazd może kontynuować jazdę;
 - starter-generator (SGM) – urządzenie integrujące funkcje rozrusznika i generatora o wysokiej sprawności dla dużych pojazdów bojowych;
 - range extender (REX) – ważyący 9 kg szeregowy układ zasilania, opracowany we współpracy z brytyjską firmą RCV Engines, który pozwala na istotne zwiększenie zasięgu małych pojazdów bezzałogowych (UGV/UAV) bez obciążania ich masą akumulatorów.
- Projekt alternatywnego krajowego układu napędowego dla armatohaubicy Krab i BWP Borsuk, prowadzony przez zespół Politechnik: Lubelskiej, Rzeszowskiej i Świętokrzyskiej, w ramach Politechnicznej Sieci Obronności i Bezpieczeństwa utworzonej w 2023 r. we współpracy z Hutą Stalowa Wola⁶⁵. Proponowana alternatywa to układ hybrydowy szeregowy: dwa silniki spalinowe napędzające dwie prądnice zasilające napęd elektryczny z rezygnacją z ciężkiej przekładni hydrokinetycznej – uszkodzenie jednego silnika nie pozbawia pojazdu zdolności wycofania się z pola walki.
- Instytuty badawczo-rozwojowe (PIMOT, WITPiS, OBRUM)⁶⁶. Łukasiewicz-PIMOT dysponuje nowoczesnym Centrum Elektromobilności i Automatyzacji Transportu (aparatura o sile wymuszeń do 1000 kN do testów mechanicznych i klimatycznych komponentów wysokiego napięcia pojazdów militarnych). PIMOT oferuje także usługi projektowania zaawansowanych wiązek instalacji wysokiego napięcia (HV) oraz jednostek dystrybucji energii (PDU). Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej (WITPiS) prowadzi certyfikację i badania poligonowe takich napędów, a OBRUM Gliwice ma doświadczenie koncepcyjne i prototypowe w budowie

64 Radiotechnika Marketing, materiały dotyczące Zintegrowanego Układu Hybrydowego, starter-generatora i range extendera: <https://radiotechnika.com.pl/> (dostęp 11.08.2026).

65 P. Ciesielska, *Polski napęd dla Kraba i Borsuka*, Polska Zbrojna, 21.07.2026: <https://polska-zbrojna.pl/Mobile/ArticleShow/46806> – opis koncepcji Politechnicznej Sieci Obronności i Bezpieczeństwa oraz współpracy z HSW (dostęp 11.08.2026).

66 Łukasiewicz-PIMOT, Centrum Elektromobilności i Automatyzacji Transportu (2024–2026), materiały projektu.

lekkich pojazdów hybrydowych (np. demonstratora gąsienicowego wszędołaza o prędkości 70 km/h oraz koncepcje cichego podejścia dla ciężkich wozów Anders).

- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL⁶⁷. Instytut posiada kompetencje w obszarze projektowania silników elektrycznych przeznaczonych do zabudowy bezpośrednio w piastach kół. W ramach projektów NCBR opracowano kompleksową technologię napędu bezpośredniego. KOMEL ma również doświadczenie w projektowaniu specjalistycznych napędów wojskowych redukujących sygnaturę termiczną pojazdów opancerzonych poprzez sprzężenie napędu elektrycznego z układem chłodzenia spalin.

STUDIUM PRZYPADKU: MAN / RMMV I DAIMLER TRUCK – CIĘŻKI TRANSPORT I LOGISTYKA WOJSKOWA

Jeden z najbardziej systemowych związków między motoryzacją a obronnością widać w segmencie pojazdów ciężkich, użytkowych i specjalnych. To właśnie tutaj granica między cywilną a wojskową bazą przemysłową jest często bardziej płynna niż w przypadku samochodów osobowych, zwłaszcza w obszarze logistyki, transportu sprzętu, pojazdów wsparcia i zabudów specjalistycznych. Armia potrzebuje mobilności: ciężarówek, cystern, pojazdów ewakuacyjnych, pojazdów warsztatowych, ciągników siodłowych, transporterów sprzętu, nośników systemów łączności, ambulansów, pojazdów dowodzenia i platform pod różnego rodzaju zabudowy. Wiele z tych zastosowań jest bliższych przemysłowi ciężarowemu i użytkowemu niż klasycznej produkcji uzbrojenia⁶⁸.

Dobrym przykładem jest Rheinmetall MAN Military Vehicles, czyli wspólne przedsięwzięcie Rheinmetall i MAN Truck & Bus⁶⁹. RMMV działa w obszarze wojskowych i zmilitaryzowanych logistycznych pojazdów kołowych, a jego struktura właścicielska dobrze pokazuje połączenie kompetencji obronnych i motoryzacyjnych: Rheinmetall ma 51% udziałów, a MAN Truck & Bus – 49%. W 2024 r. Rheinmetall nawiązał współpracę z Torsusem przy adaptacji modeli MAN TGE i Torsus Terrastorm do zastosowań specjalnych. Ten przykład pokazuje, że istniejące platformy pojazdowe lub kompetencje producentów pojazdów użytkowych mogą być punktem wyjścia do modyfikacji misyjnych, choć nie oznacza to prostego utożsamienia pojazdów cywilnych i wojskowych.

Cywilna ciężarówka i pojazd wojskowy nie są tym samym produktem. Jednocześnie w wybranych przypadkach wspólne lub częściowo wspólne mogą być platformy bazowe, komponenty, dostawcy, procesy produkcyjne, logika serwisowania, dostępność części oraz doświadczenie w budowie i utrzymaniu dużych flot pojazdów. W obydwu sektorach szczególne znaczenie ma to, aby sprzęt był niezawodny, naprawialny, możliwy do utrzymania w dużej liczbie i dostępny w odpowiednim czasie.

67 Polskie rozwiązania napędu elektrycznego w kołach (4WHED PL), Łukasiewicz; materiały Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych.

68 NATO's role in logistics, NATO, 22.01.2025: <https://www.nato.int/en/what-we-do/deterrence-and-defence/natos-role-in-logistics> (dostęp 11.08.2026).

69 Rheinmetall MAN Military Vehicles GmbH: <https://www.rheinmetall.com/en/company/subsidiaries/rheinmetall-man-military-vehicles/about-us>; Rheinmetall, Torsus partner up for special operations vehicles, Reuters, 2.07.2024: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/rheinmetall-torsus-partner-up-special-operations-vehicles-2024-07-02/> (dostęp 11.08.2026).

Rozwój elektrycznych ciężarówek, autobusów i pojazdów użytkowych buduje kompetencje w zakresie baterii, elektroniki mocy, zarządzania temperaturą, systemów wysokiego napięcia, diagnostyki, planowania ładowania, zarządzania flotą i integracji pojazdów z infrastrukturą energetyczną. Nie oznacza to, że pojazdy wojskowe szybko staną się w pełni elektryczne. Jak wcześniej wskazano, w wielu zastosowaniach operacyjnych trudno oczekiwać szybkiego odejścia od układów spalinowych. Przez dłuższy czas istotne będą także rozwiązania hybrydowe i różne paliwa alternatywne. Jednak kompetencje rozwijane przy elektryfikacji ciężkiego transportu mogą być przydatne również w systemach specjalnych: przy cichym przemieszczaniu się, zasilaniu urządzeń pokładowych, pracy w trybie postoju bez pracy silnika spalinowego, mobilnym magazynowaniu energii czy zasilaniu systemów łączności i sensorów. To właśnie dlatego segment pojazdów ciężkich i użytkowych powinien być traktowany jako jeden z najważniejszych obszarów, w których polityka transportowa, przemysłowa i bezpieczeństwa zaczynają się coraz wyraźniej przenikać⁷⁰.

Jeszcze bardziej jednoznaczny kierunek pokazuje Daimler Truck. W czerwcu 2026 r. spółka ogłosiła uruchomienie globalnej marki Daimler Truck Defence, pod którą chce skupić swoje aktywności obronne i zapewnić im spójną obecność rynkową. Firma zapowiedziała inwestycje rzędu kilkuset milionów euro w kolejnych latach, których celem jest osiągnięcie 1 mld euro przychodów z działalności obronnej do 2028 r. To odróżnia ten przypadek od scenariuszy opartych głównie na rozmowach lub potencjalnej konwersji zakładów: w przypadku Daimler Truck mamy do czynienia z oficjalnie komunikowaną strategią rozwoju segmentu obronnego.

Ten ruch pokazuje, że w przypadku części producentów pojazdów ciężkich obronność przestaje być wyłącznie pobocznym lub rozproszonym obszarem działalności, a zaczyna być traktowana jako uporządkowany segment biznesowy. Daimler Truck ma tu naturalne kompetencje: platformy ciężarowe, pojazdy terenowe, doświadczenie w produkcji pojazdów specjalnych, serwis, dostawy części, globalne marki i rozbudowaną sieć obsługi flot.

Istotnym elementem strategii firmy jest też budowanie ekosystemu współpracy z wyspecjalizowanymi firmami obronnymi i technologicznymi. Daimler Truck zawarł m.in. porozumienie z Quantum Systems, które dotyczy integracji ciężarówek z systemami autonomicznymi, dronami i platformą zarządzania MOSAIC, a w ramach projektu InterRoC rozwijane są zautomatyzowane konwoje logistyczne dla Bundeswehry⁷¹. Firma współpracuje również z ARX Robotics przy rozwijaniu systemów sztucznej inteligencji i autonomizacji pojazdów oraz z Roshelem w zakresie rozwiązań opancerzonych. W innych projektach Daimler dostarcza platformy, na których partnerzy, tacy jak

70 Electric commercial vehicles from MAN: <https://www.man.eu/global/en/electric-commercial-vehicles/overview.html> (dostęp 11.08.2026); *Harnessing hybrid vehicles for superior US Army operations*, op. cit.

71 *On Land and in the Air: Daimler Truck Enters Partnership with German Drone Manufacturer Quantum Systems*, Daimler Truck, 11.03.2026: <https://www.daimlertruck.com/en/newsroom/pressrelease/on-land-and-in-the-air-daimler-truck-enters-partnership-with-german-drone-manufacturer-quantum-systems-53395554> (dostęp 11.08.2026); Daimler Truck Showcases Comprehensive Portfolio of Defence Mobility Solutions at Eurosatory 2026, 11.06.2026: <https://www.daimlertruck.com/en/newsroom/pressrelease/daimler-truck-showcases-comprehensive-portfolio-of-defence-mobility-solutions-at-eurosatory-2026-53501140> (dostęp 11.08.2026).

KNDS, ASELSAN, Helsing czy Valhalla, integrują chronione kabiny, systemy uzbrojenia, wyrzutnie i rozwiązania przeciwdronowe.

Przykład Daimler Truck pokazuje, że rosnące wydatki obronne w Europie mogą wpływać na strategię firm motoryzacyjnych, zwłaszcza w segmencie pojazdów ciężkich i użytkowych. W okresie presji konkurencyjnej i kosztowej działalność obronna może być postrzegana jako bardziej stabilny segment popytu, oparty na długoterminowych programach publicznych, serwisie i utrzymaniu flot. Dla państw oznacza to, że polityka obronna i przemysłowa w coraz większym stopniu będą się przecinać. Zamówienia wojskowe mogą wspierać utrzymanie kompetencji przemysłowych, a kompetencje cywilne, czyli produkcja w skali, logistyka, serwis, standaryzacja i sieci dostaw, mogą zwiększać zdolność do produkcji oraz utrzymania sprzętu.

Najważniejsze jest jednak to, że w tym modelu nie następuje proste zastąpienie produkcji cywilnej produkcją wojskową. Bardziej adekwatne jest mówienie o podwójnym wykorzystaniu kompetencji. Ta sama firma może produkować ciężarówki dla logistyki cywilnej, pojazdy dla służb publicznych, platformy specjalne oraz rozwiązania dla wojska, korzystając z częściowo wspólnej bazy inżynierskiej, produkcyjnej i serwisowej. Z punktu widzenia odporności gospodarki jest to istotne, bo dywersyfikuje popyt i wzmacnia kompetencje przemysłowe, które w warunkach kryzysu mogą zwiększać elastyczność produkcji i zdolność państwa do reagowania na potrzeby bezpieczeństwa.

OPROGRAMOWANIE, SENSORY, AUTONOMIZACJA I CYBERBEZPIECZEŃSTWO

Współczesny samochód coraz bardziej przypomina platformę cyfrową. Oprogramowanie zarządza napędem, energią, bezpieczeństwem, komunikacją i funkcjami wspomagania kierowcy, a w niedalekiej przyszłości – sterować będzie również samym pojazdem. Aktualizacje mogą zmieniać parametry pojazdu już po rozpoczęciu jego eksploatacji, a dane zbierane z floty służą do diagnozowania usterek, optymalizacji tras i przewidywania potrzeb serwisowych⁷².

Podobny proces zachodzi w sektorze obronnym. Nowoczesna platforma wojskowa jest wyposażona w sensory, systemy komunikacji, moduły obserwacyjne, urządzenia bezzałogowe oraz systemy przetwarzania danych. O jej wartości decyduje coraz częściej zdolność do integracji informacji i szybkiego aktualizowania funkcji, a nie wyłącznie parametry mechaniczne.

Koncepcja pojazdu definiowanego programowo może więc stanowić ważny obszar transferu kompetencji. Wymaga jednak wysokiego poziomu cyberbezpieczeństwa, kontroli nad kodem źródłowym, bezpiecznych kanałów aktualizacji oraz możliwości działania bez stałego połączenia z zewnętrzną infrastrukturą.

72 *Mission and key figures*, Valeo: <https://www.valeo.com/en/mission-and-key-figures/> (dostęp 11.08.2026); D. Masoni, M. De Rozario, *Car supplier Valeo shares soar on bets over data centre growth*, Reuters, 3.06.2026: <https://www.reuters.com/business/car-supplier-valeo-shares-soar-bets-over-data-centre-growth-2026-06-03/> (dostęp 11.08.2026).

Systemy autonomicznej jazdy rozwijane dla rynku cywilnego wykorzystują sensory, kamery, radary, lidary, algorytmy rozpoznawania obrazu oraz systemy planowania ruchu. Te same grupy technologii są wykorzystywane w bezzałogowych platformach wojskowych, systemach logistycznych i urządzeniach rozpoznawczych. Różnią się jednak warunki działania. Pojazd cywilny funkcjonuje przede wszystkim na drogach i w przewidywalnym otoczeniu regulacyjnym. Platforma wojskowa musi działać w terenie, przy zakłóconej łączności i nawigacji, w warunkach celowego przeciwdziałania oraz przy ograniczonym dostępie do infrastruktury. Synergia nie polega więc na prostym przeniesieniu gotowych rozwiązań. Polega na wykorzystaniu wspólnej bazy technologicznej: sensorów, procesorów, algorytmów, napędów, systemów sterowania i narzędzi symulacyjnych.

STUDIUM PRZYPADKU: VALEO

– DUAL-USE NA POZIOMIE KOMPONENTÓW I ZDOLNOŚCI INTEGRACYJNYCH

Odrębny przykład stanowi działalność firmy Valeo⁷³. Specjalizuje się ona w takich dziedzinach jak systemy wspomagania kierowcy, sensory, LiDAR, kamery, radary, elektronika pojazdowa, oprogramowanie, zarządzanie temperaturą, elektronika mocy i systemy elektryfikacji pojazdów. W motoryzacji technologie te są potrzebne do zwiększania bezpieczeństwa, automatyzacji jazdy, poprawy efektywności energetycznej i komfortu użytkownika. W zastosowaniach specjalnych podobne klasy technologii mogą wspierać percepcję otoczenia, autonomię, mobilność bezzałogową, zarządzanie energią oraz odporność systemów.

W czerwcu 2026 r. kurs akcji spółki wyraźnie wzrósł, kiedy analitycy J.P. Morgan i Jefferies wskazali na potencjał Valeo w obszarach wykraczających poza tradycyjną motoryzację, takich jak zarządzanie energią, chłodzenie, magazyny energii i centra danych. Podkreślano szczególnie kompetencje firmy w zakresie *power electronics* i *thermal management*, istotne m.in. dla bateryjnych systemów magazynowania energii oraz chłodzenia centrów danych. W tym kontekście pojawiła się również opinia, że zachodnie źródła komponentów i kompetencje technologiczne Valeo mogą wzmacniać jego atrakcyjność także dla sektorów takich jak obronność i automatyka przemysłowa. To stawia firmę w pozycji dostawcy technologii cywilnych, których strategiczne znaczenie może wykraczać poza sam rynek samochodów.

Przypadek Valeo pokazuje, że znaczna część przyszłej przewagi przemysłowej może zależeć nie od gotowego produktu, lecz od komponentów i ich zdolności integracji. Realna synergia technologiczna często ujawnia się na poziomie komponentów i zdolności integracyjnych, a nie wyłącznie w postaci gotowego produktu. Kraj lub region, który nie rozwija dostępu do takich kompetencji, może montować gotowe produkty, ale pozostawać zależny od zewnętrznych dostawców kluczowych technologii.

Valeo jest więc dobrym przykładem przemysłowego znaczenia elektromobilności i automatyzacji. Rozwój czystego transportu wzmacnia popyt na komponenty, które są istotne także dla innych sektorów strategicznych. Elektronika mocy, falowniki,

73 Valeo, *Mission and key figures*; D. Masoni, M. De Rozario, *Car supplier Valeo shares soar on bets over data centre growth*, op.cit.

przetwornice, systemy chłodzenia, układy sterowania, LiDAR, kamery, radary i oprogramowanie nie są wyłącznie „częściami do samochodów”. Są elementami nowej infrastruktury technologicznej gospodarki.

DOŚWIADCZENIA UKRAINY: WERYFIKACJA W WARUNKACH KONFLIKTU

Analiza wojny na Ukrainie stanowi obecnie najważniejszy punkt odniesienia dla Polski i innych państw wschodniej flanki NATO, niemniej trzeba mieć świadomość, że wyniesione stamtąd lekcje nie mogą być zazwyczaj przenoszone wprost na grunt lokalny. Dzieje się tak z powodu przynależności wymienionych państw do Sojuszu (z jego wspólnym systemem planowania operacyjnego czy rozwojowego), odmiennych uwarunkowań prawnych, a przede wszystkim możliwości przygotowania się do konfliktu w warunkach pokojowych.

Po pierwsze, wojna na Ukrainie jest konfliktem, w którym na niespotykaną wcześniej skalę w domenie powietrznej zaczęto używać systemów bezzałogowych, których istotną część jest zasilana prądem elektrycznym pochodzącym z różnego rodzaju systemów bateryjnych. Dotyczy to w szczególności niewielkich systemów klasy FPV, masowo używanych na poziomie taktycznym. Materiał wyjściowy wskazuje, że Siły Zbrojne Ukrainy miały otrzymać do końca 2025 r. łącznie 3 mln dronów FPV, prawie 2,5 raza więcej niż rok wcześniej. Dostępny komunikat strony ukraińskiej wskazuje natomiast na zdolność przemysłu do produkcji ponad 8 mln dronów różnych typów rocznie pod warunkiem zapewnienia finansowania⁷⁴. Silniki elektryczne są również elementem masowo używanych dronów przechwytyjących (interceptorów) oraz większych systemów rozpoznawczych, nie tylko ukraińskich, ale również pozyskiwanych z zagranicy (np. FlyEye produkcji polskiej grupy WB).

Po drugie, odrębnym tematem są systemy bezzałogowe w pozostałych domenach fizycznych (lądowej i morskiej). W przypadku systemów naziemnych widoczny jest szybki postęp w rozwoju i implementacji. Są one użytkowane przede wszystkim do wykonywania zadań logistycznych i ewakuacyjnych, w mniejszym stopniu również bojowych. W materiale wyjściowym wskazano deklarację pełnej dronizacji bliskiej logistyki frontowej (do 10 km od linii frontu) oraz liczbę 25 tys. systemów planowanych do zakontraktowania w pierwszym półroczu 2026 r. i ponad 12 tys. systemów używanych w 2025 r.; wartości te wymagają potwierdzenia w źródle pierwotnym. Prawie wszystkie te systemy dronowe są napędzane elektrycznie, z wykorzystaniem ogniw bateryjnych. W przypadku dronów morskich największe postępy w ostatnich latach widoczne były w użyciu dronów uderzeniowych, które są przeważnie napędzane silnikami spalinowymi, zwiększającymi szanse na osiągnięcie odpowiedniej prędkości i skuteczną neutralizację celu.

⁷⁴ <https://kyivindependent.com/ukraine-can-produce-8-million-drones-annually-needs-investments-zelensky-says06-2025/> (dostęp 11.08.2026).

Po trzecie, na obecnym etapie konfliktu nadal prawie wszystkie platformy załogowe używane na Ukrainie wykorzystują klasyczne napędy spalinowe. Dzieje się tak również w przypadku bardziej złożonych systemów rażenia czy rozpoznania. Wynika to z wykorzystania posiadanych już technologii oraz polegania w przeważającej mierze na wsparciu z Zachodu. Stosunkowo najniższy próg wejścia i elektryfikacji wystąpił właśnie w stosunkowo nowych systemach bezzałogowych, lekkich, łatwych do montażu i obsługi. Choć zarówno ukraiński, jak i zagraniczny przemysł zbrojeniowy oferuje Siłom Zbrojnym Ukrainy pierwsze propozycje platform załogowych z napędem hybrydowym, są one jeszcze na etapie koncepcyjnym. Pełna elektryfikacja platform załogowych, szczególnie ciężkich lądowych, jest na razie wykluczona ze względu na ograniczenia technologiczne. Wybrane funkcje logistyczne mogą pełnić lekkie platformy, używane już w sektorze cywilnym (samochody, motocykle), niemniej nie są one przystosowane do działania na poziomie taktycznym. Potencjalne przygotowanie ich do operowania w warunkach „kill zone” (nasyconej środkami rozpoznania i rażenia strefy w pobliżu pola walki) w obecnych warunkach wiązałoby się ze zwiększeniem masy i generowałoby zbyt duże koszty względem spalinowych odpowiedników.

Po czwarte, na poziomie taktycznym, według wiarygodnych relacji frontowych, funkcjonuje lokalna infrastruktura wspierająca użycie bezzałogowców oraz innych systemów elektronicznych, w tym: niewielkie warsztaty, polowe magazyny i banki energii, rozproszone i niewielkie systemy fotowoltaiczne oraz odgrywające kluczową rolę zapasowe zasilanie dla łączności (w tym terminali Starlink i systemów dowodzenia). Istotną zaletą zasilania elektrycznego jest stosunkowo niski poziom wytwarzanego hałasu i większa łatwość ukrycia na współczesnym polu walki – coraz bardziej przejrzystym, choćby z uwagi na zwiększenie liczby sensorów.

Po piąte, technologie BESS znajdują coraz szersze zastosowanie na Ukrainie. Skala rosyjskich ataków na cywilną infrastrukturę energetyczną potwierdza ich rolę w szeroko pojętym systemie obronnym państwa. Odpowiedzią strony ukraińskiej była decentralizacja części infrastruktury, obliczona na zwiększenie przeżywalności i stworzenie dylematów u przeciwnika. Ataki rosyjskie nasilały się w okresie zimowym z uwagi na chęć zwiększenia presji politycznej w czasie zwiększonego zużycia energii. Według danych Kijowa pod koniec 2025 r. połowa infrastruktury energetycznej była zniszczona (straty szacowano na ponad 56 mld dolarów). Choć główny kierunek działań w tym zakresie już teraz polega na decentralizacji źródeł energii (i większym wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii), widoczne jest również zwiększenie użycia systemów BESS. Materiał wyjściowy wskazuje na pięciokrotny wzrost rynku tych rozwiązań w 2025 r.; skala tego wzrostu wymaga jednak dodatkowej weryfikacji źródłowej. W wymiarze obronnym służą one przede wszystkim do zabezpieczenia ciągłości przemysłu zbrojeniowego, po czterech latach wojny również zdecentralizowanego i rozproszonego.

Po szóste, doświadczenia wojny na Ukrainie pokazały, że odporność produkcji dronów zależy nie tylko od zdolności projektowania i montażu kompletnych platform, ale również od dostępu do komponentów niższych poziomów łańcucha dostaw. Chiny pozostają głównym źródłem importowanych silników elektrycznych, baterii litowo-jonowych, materiałów kompozytowych, przetworników energii, układów sterowania,

sensorów i elektroniki⁷⁵. Zależność jest szczególnie duża w przypadku lekkich systemów: według danych Państwowej Służby Celnej Ukrainy 98% dronów o masie startowej do 7 kg importowanych przez Ukrainę w 2024 r. wyprodukowano w Chinach⁷⁶.

Chińskie regulacje eksportowe nie wprowadziły całkowitego embarga na wszystkie drony i ich komponenty wykorzystywane przez Ukrainę. Od 1 września 2024 r. wymagane są zezwolenia na eksport określonych kategorii silników lotniczych, ładunków i sensorów oraz urządzeń łączności radiowej; obowiązuje też zakaz eksportu pozostałych cywilnych bezzałogowych statków powietrznych w przypadku, kiedy eksporter wie lub powinien wiedzieć, że zostaną wykorzystane m.in. do celów wojskowych. Dane Państwowej Służby Celnej Ukrainy i Eurostatu przywołane przez OSW nie potwierdziły deklarowanego w maju 2025 r. całkowitego zatrzymania dostaw dronów na Ukrainę i do Unii Europejskiej⁷⁷. Regulacje stworzyły jednak trwałe ryzyko uzależnienia dostępu od decyzji licencyjnych, identyfikacji użytkownika końcowego oraz oceny dokonywanej przez chińskiego eksportera.

Ukraińska odpowiedź obejmuje kilka równoległych działań. W lutym 2025 r. Ministerstwo ds. Przemysłów Strategicznych zgromadziło ponad 50 ukraińskich producentów komponentów i informowało o krajowej produkcji m.in. silników, korpusów, śmigieł, aparatury sterującej i kamer; niektóre komponenty, w tym silniki i kamery do dronów, były już wytwarzane seryjnie. Od października 2025 r. jednostki wojskowe mogą bezpośrednio kupować silniki elektryczne, baterie i inne ustandaryzowane części, a nie tylko kompletne, skodyfikowane systemy. Równolegle ukraińskie przedsiębiorstwa i stowarzyszenia branżowe poszukują dostawców komponentów na Tajwanie oraz partnerów produkcyjnych w Japonii, aby ograniczać zależność od części chińskich⁷⁸.

Państwa europejskie, w tym Polska, pozostają ważnymi kanałami dostaw na Ukrainę: według OSW wartość polskiego eksportu dronów na Ukrainę wzrosła ze 139 mln euro w 2023 r. do 482 mln euro w 2024 r., a w pierwszych siedmiu miesiącach 2025 r. osiągnęła 422 mln euro⁷⁹. Dostawy przez państwa trzecie mogą doraźnie ograniczać skutki restrykcji skierowanych wyłącznie przeciw jednemu odbiorcy, ale nie usuwają zależności, jeżeli komponent, materiał lub półprodukt nadal pochodzi z Chin. Dlatego sam kraj wysyłki lub siedziba bezpośredniego dostawcy nie jest wystarczającą miarą uniezależnienia łańcucha dostaw.

Raport RUSI wskazuje, że budowanie odpornego łańcucha dostaw dronów nie może kończyć się na montażu, lecz wymaga współpracy w całym łańcuchu wartości, od

75 K. Nieczydor, S. Matuszak, *Gra o dron. Produkcja i zastosowanie ukraińskich bezzałogowych statków powietrznych pola walki*, Komentarze OSW, 14.10.2025, część: *Zależność od Chin*: <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/komentarze-osw/2025-10-14/gra-o-dron-produkcja-i-zastosowanie-ukraińskich-bezzałogowych> (dostęp: 1.09.2026).

76 Ibidem; Dane Państwowej Służby Celnej Ukrainy za 2024 r.

77 K. Nieczydor, S. Matuszak, *Gra o dron*, część *Zależność od Chin*. Autorzy zestawiają deklarację prezydenta Wołodymyra Zełenskiego z danymi Państwowej Służby Celnej Ukrainy i Eurostatu.

78 T. Kelly, J. Geddie, B. Blanchard, *Ukrainian drone makers target Asia as Taiwan tensions spur demand*, Reuters, 19.06.2026, <https://www.reuters.com/world/china/ukrainian-drone-makers-target-asia-taiwan-tensions-spur-demand-2026-06-19/> (dostęp: 1.09.2026).

79 K. Nieczydor, S. Matuszak, *Gra o dron*, część *Zależność od Chin*. Wartości polskiego eksportu przytoczone przez OSW: 139 mln euro w 2023 r., 482 mln euro w 2024 r. i 422 mln euro w okresie styczeń–lipiec 2025 r.

wydobycia i przetwarzania surowców po produkcję podzespołów i gotowych platform⁸⁰. Dla Polski przekłada się to na konieczność mapowania łańcucha poniżej poziomu producenta końcowego, co najmniej do kluczowych dostawców drugiego i trzeciego poziomu. Ocena bezpieczeństwa powinna uwzględniać: pochodzenie materiałów, magnezów, ogniw, elektroniki i innych komponentów krytycznych; kontrolę nad kodem źródłowym, danymi i kanałami aktualizacji; dostępność zakwalifikowanego alternatywnego dostawcy lub sprawdzonej ścieżki zastąpienia komponentu; a także stopień standaryzacji i modularności konstrukcji. Uzupełnieniem powinny być ograniczone zapasy operacyjne tych materiałów i ustandaryzowanych części, których szybkie zastąpienie w warunkach kryzysu byłoby szczególnie trudne.

Doświadczenie Ukrainy wzmacnia główny wniosek rozdziału: największy potencjał elektryfikacji nie leży obecnie w zastępowaniu ciężkich platform spalinowych, lecz w systemach bezzałogowych, rozproszonym zasilaniu, magazynowaniu energii, ograniczaniu sygnatury oraz zapewnianiu energii systemom łączności, rozpoznania i dowodzenia. W tych obszarach technologie rozwijane przez sektor EV mają obecnie najbardziej bezpośrednie zastosowanie obronne.

GRANICE TRANSFERU TECHNOLOGII MIĘDZY SEKTOREM CYWILNYM A OBRONNYM

Możliwości synergii nie powinny przestępować istotnych różnic między branżami. Synergie między bateriami dla elektromobilności i systemów obronnych obejmują przede wszystkim wspólną bazę materiałową oraz część kompetencji związanych z projektowaniem pakietów, zarządzaniem baterią, kontrolą temperatury, testowaniem i integracją. Nie oznacza to jednak, że gotowe ogniwa, pakiety lub systemy zarządzania baterią można bezpośrednio przenosić między różnymi zastosowaniami.

W małych dronach wymagających dużej mocy, w tym w systemach FPV, zwykle wykorzystuje się pakiety z ogniwami typu *pouch*, powszechnie nazywane LiPo. Ogniwa cylindryczne 18650 i 21700 są również stosowane, szczególnie tam, gdzie priorytetem jest dłuższy czas lotu, a wymagania dotyczące mocy na to pozwalają⁸¹. Elektromobilność wykorzystuje natomiast wszystkie trzy podstawowe formaty: *pouch*, cylindryczny i pryzmatyczny. Duże ogniwa pryzmatyczne stosowane w bateriach trakcyjnych i przemysłowych zwykle nie są praktycznym zamiennikiem małych dronów ze względu na ich masę, wymiary, sposób oddawania energii i konstrukcję całego pakietu⁸².

Potencjał synergii przemysłowych w obszarze napędów elektrycznych może być szerszy niż w przypadku samych ogniw, ale nie oznacza to zamienności gotowych silników.

80 R. Tollast, *Drones: Decoupling Supply Chains from China*, Royal United Services Institute, 18.11.2025, zwłaszcza s. 29–31: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/research-papers/drones-decoupling-supply-chains-china> (dostęp: 1.09.2026).

81 *Development perspectives for lithium-ion battery cell formats*, Fraunhofer ISI, 2022: https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2022/Development_perspectives_for_lithium-ion_battery_cell_formats_Fraunhofer_2022.pdf (dostęp: 1.09.2026).

82 *Global EV Outlook 2026*, rozdział „Electric vehicle batteries”, sekcja „Legacy battery form factor choices continue to shape the industry of today”, IEA, Paris 2026: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026/electric-vehicle-batteries> (dostęp: 1.09.2026).

Silniki trakcyjne pojazdów elektrycznych oraz niewielkie silniki bezszczotkowe stosowane w małych dronach różnią się konstrukcją, mocą, napięciem, prędkością obrotową, sposobem chłodzenia oraz wymaganiami dotyczącymi trwałości i bezpieczeństwa.

Ponadto producenci cywilni konkurują ceną, skalą i szybkością wprowadzania produktów na rynek. Zamówienia wojskowe charakteryzują się długimi cyklami, szczególnymi wymaganiami w zakresie bezpieczeństwa, procedurami certyfikacji i ograniczeniami dotyczącymi eksportu.⁸³

Istotną barierą jest również odmienny poziom tolerancji ryzyka. W zastosowaniach militarnych awaria pojedynczego komponentu może prowadzić do utraty zdolności operacyjnej. Wymagania dotyczące niezawodności, odporności temperaturowej, zabezpieczenia komunikacji i ciągłości dostaw są dlatego znacznie wyższe.

Kolejnym ograniczeniem pozostaje niedostateczna komunikacja między sektorem cywilnym a instytucjami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo. Firmy technologiczne często nie znają potrzeb wojska, natomiast system zamówień publicznych nie zawsze jest przystosowany do testowania nowych rozwiązań i współpracy ze start-upami lub przedsiębiorstwami spoza tradycyjnego przemysłu obronnego.

Mechanizmu dual-use nie należy zatem utożsamiać z prostym przeniesieniem produktu cywilnego do zastosowania wojskowego. Transfer dotyczy przede wszystkim kompetencji, komponentów, procesów, architektur technicznych, funkcji militarnych i zdolności produkcyjnych, które następnie muszą zostać dostosowane do wymogów bezpieczeństwa, odporności i certyfikacji.

ZNACZENIE DLA POLSKI I WARUNKI WYKORZYSTANIA POTENCJAŁU

Polska nie rozpoczyna budowy ekosystemu technologii podwójnego zastosowania od zera. Mimo niedostatku rozwiązań systemowych lub instytucji wspierających rozwój technologii dual-use w sposób skoordynowany, w kraju działają firmy mające doświadczenie w produkcji baterii, magazynów energii, infrastruktury ładowania, systemów bezzałogowych, elektroniki, oprogramowania i systemów zarządzania energią.

- **WB Group**⁸⁴ jest przykładem przedsiębiorstwa wywodzącego się z sektora obronnego, które rozwija również rozwiązania związane z energetyką, magazynowaniem energii i infrastrukturą ładowania. Pokazuje to, że transfer kompetencji może odbywać się nie tylko z rynku cywilnego do wojskowego, ale również w przeciwnym kierunku.

83 Komisja Europejska, EU Defence Industry Transformation Roadmap, 2026 – znaczenie certyfikacji, bezpieczeństwa, odporności łańcuchów dostaw i transferu technologii dual-use.

84 WB GROUP, materiały dotyczące FLYEYE, WARMATE i SILENT NETWORK.

- **Ekoenergetyka**⁸⁵ posiada kompetencje w zakresie infrastruktury ładowania o dużej mocy i systemów zarządzania energią. Rozwiązania tego typu mogą mieć znaczenie dla transportu publicznego i ciężkiego, jak również dla odporności infrastruktury krytycznej, zabezpieczenia energetycznego oraz zasilania flot specjalistycznych.
- **Impact Clean Power Technology**⁸⁶ rozwija baterie i magazyny energii dla transportu, przemysłu i energetyki. Kompetencje dotyczące projektowania i integracji pakietów bateryjnych mogą być wykorzystywane również w pojazdach specjalistycznych, systemach bezzałogowych i mobilnych źródłach zasilania.

Do ekosystemu należy włączyć także producentów autobusów i pojazdów specjalistycznych, przedsiębiorstwa elektroniczne, firmy informatyczne, uczelnie techniczne oraz krajowy sektor obronny. Ważne jest jednak odejście od postrzegania ich jako zbioru oddzielnych podmiotów i potraktowanie ich jako elementów jednej strategii przemysłowej i bezpieczeństwa.

Polski potencjał należy więc analizować nie jako prostą sumę producentów sprzętu wojskowego i firm elektromobilności, lecz jako ekosystem kompetencji obejmujący baterie, energoelektronikę, napędy, oprogramowanie, automatykę, systemy bezzałogowe, produkcję pojazdów, infrastrukturę energetyczną, badania i testy oraz gotowość otoczenia regulacyjnego. Wartość strategiczna zależy nie tylko od lokalizacji produkcji, ale także od kontroli nad własnością intelektualną, oprogramowaniem, kluczowymi komponentami i łańcuchem dostaw oraz sterowności zarządczej.

Barieri wykorzystania potencjału dual-use w Polsce:

1. Brak spójnej strategii łączącej politykę motoryzacyjną, energetyczną, cyfrową, łączności i bezpieczeństwa. Projekty są często rozwijane przez różne resorty i instytucje, bez wspólnych celów technologicznych i przemysłowych oraz zapewnienia odporności systemu.
2. Ograniczony popyt krajowy na innowacyjne rozwiązania. Bez zamówień demonstracyjnych i możliwości testowania technologii przedsiębiorstwa mają trudności z przejściem od prototypu do produkcji seryjnej.
3. Brak długoterminowego finansowania rozwoju i skalowania produkcji. Dotyczy to szczególnie projektów kapitałochłonnych, takich jak baterie, półprzewodniki, elektronika i infrastruktura energetyczna.

85 Ekoenergetyka-Polska / BMZ Poland, EKO BESS dla MPK Łomża; pojemność 80,1 kWh i system SCADA, 2023.

86 IMPACT Clean Power Technology, GigafactoryX.

4. Niedostateczna współpraca między przemysłem cywilnym a wojskiem. Potrzebne są mechanizmy, które umożliwią przedsiębiorstwom lepsze poznanie potrzeb sektora bezpieczeństwa, a instytucjom publicznym – działające kanały komunikacji, piaskownice regulacyjne dla technologii dual-use czy szybsze testowanie dostępnych technologii, a także prostsze procedury certyfikacji lub akredytacji.
5. Zależność od zagranicznych komponentów, surowców, licencji i oprogramowania. Strategiczne znaczenie projektu powinno być oceniane nie tylko na podstawie miejsca produkcji, ale też poziomu kontroli nad kluczowymi elementami technologii przez podmioty krajowe (*local content*).

Bariery te mają charakter przede wszystkim instytucjonalny i przemysłowy. Oznacza to, że rozwój synergii EV–defence nie wymaga jednej odrębnej polityki technologicznej, lecz mechanizmów łączących politykę motoryzacyjną, energetyczną, cyfrową, łączności i bezpieczeństwa: wspólnych priorytetów technologicznych, demonstratorów, zamówień pilotażowych, finansowania skalowania oraz narzędzi wspierających wejście firm cywilnych do obronnych łańcuchów wartości.

Powyższe przykłady prowadzą do ogólnego wniosku: z perspektywy bezpieczeństwa znaczenie elektromobilności nie kończy się na konkretnych komponentach – bateriach, napędach, infrastrukturze ładowania czy magazynach energii, ale dotyczy też możliwości zwiększenia efektywności wykorzystujących je systemów uzbrojenia, a także ogólnej odporności systemu bezpieczeństwa państwa.

Nowoczesne platformy bezzałogowe, sensory, systemy BMS (*battery management system*) i EMS (*energy management system*) czy infrastruktura energetyczna generują ogromne ilości danych. Przy odpowiednim wykorzystaniu (obróbce, analizie i np. wizualizacji) pozwalają budować świadomość sytuacyjną, zarządzać logistyką, monitorować stan sprzętu, przewidywać awarie, optymalizować zużycie energii i szybciej podejmować decyzje. Może to stanowić istotny element dowodzenia pododdziałów wykorzystujących bezzałogowce lądowe i powietrzne, np. w zadaniach związanych z rażeniem lub logistyką. To istotne wyzwanie technologiczne z uwagi na konieczność integracji z systemami dowodzenia czy rozpoznania i wskazanie dla potencjalnych pól współpracy między firmami, które dotychczas działały głównie na rynku cywilnym, a tymi z sektora obronnego.

W zakresie odporności systemu bezpieczeństwa państwa produkty sektora EV, takie jak: rozproszone magazyny energii, mikrosieci, alternatywne źródła zasilania i systemy zarządzania energią, mogą podtrzymywać działanie baz wojskowych, szpitali, centrów danych, telekomunikacji, zakładów produkcyjnych czy węzłów logistycznych nawet po utracie części sieci energetycznej. Z punktu widzenia bezpieczeństwa tego typu redundancje stanowią istotne zabezpieczenie zdolności państwa.

SUROWCE KRYTYCZNE



OD ZALEŻNOŚCI PALIWOWEJ DO ZALEŻNOŚCI MATERIAŁOWO-PRZEMYSŁOWEJ

Elektryfikacja transportu ogranicza strategiczną zależność Europy od ropy, ale nie usuwa zależności zewnętrznych. Przesuwa je w stronę surowców, ich przetwarzania, materiałów bateryjnych i technologii produkcyjnych. Różnica jest fundamentalna: ropa po spaleniu znika, podczas gdy lit, nikiel, kobalt, miedź czy pierwiastki ziem rzadkich pozostają w produktach i mogą wracać do obiegu. Z perspektywy bezpieczeństwa oznacza to przejście od modelu opartego na ciągłym imporcie paliwa do modelu, w którym odporność można budować przez dywersyfikację, własne moce przetwórcze i recykling oraz redundancję.

Największa słabość nie leży dziś wyłącznie w wydobyciu, lecz w silnie skoncentrowanym midstreamie. IEA wskazuje, że średni udział trzech największych państw w rafinacji kluczowych minerałów energetycznych wzrósł z ok. 82% w 2020 r. do 86% w 2024 r., a Chiny są dominującym rafinerem 19 z 20 analizowanych surowców strategicznych, ze średnim udziałem ok. 70%.⁸⁷ W przypadku pierwiastków ziem rzadkich koncentracja jest jeszcze większa: trzy największe państwa odpowiadały w 2024 r. za 97% rafinacji⁸⁸. Ryzyko nie jest już hipotetyczne, a kolejne ograniczenia eksportowe obejmują nie tylko surowce, ale także technologie i urządzenia do ich przetwarzania⁸⁹.

Pełna samowystarczalność nie jest realistycznym celem. Nawet przy maksymalnym wykorzystaniu europejskiego wydobycia, rafinacji i recyklingu ponad połowa części potrzebnych surowców krytycznych będzie w 2030 r. nadal pochodzić z importu⁹⁰. Strategia bezpieczeństwa powinna więc łączyć trzy kierunki: selektywne rozwijanie

87 *Global Critical Minerals Outlook 2025 – Executive summary*, International Energy Agency (IEA), 21.05.2025: <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025/executive-summary> (dostęp: 11.08.2026).

88 *Rare earth elements 2025*, IEA, 21.05.2025: <https://www.iea.org/reports/rare-earth-elements-2025> (dostęp: 11.08.2026).

89 *Global Critical Minerals Outlook 2026 – Executive summary*, IEA, 2026: <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2026/executive-summary> (dostęp: 11.08.2026).

90 EU strategic partnerships for a resilient and sustainable supply of raw materials, Transport & Environment (T&E), 13.11.2023, <https://www.transportenvironment.org/articles/eu-strategic-partnerships-for-a-resilient-and-sustainable-supply-of-raw-materials> (dostęp: 11.08.2026).

własnych zdolności, dywersyfikację importu i ograniczanie materiałochłonności dzięki efektywności oraz obiegowi zamkniętemu.

Dla Polski wniosek jest bardziej konkretny: nie trzeba kontrolować wszystkich źródeł, aby kontrolować istotny fragment łańcucha. Znaczenie strategiczne mają te etapy, które pozwalają utrzymać produkcję mimo zakłóceń – hydrometalurgia, rafinacja wtórna, odzysk i oczyszczanie litu, niklu, kobaltu, miedzi i grafitu, separacja pierwiastków ziem rzadkich oraz logistyka surowców wtórnych. Sam montaż ogniw, modułów lub pojazdów nie zapewnia odporności, jeśli materiały aktywne, anody, separatory i kluczowe chemikalia pochodzą w całości z importu.

JEDEN EKOSYSTEM SUROWCOWY DLA ELEKTROMOBILNOŚCI, ENERGETYKI I OBRONNOŚCI

Lista surowców strategicznych CRMA obejmuje m.in. lit, grafit, nikiel i mangan klasy bateryjnej, kobalt, miedź, metale z grupy platynowców, pierwiastki ziem rzadkich dla magnezów, tytan i wolfram⁹¹. To nie jest przypadkowa zbieżność z potrzebami elektromobilności. Te same grupy materiałów są wykorzystywane w bateriach i magazynach energii, silnikach z magnesami trwałymi, elektronice mocy, sensorach, dronach, lotnictwie i systemach wojskowych. Nie oznacza to zamienności produktów. Bateria trakcyjna i wojskowa mają inne wymagania, ale łączy je ta sama baza surowców, półproduktów, procesów, laboratoriów i kompetencji produkcyjnych.

W przypadku baterii pełny łańcuch obejmuje: wydobywanie lub odzysk surowca; jego rafinację do związku o jakości bateryjnej; produkcję prekursorów oraz materiału aktywnego katody (pCAM/CAM) i materiału aktywnego anody (AAM); wytwarzanie elektrod, elektrolitu, separatorów i folii prądowych; produkcję ogniwa w formie i chemii właściwych dla danego zastosowania; następnie moduł, pakiet, BMS i integrację z platformą. Synergia między elektromobilnością a obronnością występuje przede wszystkim na wcześniejszych etapach tego łańcucha. Na poziomie ogniwa i pakietu wymagania zaczynają się rozchodzić: inne formaty, profile mocy, masa, odporność środowiskowa i warunki kwalifikacji ograniczają bezpośrednią zamienność.

Analogiczny łańcuch dla napędów obejmuje: wydobywanie i koncentrację surowca; separację pierwiastków ziem rzadkich do postaci tlenków; przetworzenie tlenków w metale; produkcję stopu NdFeB; wytworzenie proszku magnetycznego, spiekanie, obróbkę, powlekanie i magnesowanie; następnie integrację magnesu z wirnikiem i silnikiem oraz połączenie silnika ze sterownikiem lub falownikiem. Zdolność do produkcji obudowy lub końcowego montażu silnika obejmuje więc jedynie ostatni fragment łańcucha. Jeżeli metal, stop albo gotowy magnes pochodzi z Chin, zależność strategiczna pozostaje mimo europejskiego miejsca montażu.

91 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1252 z 11.04.2024 r. (Critical Raw Materials Act), art. 3 i załącznik I: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj> (dostęp: 11.08.2026).

Z punktu widzenia dual-use istotna jest więc nie sama produkcja samochodów elektrycznych, ale budowa zaplecza materiałowego, które może obsługiwać równolegle gospodarkę cywilną, energetykę i przemysł obronny. T&E wskazuje podobną logikę w odniesieniu do mobilności wojskowej: elektryfikacja może zwiększać odporność i ograniczać zależność od importowanych paliw, pod warunkiem że strategiczne rozwiązania są wytwarzane i serwisowane w Europie⁹².

Polska już uczestniczy w budowaniu takiego podejścia, także w ramach NATO. W czerwcu 2025 r., wraz z jedenastoma innymi państwami Sojuszu, zobowiązała się do współpracy w zakresie wspólnego pozyskiwania, magazynowania i transportu surowców krytycznych dla przemysłu obronnego oraz zarządzania ich zapasami. Współpraca obejmuje także recykling istniejących produktów⁹³. To ważny punkt odniesienia dla krajowej polityki: bezpieczeństwo surowcowe elektromobilności i bezpieczeństwo dostaw dla obronności nie powinny być planowane w dwóch osobnych silosach.

UNIJNE RAMY: OD CELÓW DO ZDOLNOŚCI

Critical Raw Materials Act obejmuje cały łańcuch – od wydobycia i przetwarzania po recykling, monitorowanie ryzyka i projekty strategiczne. Do 2030 r. zdolności UE mają zbliżyć się do 10% rocznego zużycia w wydobyciu, 40% w przetwarzaniu i 25% w recyklingu; jednocześnie żadne państwo trzecie nie powinno odpowiadać za ponad 65% unijnego zużycia danego surowca strategicznego na istotnym etapie przetwarzania⁹⁴. Są to benchmarki dla całej UE, nie krajowe kwoty. Dla Polski istotniejsze jest więc pytanie, w których segmentach może ona dostarczyć zdolności trudnych do zastąpienia.

Pierwsza lista 47 projektów strategicznych CRMA obejmuje dwa projekty w Polsce: Polvolt w Zawierciu – nastawiony na recykling baterii i odzysk m.in. litu, niklu, manganu i kobaltu – oraz Puławy RESP – projekt separacji pierwiastków ziem rzadkich⁹⁵. Ich wartość strategiczna wynika z położenia w dwóch najbardziej wrażliwych częściach łańcucha: odzysku materiałów bateryjnych i separacji REE. Puławy pozostają jednak projektem przedinwestycyjnym; w marcu 2026 r. zakończono studium pre feasibility, a nie budowę instalacji⁹⁶. Status „strategiczny” nie jest więc równoznaczny z gotową zdolnością produkcyjną.

92 *Position paper on the EU Military Mobility Package*, T&E, 22.06.2026, <https://www.transportenvironment.org/articles/position-paper-on-the-eu-military-mobility-package> (dostęp: 11.08.2026).

93 *NATO Allies step up multinational capability delivery cooperation*, NATO, 24.06.2025, <https://www.nato.int/en/news-and-events/articles/news/2025/06/24/nato-allies-step-up-multinational-capability-delivery-cooperation> (dostęp: 11.08.2026).

94 Rozporządzenie (UE) 2024/1252 (CRMA), art. 5 – benchmarki UE na 2030 r.: 10% wydobycia, 40% przetwarzania, 25% recyklingu i maks. 65% zależności od jednego państwa trzeciego: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj> (dostęp: 11.08.2026).

95 Projekty z Polski wśród 47 strategicznych projektów w ramach Europejskiego aktu w sprawie surowców krytycznych, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2025: <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/projekty-z-polski-wsrod-47-strategicznych-projektow-w-ramach-europejskiego-aktu-w-sprawie-surowcow-krytycznych> (dostęp: 11.08.2026).

96 *Mkango Announces Results of Updated Feasibility Study for the Songwe Hill Rare Earths Project in Malawi and Pre-Feasibility Results for the Proposed Puławy Rare Earth Separation Plant in Poland*, Mkango Resources, 19.03.2026: <https://mkango.ca/news/mkango-announces-results-of-updated-feasibility-study-for-the-songwe-hill-rare-earths-project-in-malawi-and-pre-feasibility/> (dostęp: 11.08.2026).

CRMA wprowadza także monitoring ryzyk i koordynację zapasów, ale nie nakłada na państwa obowiązku utrzymywania konkretnych rezerw⁹⁷. Polska powinna dlatego ustalić, które materiały i półprodukty są rzeczywiście krytyczne dla krajowych łańcuchów obronnych, energetycznych i bateryjnych oraz w jakiej formie optaca się utrzymywać zapasy. Powiązanie tej analizy z inicjatywą NATO pozwoliłoby uniknąć tworzenia rezerw oderwanych od rzeczywistych wąskich gardeł.

Rozporządzenie bateryjne wzmacnia drugi filar bezpieczeństwa – obieg materiału. Od lutego 2027 r. baterie EV i przemysłowe powyżej 2 kWh mają posiadać paszport baterii, a od 2031 r. część baterii będzie musiała zawierać minimalny udział materiałów z recyklingu, m.in. 16% kobaltu oraz po 6% litu i niklu⁹⁸. Regulacja tworzy więc popyt na identyfikowalny materiał wtórny, ale jej efekt przemysłowy zależy od tego, czy odzyskany materiał będzie rafinowany i ponownie wykorzystywany w Europie.

To właśnie tutaj znajduje się jedno z najważniejszych wąskich gardeł. Rozdrobnienie baterii i produkcja *black mass* nie zamykają obiegu, jeśli materiał jest następnie wywożony do Azji w celu rafinacji. Komisja zaostrzyła klasyfikację strumieni odpadowych z baterii, w tym *black mass*, ale regulacja przepływu odpadów nie zastąpi brakujących europejskich mocy hydrometalurgicznych i rafineryjnych⁹⁹. T&E wskazuje, że ponad połowa europejskich mocy recyklingowych baterii jest obecnie zagrożona, a część *black mass* nadal opuszcza Europę właśnie dlatego, że kontynent ma większe możliwości preprocesingu niż finalnego odzysku materiałów¹⁰⁰.

RECYKLING: STRATEGICZNY, ALE NIE AUTOMATYCZNIE OPŁACALNY

Potencjał jest duży. Według T&E zużyte baterie i odpady z gigafabryk mogłyby w 2030 r. pokryć 14% europejskiego zapotrzebowania na lit, 16% na nikiel, 17% na mangan i 25% na kobalt, dostarczając materiału do baterii dla 1,3–2,4 mln samochodów elektrycznych¹⁰¹. Nie należy jednak mylić potencjału z dostępnością wsadu. IEA ocenia, że w 2030 r. około dwóch trzecich materiału dostępnego dla recyklerów nadal będzie pochodziło z odpadów produkcyjnych; baterie wycofane z EV i magazynów energii staną się dominującym źródłem dopiero po 2035 r.¹⁰².

97 Rozporządzenie (UE) 2024/1252 (CRMA), art. 22–24, w szczególności art. 23 ust. 8 dotyczący zapasów strategicznych, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj> (dostęp: 11.08.2026).

98 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1542 z 12.07.2023 r. w sprawie baterii i zużytych baterii, art. 8 i 77 oraz załącznik XII, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj> (dostęp: 11.08.2026).

99 *Battery-related waste codes update set to boost circular economy*, Komisja Europejska, 5.03.2025, https://environment.ec.europa.eu/news/battery-related-waste-codes-update-set-boost-circular-economy-2025-03-05_en (dostęp: 11.08.2026).

100 *How can Europe reduce its strategic dependencies by boosting recycling?*, T&E, 18.06.2026, <https://www.transportenvironment.org/articles/how-can-europe-reduce-its-strategic-dependencies-by-boosting-recycling> (dostęp: 11.08.2026).

101 *From waste to value: the potential for battery recycling in Europe*, T&E, 12.12.2024 : <https://www.transportenvironment.org/articles/from-waste-to-value-the-potential-for-battery-recycling-in-europe> (dostęp: 11.08.2026).

102 *Recycling of Critical Minerals – Executive summary*, IEA, 18.11.2024: <https://www.iea.org/reports/recycling-of-critical-minerals/executive-summary> (dostęp: 11.08.2026).

Przy zbyt szybkim budowaniu prostych mocy przerobowych pojawia się więc ryzyko walki o wsad i niskiego wykorzystania instalacji.

Jeszcze większym problemem jest brak ciągłości między recyklingiem a produkcją nowych baterii. IEA szacuje, że do 2030 r. blisko 90% globalnych zdolności produkcji pCAM i CAM nadal może pozostawać w Chinach¹⁰³. Europejski recykler potrzebuje odbiorcy soli, prekursorów i materiałów aktywnych; producent ogniw potrzebuje materiału o stabilnej jakości i wolumenie. Bez równoległego rozwoju hydrometalurgii, pCAM/CAM i laboratoriów kwalifikacyjnych powstają osobne aktywa, a nie odporny łańcuch.

Zmiana chemii baterii dodatkowo komplikuje ekonomikę. Rosnący udział LFP ogranicza zapotrzebowanie na nikiel i kobalt, ale obniża wartość odzyskiwanego materiału. Nie usuwa przy tym zależności w łańcuchu dostaw: zwiększa znaczenie grafitu oraz technologii produkcji materiałów do ogniw, w których Chiny nadal mają dominującą pozycję¹⁰⁴. Wsparcie powinno więc premiować instalacje elastyczne chemicznie i rzeczywisty odzysk materiałów do jakości umożliwiającej ponowne użycie, a nie samą nominalną moc shreddera.

POLSKA: PROBLEMEM JEST WYKONANIE, NIE BRAK INSTRUMENTÓW

Polska ma już politykę surowcową, dwa projekty strategiczne CRMA, sektor miedziowy i chemiczny, duży przemysł motoryzacyjny i baterijny oraz rosnące kompetencje recyklingowe. Brakuje natomiast jednego mechanizmu, który przekładałby te zasoby na priorytety bezpieczeństwa państwa. Projekt ustawy UC83 ma m.in. wdrożyć krajowy system obsługi projektów strategicznych, monitorowania ryzyk i informacji o zapasach; według wykazu prac rządu jego przyjęcie przez Radę Ministrów jest planowane na III kwartał 2026 r.¹⁰⁵. Istotne będzie nie samo powołanie punktu kontaktowego, ale jego zdolność do realnego koordynowania postępowań, terminów i rozbieżnych decyzji organów.

Na poziomie UE pojawiają się instrumenty, które mogą zmniejszać ryzyko rynkowe. Raw Materials Mechanism, uruchomiony w 2026 r., agreguje popyt i łączy odbiorców z dostawcami, instytucjami finansowymi i operatorami magazynowania, a pierwsza runda koncentruje się szczególnie na surowcach dla baterii, pierwiastkach ziem rzadkich i obronności¹⁰⁶. RESourceEU ma ten model rozszerzyć o wspólne zakupy,

103 Ibidem, sekcja dotycząca rozwoju pCAM/CAM.

104 *Global EV Outlook 2026 – Manufacturing and trade*, IEA, 2026: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026/manufacturing-and-trade> (dostęp: 11.08.2026).

105 Projekt ustawy o zapewnieniu dostępu do surowców krytycznych, w tym do surowców ważnych dla krajowej gospodarki (UC83), wersja 4.0 z 1.07.2026 r.; planowany termin przyjęcia przez RM: III kwartał 2026 r., KPRM: <https://www.gov.pl/web/premier/projekt-ustawy-o-zapewnieniu-dostepu-do-surowcow-krytycznych-w-tym-do-surowcow-waznych-dla-krajowej-gospodarki> (dostęp: 11.08.2026).

106 Webinar: Launch of the Raw Materials Mechanism's first Diversification Round, Komisja Europejska, 23.04.2026: https://single-market-economy.ec.europa.eu/events/webinar-launch-raw-materials-mechanisms-first-diversification-round-2026-04-23_en (dostęp: 11.08.2026).

umowy *offtake* (odkupu), koordynację zapasów i ok. 3 mld euro wsparcia dla projektów mogących szybko dostarczyć alternatywną podaż¹⁰⁷. Kluczową rolę w tych działaniach będzie odgrywać planowane unijne Centrum Surowców Krytycznych, które ma pomóc w mobilizowaniu wsparcia finansowego, współpracować z państwami członkowskimi przy inwestycjach w projekty strategiczne oraz dalej agregować popyt. Dla polskich firm istotne jest wejście w te mechanizmy nie jako odbiorca końcowy, lecz jako dostawca usług przetwarzania, recyklingu i materiałów.

PODSUMOWANIE

Polska nie powinna próbować odtwarzać pełnego łańcucha „od kopalni do pojazdu” w granicach kraju. Lepszy model to połączenie selektywnego wykorzystania krajowych zasobów, silnych zdolności przetwarzania i recyklingu oraz zdywersyfikowanych dostaw od partnerów. T&E również wskazuje, że import pozostanie konieczny, a odporność wymaga partnerstw z krajami zasobnymi opartych na dywersyfikacji, lokalnym przetwarzaniu, transferze technologii i długoterminowych kontraktach¹⁰⁸. Polska, dzięki położeniu, portom, kolei, przemysłowi miedziowemu, chemicznemu i baterijnemu, może być jednym z węzłów takiego systemu na wschodniej flance.

Pierwszym priorytetem powinno być domknięcie łańcucha baterijnego obejmującego hydrometalurgię i *material recovery*, odzysk grafitu, produkcję związków litu oraz soli niklu i kobaltu, pCAM/CAM, laboratoria i kontrolę jakości. Projekty należy oceniać jako łańcuch, nie zaś izolowane instalacje. Wsparcie powinno zależeć od dostępnego wsadu, poziomu odzysku, jakości produktu, europejskiego odbiorcy i realnej ścieżki dojścia do skali.

Drugim priorytetem są pierwiastki ziem rzadkich i magnesy trwałe. Strategiczna wartość Puław wzrośnie dopiero wtedy, gdy separacja zostanie powiązana z kolejnymi etapami – produkcją stopów i magnesów, silnikami oraz recyklingiem magnesów. Jest to szczególnie ważne w obronności, gdzie niewielka ilość materiału może warunkować produkcję systemu o wielokrotnie większej wartości.

Trzecim priorytetem jest *urban mining* poza bateriami. Miedź, metale z grupy platynowców oraz metale z elektroniki, kabli, silników i infrastruktury energetycznej będą coraz ważniejszym zasobem wtórnym. Szczególnie miedź może stać się wąskim gardłem elektryfikacji; IEA wskazuje, że zapowiedziane projekty pokrywają tylko

107 *New measures to secure raw materials and strengthen the EU's economic security – RESourceEU*, Komisja Europejska, 3.12.2025, https://commission.europa.eu/news-and-media/news/new-measures-secure-raw-materials-and-strengthen-eus-economic-security-2025-12-03_en (dostęp: 11.08.2026).

108 *EU strategic partnerships for a resilient and sustainable supply of raw materials*, T&E, 13.11.2023, <https://www.transportenvironment.org/articles/eu-strategic-partnerships-for-a-resilient-and-sustainable-supply-of-raw-materials> (dostęp: 11.08.2026).

ok. 70% potrzeb w 2035 r., dlatego wzrost odzysku i wtórnego przetwarzania ma bezpośrednie znaczenie dla bezpieczeństwa dostaw¹⁰⁹.

Czwartym priorytetem jest wykorzystanie polityki przemysłowej do zatrzymania kompetencji. T&E postuluje, aby pomoc publiczna i kryteria Made in EU obejmowały nie tylko końcowy montaż baterii, lecz także materiały klasy bateryjnej, prekursory, materiały aktywne, ogniwa i surowce z recyklingu¹¹⁰. Doświadczenie inwestycji zagranicznych pokazuje, że lokalizacja fabryki nie gwarantuje transferu technologii ani kontroli nad strategicznymi decyzjami; warunki wsparcia powinny więc obejmować lokalny łańcuch, kompetencje, IP, autonomię zarządczą i zdolność utrzymania produkcji w kryzysie¹¹¹. Taki „premiowy” koszt lokalizacji nie musi być trwały: według modelu T&E różnica kosztu europejskich ogniw w porównaniu z chińskimi może znacząco spaść do 2030 r. wraz ze wzrostem skali i wykorzystania mocy¹¹².

Piątym priorytetem jest efektywność materiałowa. Nie zastąpi ona wydobycia, przetwarzania ani recyklingu, ale zmniejszy skalę zależności, którą trzeba zabezpieczyć. T&E szacuje, że mniejsze baterie i pojazdy, zmiany chemii oraz ograniczenie części przejazdów samochodem prywatnym mogą obniżyć zapotrzebowanie na kluczowe dla europejskiej elektryfikacji transportu metale o 36–49% do 2050 r.¹¹³. W logice bezpieczeństwa oznacza to prostą przewagę: ten sam zasób litu, grafitu czy miedzi może obsłużyć większą liczbę zastosowań cywilnych i strategicznych.

109 *Recycling of Critical Minerals – Executive summary*, zapowiedziane projekty pokrywają ok. 70% zapotrzebowania na miedź w 2035 r. w scenariuszu APS: <https://www.iea.org/reports/recycling-of-critical-minerals/executive-summary> (dostęp: 11.08.2026).

110 *Boosting Made-in-EU EVs and batteries with the Industrial Accelerator Act (IAA)*, T&E, 4.05.2026, <https://www.transportenvironment.org/articles/boosting-made-in-eu-evs-and-batteries-with-the-industrial-accelerator-act-iaa> (dostęp: 11.08.2026).

111 *Assembly plant or battery powerhouse? Analysis of foreign battery investments in EU*, T&E, 18.02.2025 (z erratą z 19.09.2025): <https://www.transportenvironment.org/articles/assembly-plant-or-battery-powerhouse-analysis-of-foreign-battery-investments-in-eu> (dostęp: 11.08.2026).

112 *The falling cost gap between EU and Chinese batteries*, T&E, 2.03.2026, <https://www.transportenvironment.org/articles/the-falling-cost-gap-between-eu-and-chinese-batteries> (dostęp: 11.08.2026).

113 *Smaller cars can reduce demand for critical metals by almost a quarter*, T&E, 17.07.2023, <https://www.transportenvironment.org/articles/smaller-cars-can-reduce-demand-for-critical-metals-by-almost-a-quarter-report> (dostęp: 11.08.2026).

REKOMENDACJE POLITYCZNE



1. Włączyć technologie nowej mobilności do polityki bezpieczeństwa

Dokumenty strategiczne powinny uwzględniać znaczenie baterii, magazynów energii, infrastruktury ładowania, elektroniki, oprogramowania i systemów autonomicznych dla odporności państwa. Elektromobilność i zdolności magazynowania energii powinny być analizowane także z perspektywy ciągłości transportu, bezpieczeństwa energetycznego i zdolności przemysłowych. Opracowanie wyżej wymienionych dokumentów musi również uwzględniać perspektywę bezpieczeństwa działalności produkcyjnej i badawczo-rozwojowej prowadzonej na potrzeby sił zbrojnych, tak aby zminimalizować ryzyko wrogiego oddziaływania ze strony państw spoza kręgu sojuszników i partnerów NATO.

2. Uruchomić program demonstracyjny technologii dual-use

Program powinien umożliwiać testowanie rozwiązań cywilnych przez wojsko, służby, operatorów infrastruktury krytycznej i administrację. Mógłby obejmować autonomiczne pojazdy logistyczne, mobilne magazyny energii, mikrosieci, systemy ładowania flot specjalistycznych i systemy zarządzania energią. Elementem tego programu mogłyby być także piaskownice regulacyjne dla technologii dual-use, takie jak np. projekt Sandbox Plus, które służą do doskonalenia technologii od poziomu gotowości technologicznej TRL 0 do TRL 9 (poziom końcowy) i które pozwalają przenieść ciężar administracyjny posiadania koncesji, zezwoleń eksportowych czy świadectw bezpieczeństwa przemysłowego na etap TRL 5 – weryfikacji modelu w środowisku podobnym do rzeczywistego¹¹⁴.

¹¹⁴ Metodologia przewiduje podwójną walidację zarówno technologii przed wejściem na rynek, jak i regulacji blokujących innowację. M. Dybowski, P. Golda, R. Kroplewski, P. Senkus, *Raport z warsztatów konsultacji rynkowych i conceptualnych. Projekt SandboxPlus – pilotażowa horyzontalna piaskownica regulacyjna dla technologii podwójnego zastosowania (dual-use)*, Grupa Ekspertka Poliversum, 2026, <https://mailchi.mp/04ad1bd72a19/poliversum-sandboxplus-mrit>; Sandbox Plus. Raport dotyczący pilotażowej i docelowej horyzontalnej piaskownicy regulacyjnej, oprac. M. Szpyrka, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Warszawa 2026.

3. Skoordynować finansowanie technologii wspierających elektromobilność i rozwiązania podwójnego zastosowania

Projekty dotyczące baterii, magazynów energii, elektroniki, cyberbezpieczeństwa i autonomizacji często realizują jednocześnie cele związane z elektryfikacją transportu, konkurencyjnością przemysłu, bezpieczeństwem energetycznym, odpornością infrastruktury i rozwojem technologii podwójnego zastosowania. Polska powinna dążyć do lepszego skoordynowania krajowych i unijnych instrumentów finansowych – tak aby tego typu projekty mogły korzystać ze środków przeznaczonych na transformację energetyczną, innowacje, odporność i bezpieczeństwo – a także zabiegać o uwzględnienie tych synergii w kolejnych programach finansowania Unii Europejskiej.

4. Rozwijać krajowy łańcuch wartości i wykorzystać projekt EMP do budowy trwałego ekosystemu technologicznego

Wsparcie publiczne dla dużych inwestycji, w tym zaangażowanie państwa w projekt ElectroMobility Poland, powinno służyć nie tylko uruchomieniu produkcji samochodów, lecz także rozwojowi trwałych kompetencji i krajowego łańcucha wartości. Oznacza to rzeczywiste włączenie polskich dostawców, rozwój działalności B+R, transfer wiedzy, kompetencji inżynierskich i własności intelektualnej oraz zdolność do rozwijania kolejnych generacji produktów.

Szczególne znaczenie mają obszary o potencjale strategicznym: baterie i materiały potrzebne do ich wytwarzania, elektronika mocy, systemy BMS, oprogramowanie, cyberbezpieczeństwo, telematyka i autonomizacja. W tych dziedzinach należy dążyć do zapewnienia odpowiedniego poziomu kontroli nad kluczowymi elementami technologii, w tym możliwości ich audytowania, zarządzania danymi i aktualizacjami oraz nadzoru nad architekturą systemów.

Potencjał EMP i powstającego wokół niego zaplecza przemysłowego powinien być analizowany także pod kątem wykorzystania dostawców, kompetencji, laboratoriów, infrastruktury badawczej i zdolności produkcyjnych w projektach dual-use.

5. Stworzyć platformę współpracy motoryzacja-obronność-energetyka

Stać platforma współpracy powinna obejmować producentów pojazdów, sektor obronny, firmy energetyczne, dostawców technologii, uczelnie, instytuty badawcze, administrację i instytucje finansowe. Jej zadaniem byłoby identyfikowanie potrzeb, inicjowanie projektów demonstracyjnych i rozwijanie wspólnych standardów.

6.

Obniżyć bariery wejścia firm cywilnych do sektora bezpieczeństwa

Współpraca z sektorem wojskowym powinna być łatwiej dostępna dla firm spoza tradycyjnego przemysłu obronnego, w szczególności dla przedsiębiorstw technologicznych, firm z branży motoryzacyjnej i start-upów. Potrzebne są bardziej przewidywalne procedury testowania i certyfikacji, sprawniejsze uzyskiwanie wymaganych poświadczeń i dostęp do informacji o potrzebach technologicznych sektora bezpieczeństwa przy zachowaniu niezbędnych wymogów ochrony informacji i bezpieczeństwa dostaw. Należy wzmocnić komunikację między podmiotami oraz dostosować niektóre procedury zamówieniowe do nowych typów podmiotów.

7.

Planować infrastrukturę ładowania i magazynowania energii również z perspektywy odporności państwa

Przy planowaniu wybranych hubów ładowania dużej mocy oraz dużych magazynów energii należy uwzględniać ich potencjalną funkcję w sytuacjach kryzysowych. W strategicznych lokalizacjach warto łączyć infrastrukturę ładowania z BESS, lokalnymi źródłami energii i systemami zarządzania mocą, tak aby mogła wspierać nie tylko transport komercyjny, ale także służby publiczne, infrastrukturę krytyczną i logistykę państwa. Taki hub może być elementem lokalnego systemu energetycznego zdolnego także do zapewniania zasilania awaryjnego.

Nie chodzi o militaryzację całej sieci ładowania, lecz o identyfikację ograniczonej liczby lokalizacji o szczególnym znaczeniu dla ciągłości transportu i zasilania oraz projektowanie ich od początku jako infrastruktury odpornościowej. Takie inwestycje powinny otrzymać dodatkowe wsparcie oraz ułatwienia w zakresie niezbędnych pozwoleń i przyłączy.

8.

Wykorzystać zamówienia publiczne lub obronne i bezpieczeństwa narodowego jako narzędzie polityki przemysłowej

Przy zakupie technologii o znaczeniu strategicznym cena nie powinna być jedynym kryterium. W uzasadnionych przypadkach zamówienia powinny uwzględniać bezpieczeństwo dostaw, zdolność serwisowania przez cały cykl życia, cyberbezpieczeństwo, interoperacyjność oraz lokalizację kompetencji technicznych i zaplecza badawczo-produkcyjnego w Polsce lub UE. Takie możliwości istnieją już w obecnych ramach prawnych, jednak raport wskazuje, że są one niewystarczająco wykorzystywane.

9. Wprowadzić wymogi bezpieczeństwa dla strategicznych partnerstw technologicznych

Wsparcie publiczne i współpraca z inwestorami spoza państw sojusznicznych w obszarach o potencjale dual-use powinny być powiązane z wymogami dotyczącymi bezpieczeństwa technologii i łańcucha dostaw. Powinny one obejmować m.in. możliwość audytu technologii i oprogramowania, kontrolę nad danymi i aktualizacjami, dywersyfikację dostawców kluczowych komponentów oraz zdolność do samodzielnego utrzymania i rozwijania systemów w Europie.

10. Rozwijać krajowe zdolności przetwarzania surowców krytycznych i uszczelnić obieg surowców wtórnych

Polska powinna koncentrować wsparcie nie na budowie całego łańcucha „od kopalni do produktu”, lecz na strategicznych etapach: hydrometalurgii, rafinacji wtórnej, odzysku materiałów bateryjnych, separacji pierwiastków ziem rzadkich, produkcji stopów i magnezów oraz urban miningu. Projekty powinny być oceniane pod kątem dostępności wsadu, jakości odzyskanego materiału, odbiorcy końcowego i możliwości skalowania w Polsce.

Warto też zadbać o usunięcie najważniejszych barier rozwoju krajowego rynku recyklingu i odzysku surowców krytycznych. Obejmuje to zarówno uproszczenie procedur administracyjnych i transgranicznego transportu odpadów, jak i ograniczenie nadmiernych wymogów finansowych, które nieproporcjonalnie obciążają przedsiębiorstwa i utrudniają skalowanie działalności.

Równolegle konieczne jest uszczelnienie systemu ewidencji i kontroli przepływu odpadów oraz surowców wtórnych. Bez wiarygodnej identyfikowalności, kontroli bilansu masowego i potwierdzania rzeczywistego odzysku rozwój recyklingu może nie przekładać się na realne bezpieczeństwo surowcowe. System powinien umożliwiać prześledzenie materiału od źródła odpadu aż do ponownego wykorzystania w krajowym lub europejskim łańcuchu wartości.

Ponadto Europa musi zapobiegać wywozowi zużytych baterii i czarnej masy poza UE. Obecnie co najmniej 60% europejskiej czarnej masy jest eksportowane w celu przetworzenia w innych regionach świata, a część przepływów materiałowych pozostaje niemożliwa do prześledzenia z powodu niespójnych kodów celnych i niejasnej klasyfikacji. Dlatego lepszą identyfikowalność i skuteczniejsze egzekwowanie przepisów należy połączyć z jednoznaczną unijną definicją czarnej masy oraz rozwiązaniami zapewniającymi, by zużyte baterie i czarna masa były – wszędzie tam, gdzie to możliwe – przetwarzane w Europie. Zatrzymanie tych materiałów oraz rozwój europejskich zdolności rafinacyjnych zapewniłyby recykerom dostęp do surowca, pozwoliłyby zachować cenne surowce krytyczne w europejskich łańcuchach wartości i ograniczyłyby zależności strategiczne.

11.

Preferować europejskie technologie i łańcuchy dostaw w strategicznych inwestycjach

Wsparcie publiczne dla inwestycji w elektromobilność, infrastrukturę energetyczną i technologie podwójnego zastosowania powinno być projektowane tak, aby wzmacniało krajowe i europejskie zdolności przemysłowe oraz ograniczało nowe zależności technologiczne. W obszarach o znaczeniu strategicznym należy premiować rozwiązania o wysokim udziale europejskich technologii, komponentów i własności intelektualnej, a także zdolność do serwisowania, aktualizacji i rozwoju systemów w Europie.

Dotyczy to w szczególności baterii i materiałów do ich produkcji, elektroniki mocy, systemów BMS i EMS, infrastruktury ładowania, magazynów energii, oprogramowania, telematyki, cyberbezpieczeństwa i systemów autonomicznych. Kryteria wsparcia powinny uwzględniać nie tylko cenę i miejsce montażu, lecz również odporność łańcucha dostaw, kontrolę nad kluczowymi technologiami i danymi, możliwość audytu oraz zdolność do utrzymania i rozwijania rozwiązania w Europie.

O AUTORACH





Hanna Uhl

Ekspertka w dziedzinie transformacji energetycznej, polityki klimatyczno-środowiskowej i zrównoważonego rozwoju, z wieloletnim doświadczeniem zarówno w administracji publicznej, jak i w sektorze energetycznym. Współpracowała ze spółką z branży energetycznej, w której odpowiadała za strategię pozyskiwania finansowania inwestycji i projektów badawczo-rozwojowych w obszarach takich jak wodór, CCS, elektromobilność i efektywność energetyczna. Wcześniej kierowała Departamentem Gospodarki Niskoemisyjnej oraz pełniła funkcje dyrektorskie w Ministerstwie Rozwoju oraz Ministerstwie Przedsiębiorczości i Technologii. Koordynowała prace nad Długoterminową Strategią Renowacji Budynków, reformą zasad inwestycji w energetykę wiatrową (nowelizacją zasady 10H) oraz nowelizacją ustawy o OZE. Dogłębnie zna procesy legislacyjne i sposób funkcjonowania administracji publicznej w obszarze energii, klimatu i środowiska. Karierę rozpoczynała jako badaczka społeczna, prowadząc projekty m.in. dla Banku Światowego dotyczące polityki społecznej, ubóstwa energetycznego i rynku pracy. Ma także doświadczenie w tworzeniu narzędzi ewaluacyjnych i analiz strategicznych dla sektora publicznego i samorządowego. Absolwentka socjologii na Uniwersytecie Jagiellońskim (specjalność – gospodarka i badania rynku) oraz studiów MBA w Akademii Leona Koźmińskiego.



Bartłomiej Pawlak

Absolwent Uniwersytetu Warszawskiego, Executive Studies in Finance SGH/EY, IESE Business School i Stanford University. Stypendysta Herbert Hoover Institute i Woodrow Wilson Center for Scholars. Menedżer z 30-letnim doświadczeniem w sektorach finansowym, konsultingowym i publicznym. Współtwórca i były wiceprezes i CFO Polskiego Funduszu Rozwoju (PFR), odpowiedzialny za Program Green Hub – strategię transformacji energetycznej PFR. Były wiceprezes BGK Nieruchomości odpowiedzialny za pozyskiwanie projektów inwestycyjnych. Jako prezes BOŚ Eko Profit S.A., spółki inwestycyjnej działającej w obszarze odnawialnych źródeł energii, stworzył narzędzia kompleksowego wsparcia inwestycyjnego dla klientów na zasadach one-stop-shop. W latach 2007–2008 pracował w Grupie PKO BP S.A., odpowiadając za restrukturyzację i stworzenie nowego modelu zarządzania operacyjnego, a w latach 2005–2006 w Zarządzie PGNiG S.A., gdzie zainicjował projekt budowy terminalu gazu skroplonego (LNG). Był również menedżerem w międzynarodowych firmach konsultingowych (Arthur Andersen i Ernst & Young), gdzie odpowiadał za wdrożenie usług dla polskich przedsiębiorców. Promotor nowych technologii i rynku venture capital. Właściciel firmy doradczej Green Impact, anioł biznesu, członek rad nadzorczych Pekabex S.A., Kross S.A.



Krzysztof Konrad Michalski

Ekspert i menedżer z wieloletnim doświadczeniem w biznesie międzynarodowym, administracji publicznej, spółkach Skarbu Państwa. Jako wiceprezes Agencji Rozwoju Przemysłu oraz kierujący zespołem ds. współpracy z inwestorami w Ministerstwie Rozwoju odpowiadał za realizację największych projektów inwestycyjnych w Polsce. Specjalizuje się w finansowaniu przemysłu i wspieraniu strategicznych projektów inwestycyjnych, które kształtują kierunki rozwoju gospodarczego Polski. Absolwent stosunków międzynarodowych na UMCS, Stanford Graduate School of Business, a także kursów podyplomowych SGH, ALK i UW.



dr Piotr Woyke

Ekspert w zakresie polityki obronnej z doświadczeniem pracy w sektorze publicznym (m.in. Ośrodek Studiów Wschodnich im. Marka Karpia, Ministerstwo Obrony Narodowej, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów) oraz w pionach bezpieczeństwa i analiz biznesowych w sektorze prywatnym. Od 2025 r. pełni funkcję dyrektora Instytutu Wschodniej Flanki.

W 2023 r. obronił na Uniwersytecie Jagiellońskim doktorat poświęcony strategii odstraszenia niewielkich państw na przykładzie Finlandii i Izraela. Absolwent nauk politycznych na Uniwersytecie Warszawskim. Uczestnik międzynarodowych programów „Hoover Institution International Seminar” i „The James S. Denton Transatlantic Fellowship”.

WSPÓŁPRACA:



Adam Guibourgé-Czetwertyński

Dyrektor generalny T&E w Polsce. Odpowiada za dostarczenie polskim decydentom jakościowych danych i rekomendacji dotyczących kształtowania transformacji transportu w kierunku niskoemisyjnym. Wcześniej zajmował się polityką klimatyczną i energetyczną jako urzędnik państwowy i dyplomata. Kierował referatem ds. środowiska w stałym przedstawicielstwie RP przy UE, a następnie pełnił funkcję wiceministra rządu w Warszawie. Należał do zespołu negocjacyjnego polskiej prezydencji w ramach UNFCCC podczas COP19 w Warszawie; podczas COP24 w Katowicach był głównym negocjatorem.



Robert Kroplewski

Ekspert ds. nowych technologii i społeczeństwa informacyjnego, prawnik. W latach 2016–2024 pełnomocnik ministra cyfryzacji ds. społeczeństwa informacyjnego, a w latach 2019–2020 wicedyrektor Centrum NASK AIDA. Od 2020 r. ekspert i kierownik Cyfrowej Platformy Przemysłu Przyszłości. Uczestniczył w pracach grup eksperckich Komisji Europejskiej, OECD, Rady Europy i NATO nad strategiami, regulacjami i standardami sztucznej inteligencji.

W latach 2022–2023 wiceprzewodniczący grupy AIGO przy OECD. Szef think tanku Global Artificial Intelligence Alliance i współautor projektu CompassionAI. Wcześniej kierował Departamentem Prawnym KRRiT (2004–2006) i Biurem Prawnym TVP (2012–2016). Absolwent prawa na Uniwersytecie Gdańskim oraz studiów podyplomowych na Uniwersytecie Jagiellońskim.



Maciej Romanów

Ekspert ds. bezpieczeństwa, energetyki i innowacji przemysłowych. Menedżer z ponad 20-letnim doświadczeniem w energetyce, petrochemii i obronności. W latach 2022–2024 członek zarządu ORLEN Unipetrol, odpowiedzialny m.in. za inwestycje, zakupy ropy i gazu, dekarbonizację oraz bezpieczeństwo. Współtwórca i lider po stronie Grupy ORLEN projektu dywersyfikacji dostaw ropy do Czech. Wcześniej dyrektor zarządzający w Agencji Wywiadu (2017–2021) i członek kadry kierowniczej Służby Wywiadu Wojskowego (2006–2017).

Specjalizuje się w transformacji energetycznej, technologiach wodorowych, recyklingu chemicznym i bezpieczeństwie infrastruktury krytycznej. Pułkownik rezerwy, odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski. Absolwent MBA w zakresie zarządzania technologiami wodorowymi.

O WYDAWCY





Instytut Sobieskiego jest polskim prywatnym ośrodkiem analitycznym typu think tank, którego misją jest „Tworzenie idei dla Polski”. Został zarejestrowany w 2005 r. jako fundacja, choć rozpoczął swoją działalność w 2003 r. W latach 2003–2010 Instytut wydawał kwartalnik „Międzynarodowy Przegląd Polityczny”. W latach 2011–2015 był organizatorem corocznego kongresu „Polska – Wielki Projekt”. W 2017 r. zorganizował edycję Krajowej Ligi Innowacji. Od 2017 r. Instytut kładzie duży akcent w swojej działalności na publikacje opracowań i rekomendacji, których celem jest pokazywanie, w jaki sposób polska gospodarka powinna wykorzystywać szanse związane z czwartą rewolucją przemysłową, innowacyjnością i nowymi technologiami.

Instytut Sobieskiego prowadzi także działalność edukacyjną poprzez realizację projektu „Akademia Młodych Ekspertów”, który wspiera młodych ludzi w rozwijaniu kompetencji przywódczych i umiejętności miękkich. Każda edycja programu koncentruje się na innym istotnym zagadnieniu, odpowiadając na aktualne potrzeby młodego pokolenia. Obecnie, podczas 6. edycji, projekt koncentruje się na tematyce Unii Europejskiej, przekazując wiedzę oraz przygotowując uczestników do udziału w konkursach Europejskiego Urzędu Doboru Kadr (EPSO). Program otwiera uczestnikom drzwi do międzynarodowej kariery w instytucjach unijnych. To wyjątkowa okazja do zdobycia praktycznych umiejętności i rozwoju zawodowego na najwyższym poziomie.

Jednym z najnowszych projektów Instytutu Sobieskiego jest „Kanał Sobieski”, do którego subskrypcji zapraszamy na YouTube. Kanał został stworzony z myślą o inspirujących rozmowach na ważne tematy dla Polski. Spotykamy się tam z ciekawymi osobowościami, by wspólnie kształtować przestrzeń do merytorycznej debaty.

W swojej działalności Instytut Sobieskiego współpracował z wieloma podmiotami. Do tej pory były to m.in.:

- organizacje pozarządowe: Forum Automatyki i Robotyki Polskiej, Fundacja Wspierania Ubezpieczeń Wzajemnych, Fundacja Republikańska, Instytut Jagielloński, Nowa Konfederacja, Ambitna Polska, Młodzi dla Polski, Studenci dla Rzeczypospolitej, Fundacja Konrada Adenauera, Central European Energy Partners, Fundacja im. Sławomira Skrzypka, Fundacja im. Wacława Felczaka, Institute for Foreign Affairs and Trade (Külügyi és Külgazdasági Intézet), Institute for Politics and Society (Institut pro politiku a společnost), The F. A. Hayek Foundation Bratislava;
- firmy komercyjne: Aiut, Assay Group, Rohde & Schwarz, WB Electronics, Asseco, Samsung, Lotos, Google, Procter&Gable, PwC, Cisco, EY, Phoenix Systems, Uber, USP Zdrowie, Fortum, Orange, Energa, Zysk i Ska, Collegium Wratislaviense, 4CF;
- instytucje państwowe/ponadnarodowe: Ministerstwo Spraw Zagranicznych, Przedstawicielstwo Komisji Europejskiej w Polsce, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości, Agencja Rozwoju Przemysłu, Giełda Papierów Wartościowych, Bank Gospodarstwa Krajowego, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, Ministerstwo Cyfryzacji, Prawo i Sprawiedliwość, Ambasada Węgier, Senat RP, Europejska Partia Konserwatystów i Reformatorów, Biuro Parlamentu Europejskiego w Polsce.

Pełną listę raportów i publikacji oraz informacje o działalności Instytutu można znaleźć na stronie www.sobieski.org.pl.

Zapraszamy także do subskrybowania Kanału Sobieski na platformie YouTube: youtube.com/kanalSobieski.
Dołączcie do nas – warto!



Kim jesteśmy

T&E to europejska organizacja zajmująca się czystym transportem i energią. Dążymy do stworzenia bezemisyjnego systemu mobilności, który będzie przystępny cenowo i ograniczy wpływ transportu na zdrowie ludzi, klimat oraz środowisko.

Od ponad 30 lat uczestniczymy w kształtowaniu europejskich przepisów dotyczących transportu i ochrony środowiska. Wspieraliśmy wprowadzenie unijnych norm emisji CO₂ dla samochodów osobowych i ciężarowych, przyczyniliśmy się do ujawnienia afery Dieselgate oraz prowadziliśmy kampanię na rzecz wycofania oleju palmowego z paliw do silników Diesla. Działaliśmy także na rzecz ograniczenia stosowania wysokoemisyjnych paliw w żegludze i objęcia lotnictwa systemem handlu uprawnieniami do emisji. Nasza kampania przyczyniła się do porozumienia zawartego w 2022 r. przez Parlament Europejski i państwa członkowskie w sprawie zakończenia sprzedaży nowych samochodów osobowych i dostawczych z silnikami spalinowymi od 2035 r.

Promujemy czystszy transport w całej Europie. Nasze działania w Brukseli wspiera 57 organizacji – 49 członkowskich i 8 wspierających – działających w 24 krajach europejskich. Członkami T&E są krajowe organizacje non-profit zajmujące się wpływem transportu na środowisko i zdrowie ludzi. Ich przedstawiciele uczestniczą w Walnym Zgromadzeniu i mogą zasiadać w zarządzie T&E.



Jaka jest nasza misja?

Instytut Wschodniej Flanki stawia sobie za cel kompleksową analizę polityki bezpieczeństwa w Europie Środkowo-Wschodniej, ze szczególnym uwzględnieniem doświadczeń rosyjskiej inwazji na Ukrainie.

Polska odgrywa szczególną rolę jako jedna z największych sił wojskowych w Europie, zaś jej rola na wschodniej flance NATO jest szczególnie istotna. W dotychczasowej refleksji strategicznej w Polsce brakowało szerszej perspektywy, pokazującej wyzwania stojące nie tylko przed Warszawą, ale również innymi stolicami regionu, które muszą dbać o swoją podmiotowość na arenie międzynarodowej.

Efektom prac Instytutu jest:

1. agregowanie danych i upowszechnianie wiedzy o wyzwaniach dla polityki bezpieczeństwa i obrony w Europie Środkowo-Wschodniej;
2. sformułowanie realistycznych rekomendacji zmian systemowych (zarówno na poziomie strategicznym, jak i operacyjnym) w polityce bezpieczeństwa i obrony, uwzględniających m.in. specyfikę regionu, doświadczenia ukraińskiej wojny obronnej i szanse wynikające ze współpracy sojuszniczej;
3. tworzenie platformy dialogu przedstawicieli środowisk mundurowych, urzędniczych, eksperckich, biznesowych, zainteresowanych problematyką bezpieczeństwa.

Kim jesteśmy?

Instytut Wschodniej Flanki jest apolitycznym ośrodkiem analitycznym typu think-tank zarejestrowanym w Brukseli, który integruje działania sieci ekspertów reprezentujących przede wszystkim państwa Wschodniej Flanki NATO i Ukrainy.

W Radzie Instytutu Wschodniej Flanki zasiadają:

- Jadwiga Emilewicz, b. wicepremier i minister rozwoju Rzeczypospolitej Polskiej;
- Michał Dworczyk, b. szef KPRM i wiceminister obrony narodowej; wiceprzewodniczący Komisji Bezpieczeństwa i Obrony Parlamentu Europejskiego;
- Ołeksandr Kubrakow, b. wicepremier i minister infrastruktury Ukrainy;
- Ołeksij Reznikow, b. wicepremier i minister obrony Ukrainy.

Jak działamy?

Instytut prowadzi działalność analityczną we współpracy z renomowanymi ekspertami i koncentruje się na działalności publicystycznej oraz organizowaniu debaty publicznej w formatach umożliwiających swobodną wymianę myśli. Efekty prac analitycznych Instytutu będą publikowane na stronie internetowej www.wschodniaflanka.pl. Zachęcamy do kontaktu ekspertów i osoby z doświadczeniem pracy w sektorze bezpieczeństwa narodowego.

Do obszarów szczególnego zainteresowania Instytutu zaliczają się zagadnienia związane z:

- organizacją systemu obronnego państwa i działalnością służb mundurowych;
- transformacją działania sił zbrojnych, w tym modernizacją techniczną;
- wzmacnianiem odporności struktur państwowych i społeczeństwa w warunkach kryzysowych;
- skoordynowanym wsparciem dla rozwoju przemysłu obronnego;
- ochroną infrastruktury krytycznej.

SEKTOR ELEKTROMOBILNOŚCI NA RZECZ BEZPIECZEŃSTWA POLSKI

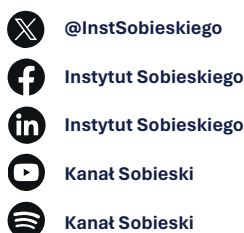
WSTĘP DO STRATEGII

Elektromobilność to nie tylko zmiana technologii napędu ani element polityki klimatycznej. Jest ona częścią głębszej transformacji przemysłowej, w której coraz większą rolę odgrywają baterie, elektronika mocy, oprogramowanie, sztuczna inteligencja, systemy autonomiczne oraz zarządzanie energią. Technologie te decydują dziś zarówno o konkurencyjności gospodarki, jak i o bezpieczeństwie oraz odporności państwa.

Raport Instytutu Sobieskiego analizuje potencjał współpracy między sektorami motoryzacyjnym, energetycznym i obronnym. Pokazuje, że najważniejsze synergie nie polegają na prostym zastępowaniu wojskowych pojazdów spalinowych elektrycznymi, lecz na wykorzystaniu wspólnych technologii, kompetencji produkcyjnych i łańcuchów dostaw. Szczególne znaczenie mają systemy bezzałogowe, napędy hybrydowe, magazyny energii, infrastruktura ładowania, cyberbezpieczeństwo, surowce krytyczne oraz zdolność do seryjnego wytwarzania i szybkiego skalowania produkcji.

Polska dysponuje rozbudowanym przemysłem motoryzacyjnym, silnym sektorem bateryjnym, kompetencjami informatycznymi oraz rozwijającym się przemysłem obronnym. Samo posiadanie tych zasobów nie gwarantuje jednak sukcesu. Potrzebna jest polityka, która połączy je w spójny ekosystem, wzmocni krajowe i europejskie łańcuchy wartości oraz zapewni kontrolę nad strategicznymi technologiami, danymi i infrastrukturą.

Instytut Sobieskiego jest polskim think tankiem opracowującym analizy i rekomendacje dotyczące najważniejszych wyzwań rozwojowych i strategicznych państwa. W najnowszym raporcie Sektor elektromobilności na rzecz bezpieczeństwa Polski eksperci wskazują, jak wykorzystać transformację elektromobilności do budowy nowoczesnego przemysłu, zwiększenia odporności gospodarczej oraz wzmocnienia bezpieczeństwa Polski.



Lipowa 1a/20
00-316 Warszawa

sobieski@sobieski.org.pl
www.sobieski.org.pl

©Copyright by
Instytut Sobieskiego 2026

ISBN 978-83-68374-28-5
Warszawa 2026