



Odporność państwa jako inwestycja



SENAT
RZECZPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

**podwójne zastosowanie projektów z zakresu
transformacji energetycznej, elektromobilności i polityk ekologicznych**

Niniejszy raport ma charakter koncepcyjny i porządkujący. Wskazuje możliwe obszary oraz kierunki działań, w których projekty środowiskowe, infrastrukturalne i rozwojowe spełniając swoje podstawowe cele mogą jednocześnie wzmacniać bezpieczeństwo narodowe. Opracowanie nie stanowi jednak szczegółowego programu wdrożeniowego, lecz punkt wyjścia do dalszych analiz, prac legislacyjnych i rekomendacji sektorowych.

Opracowanie: mgr. Przemysław Najmuł, Piotr Żurawski, Warszawa 2026 r.

Wstęp	3
Bezpieczeństwo narodowe w ujęciu teoretycznym	4
Transformacja energetyczna i elektromobilność jako narzędzie odporności państwa	5
Polityka ekologiczna jako narzędzie odporności państwa	13
Unijne środki jako instrument budowy polskiej pozycji strategicznej	17
Odporność infrastruktury krytycznej jako element odstraszania	20
Polska jako państwo frontowe i hub odporności regionu	23
Podsumowanie	27
Literatura	29

Definicje przyjęte na potrzeby raportu

Podwójne zastosowanie

Sytuacja, w której projekt cywilny, środowiskowy, energetyczny, infrastrukturalny lub rozwojowy realizuje swój podstawowy cel, a jednocześnie wzmacnia bezpieczeństwo narodowe, odporność państwa lub zdolność działania w kryzysie.

Odporność państwa

Zdolność państwa do utrzymania podstawowych funkcji w warunkach kryzysu, presji zewnętrznej, zakłóceń infrastrukturalnych lub konfliktu oraz do szybkiego odtworzenia sprawności działania.

Wstęp

Ostatni kryzys na Bliskim Wschodzie przypomina, że bezpieczeństwo państwa nie zaczyna się bezpośrednio na granicy. Zaczyna się o wiele wcześniej: w cenie ropy i jej dostępności, odporności szpitala powiatowego na blackout, sprawności sieci przesyłowej, stabilnych relacjach społecznych i w tym, czy państwo potrafi wykorzystywać inwestycje cywilne również do wzmocnienia własnej odporności.

Niniejszy raport wychodzi z założenia, iż Polska powinna możliwie szeroko wykorzystywać możliwości podwójnego zastosowania projektów z zakresu transformacji energetycznej, elektromobilności i polityk ekologicznych finansowanych ze środków publicznych, zwłaszcza unijnych. Jeżeli inwestycja środowiskowa, infrastrukturalna lub energetyczna może jednocześnie podnieść jakość życia, obniżyć koszty czy zwiększyć niezależność oraz suwerenność gospodarczą w czasie pokoju i jednocześnie wzmocnić zdolność państwa do działania w kryzysie, należy projektować ją właśnie w tym kierunku. Celem jest, aby ekonomia pracowała na rzecz bezpieczeństwa narodowego.

Podwójne zastosowanie nie oznacza mechanicznego nadawania każdemu projektowi wymiaru obronnego. Oznacza takie planowanie działań publicznych, aby tam, gdzie jest to racjonalne, przynosiły one więcej niż jeden efekt strategiczny. Instalacja fotowoltaiczna może zmniejszać koszty funkcjonowania jednostki publicznej, natomiast połączona z magazynem energii i odpowiednim systemem zarządzania może również zwiększać odporność szpitala, stacji uzdatniania wody lub innego obiektu infrastruktury krytycznej. Odtwarzanie mokradeł poprawia retencję i ogranicza skutki suszy, a na obszarach istotnych operacyjnie także utrudni przeciwnikowi manewr i skanalizuje potencjalne kierunki natarcia. Tego rodzaju rozwiązania nie zastępują klasycznych środków obrony, ale zwiększają skuteczność całego systemu bezpieczeństwa państwa, spełniając jednocześnie cele środowiskowe.

Znaczenie tej perspektywy rośnie wraz ze wzrostem nakładów finansowych przeznaczanych na transformację, modernizację infrastruktury i polityki środowiskowe. Polska powinna dążyć do tego, aby możliwie duża część ponoszonych nakładów służyła nie tylko realizacji celów sektorowych, lecz także wzmocnieniu odporności państwa. Implikuje to potrzebę lepszego rozpoznania projektów o potencjale podwójnego zastosowania, ich właściwego projektowania oraz skutecznego uwzględniania interesu bezpieczeństwa narodowego w procesie programowania i pozyskiwania finansowania.

Raport koncentruje się zatem na wskazaniu obszarów, w których synergia między rozwojem gospodarczym, polityką środowiskową i bezpieczeństwem narodowym jest możliwa do osiągnięcia. Punktem wyjścia jest przekonanie, że nowoczesne państwo powinno budować odporność nie tylko przez zakupy uzbrojenia, lecz także przez mądre inwestowanie w energię, mobilność, infrastrukturę krytyczną i środowisko. W tym sensie Podwójne zastosowanie projektów rozwojowych może zwiększać efektywność wykorzystania środków publicznych, jeśli zostanie uwzględnione już na etapie projektowania inwestycji oraz wzmocnienia zdolności państwa do funkcjonowania w warunkach zakłócenia, presji i kryzysu.

Bezpieczeństwo narodowe w ujęciu teoretycznym

Bezpieczeństwo narodowe oznacza zdolność państwa do ochrony suwerenności, integralności terytorialnej, obywateli oraz ciągłości działania najważniejszych instytucji i infrastruktury krytycznej. W klasycznym ujęciu było ono utożsamiane przede wszystkim z obroną granic, potencjałem militarnym, odstraszaniem i zdolnością Sił Zbrojnych RP do odparcia agresji. Współcześnie takie rozumienie pozostaje aktualne, ale jest niewystarczające.

Obecne środowisko bezpieczeństwa ma charakter wielowymiarowy. Strategia Bezpieczeństwa Narodowego RP wskazuje, że na bezpieczeństwo państwa wpływają czynniki polityczne, militarne, gospodarcze i społeczne, a jednym z celów strategicznych jest stworzenie warunków do trwałego rozwoju społecznego i gospodarczego oraz ochrony środowiska naturalnego. Oznacza to, że bezpieczeństwo narodowe obejmuje dziś nie tylko obronność w tradycyjnym rozumieniu, ale również energetykę, gospodarkę, społeczeństwo, infrastrukturę krytyczną, cyberprzestrzeń, zasoby wodne, żywność i klimat.

W tym sensie bezpieczeństwo państwa nie zaczyna się dopiero na granicy. Zaczyna się o wiele wcześniej: w odporności systemu energetycznego, stabilności finansów publicznych, dostępności surowców, spójności społecznej, ochronie ludności i zdolności państwa do utrzymania podstawowych funkcji w warunkach kryzysu. Militarny aspekt bezpieczeństwa narodowego został dostatecznie opisany w innych opracowaniach i analizach, ale aspekt pozamilitarnych przygotowań wymaga jeszcze pogłębionej analizy.

Na potrzeby niniejszego raportu wyodrębniono trzy rozszerzone wymiary bezpieczeństwa: energetyczny, ekonomiczny i społeczny.

Bezpieczeństwo energetyczne oznacza zdolność do zapewnienia ciągłych, stabilnych i odpornych na zakłócenia dostaw energii dla obywateli, gospodarki, infrastruktury krytycznej i sił zbrojnych. Strategia Bezpieczeństwa Narodowego RP wskazuje w tym obszarze m.in. potrzebę rozbudowy i modernizacji mocy wytwórczych oraz sieci przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej na rzecz zapewnienia ciągłości dostaw.

Bezpieczeństwo ekonomiczne oznacza zdolność gospodarki do funkcjonowania mimo presji zewnętrznej i wewnętrznej, walutowej, szoków surowcowych, zaburzeń łańcuchów dostaw i wzrostu kosztów energii.

Bezpieczeństwo społeczne obejmuje natomiast ochronę ludności, zdrowie publiczne, dostęp do podstawowych usług, spójność społeczną oraz zdolność do przetrwania kryzysu bez przerw w ciągłości działania państwa.

W tym ujęciu polityka klimatyczna i ekologiczna staje się częścią studiów nad bezpieczeństwem nie dlatego, że zastępuje obronność, ale dlatego, że może wpływać na odporność państwa. Zmiany klimatu, susze, powodzie, smog, degradacja gleb, deficyt wody czy uzależnienie od importowanych paliw i surowców zwiększają podatność państwa na kryzysy. Jednocześnie dobrze zaprojektowane działania ekologiczne mogą mieć podwójne zastosowanie: środowiskowe i bezpieczeństwa. Są one w

obecnej perspektywie unijnej obszarami, na które przeznaczone zostały wysokie nakłady finansowe możliwe do wykorzystania w ramach działań podwójnego zastosowania.

Transformacja energetyczna i elektromobilność jako narzędzie odporności państwa

Transformacja energetyczna i elektromobilność mogą wzmacniać odporność państwa, jeżeli są projektowane nie tylko jako działania klimatyczne, lecz także jako element bezpieczeństwa. Doświadczenia Ukrainy wskazują, że rozproszone źródła energii, praca wyspowa i lokalne magazynowanie ograniczają skutki ataków na infrastrukturę krytyczną. Biopaliwa i paliwa alternatywne mogą natomiast zmniejszać zależność od importowanych surowców, tworzyć rynek dla krajowego rolnictwa i stanowić bufor dla sektorów trudnych do elektryfikacji. Elektromobilność, zwłaszcza technologie V2L, V2H, V2G i V2X, pokazuje z kolei, że samochód elektryczny może być nie tylko środkiem transportu, lecz także mobilnym magazynem energii wspierającym gospodarstwa domowe, obiekty publiczne i infrastrukturę krytyczną.

OZE w warunkach wojny gorącej

Pełnoskalowa wojna Ukrainy i Rosji trwa od ponad cztery lata. Przez cały okres trwania konfliktu, z różną intensywnością, prowadzone były kampanie dronowe, rakietowe oraz działania z wykorzystaniem innych środków napadu powietrznego (dalej ŚNP), skierowane w infrastrukturę krytyczną, w tym energetyczną. W listopadzie 2025 r. byliśmy świadkami jednego z największych ataków skierowanych w ukraiński system energetyczny - użyto ponad 450 dronów, 45 rakiet i 32 pociski balistyczne, z których duża część osiągnęła wyznaczone cele. Skutkiem tego uderzenia były regionalne blackouty oraz brak ogrzewania - co w okresie zimowym ma poważne skutki dla ludności cywilnej. Według wiceministra energii Ukrainy Romana Andaraka (podczas targów ReBuild Ukraine), braki prądu dotyczą w czasie takich ataków nawet 6 milionów ludzi i zwykle trwają między 8 a 16 godzin albo dłużej. Oznacza to, że w tym czasie szpitale, centra przemysłowe i wodociągi funkcjonują z ograniczoną efektywnością albo nie funkcjonują wcale.

Od rozpoczęcia inwazji do końca 2024 r., według analizy Greenpeace "Rozproszone trudniej trafić", na podstawie m.in. raportu Międzynarodowej Agencji Energetycznej, szacuje się, że Ukraina straciła ok. 86% mocy zainstalowanej elektrowni konwencjonalnych, w tym około 91% mocy elektrowni węglowych, głównie wskutek ataków z użyciem ŚNP. Dla porównania, instalacje wiatrowe straciły 74% mocy, ale głównym czynnikiem było ich fizyczne przejęcie przez Rosjan - zdecydowana większość wiatraków znajdowała się na południu kraju między Krymem a Zaporoziem, gdzie występują najlepsze warunki do pozyskiwania energii wiatrowej, tereny te są od 2022 pod rosyjską okupacją. Z kolei instalacje fotowoltaiczne - utraciły ledwie 14% mocy zainstalowanej i obecnie odpowiadają za dużą część produkcji energii w Ukrainie.

Wnioski dla Ukrainy były jednoznaczne - należy uodpornić system elektroenergetyczny na przyszłe ataki kinetyczne, a system scentralizowany zastąpić zdecentralizowanym i rozproszonym. Dlatego zarówno w ustawodawstwie, jak i realnych działaniach wyraźny jest zwrot w kierunku OZE - w maju

2023 r. przyjęta została Strategia Energetyczna Ukrainy, przedstawiona w Londynie w czerwcu 2023 r., zapowiadająca inwestycje w budowę mocy wytwórczych OZE sięgające 280,5 mld dol. do 2050 r. Ponadto latem 2023 r. uchwalono ustawę o zielonej transformacji systemu elektroenergetycznego, w której między innymi wprowadzono instytucję „aktywnego odbiorcy”, co oznacza, że każdy podmiot spełniający określone warunki może produkować na własny użytek energię z OZE, jak również sprzedawać ją do sieci w przypadku nadwyżki. Jak podaje ASEU (Ukraińskie Stowarzyszenie Energetyki Słonecznej) dzięki dodatkowym inwestycjom fotowoltaika zwiększyła swoją moc w 2024 r. o około 800 MW, natomiast w 2025 r. - aż 1,5 GW, a do 2030 r. to źródło ma odpowiadać za 25% mocy zainstalowanej.

Zwrot ten jest uzasadniony, zwłaszcza widząc efektywność przeciwnika w destabilizacji systemu energetycznego, uderzającego w scentralizowane elektrownie, zarówno te konwencjonalne, jak i np. wodne.

Elektrownie należące do ukraińskiej spółki Centrenergo zostały trafione w 2024 r. - elektrownia Trypilska 11 kwietnia, elektrownia Zmijewska w marcu, a następnie do listopada 2025 r. były w odbudowie. Wskutek tego, zniszczonych zostało 100% zdolności produkcyjnych spółki - prąd przestał być produkowany. Plan zakładał odbudowę do listopada 2025, jednak już 8 listopada zostały one trafione ponownie. Do uderzenia w elektrownię Trypilską Rosjanie użyli 11 rakiet, z których 7 zostało przechwyconych. Mimo to, zniszczenia są zbyt wielkie, aby elektrownia mogła wznowić pracę. A to tylko jeden z wielu przykładów wrażliwości systemowej.

Dla kontrastu - OZE, np. fotowoltaika czy wiatraki, są mniej podatne na ataki dronowe czy rakietowe, ze względu na ich rozproszenie. Skuteczne porażenie jednego wiatraka czy kilku paneli fotowoltaicznych nie ma tak destabilizujących skutków dla systemu jak zatrzymanie pracy całej elektrowni węglowej czy gazowej, lub co gorsza jądrowej, która zaopatruje w energię całe miasto lub region. Wymiana uszkodzonych części np. panelu fotowoltaicznego jest tańsza i przede wszystkim szybsza - niewymagająca ciężkiego sprzętu ani dużej siły roboczej - wystarczy kilku specjalistów z częściami zamiennymi. Komponenty są dostępnejsze i produkowane na bieżąco, w przeciwieństwie do komponentów do elektrowni konwencjonalnych, które powstały jeszcze za czasów radzieckich (które stanowią zdecydowaną większość instalacji tego typu w Ukrainie) - części do nich w większości nie są już produkowane, a ich odtworzenie jest kosztowne. Wskazują to sami pracownicy trafionych elektrowni, jak donosi Associated Press. W konsekwencji skuteczne przeprowadzenie ataku na infrastrukturę energetyczną rozproszoną i zdywersyfikowaną przy użyciu środków napadu powietrznego jest trudniejsze do przeprowadzenia i nieproporcjonalnie kosztowne dla atakującego.

Oczywiście można polemizować, że przeciwnik nie musi atakować konkretnej instalacji, ale samą sieć przesyłową, uderzając w całość systemu bez bezpośredniego niszczenia środków produkcji energii. Jest to prawda, jednakże sieć przesyłowa jest łatwiejsza i szybsza w naprawie (może to zająć do kilku dni w warunkach konfliktu), zwłaszcza w porównaniu do czasu potrzebnego do naprawy elektrowni węglowej czy gazowej i to zakładając, że ta jest możliwa w czasie pełnoskalowej wojny, co pokazuje przytoczony już przykład elektrowni spółki Centrenergo. Ponadto, OZE zintegrowane z lokalnymi magazynami energii w formie mikrosieci mogą działać niezależnie od sieci przesyłowej wysokiego napięcia. W ten sposób ma działać np. amerykańska baza w Ansbach, jak podaje US Army na swoim portalu.

Nieoczywiste jest również znaczenie przytoczonej wyżej ustawy o zielonej transformacji systemu elektroenergetycznego. System “aktywnego odbiorcy” może skutecznie zmniejszyć skutki udanych ataków na sieć, a zwłaszcza chronić pozostałe elementy infrastruktury krytycznej przed brakiem

prądu. Kluczowa jest tutaj zdolność do tzw. pracy wyspowej, czyli umiejętność funkcjonowania części systemu lub pojedynczego, krytycznego odbiorcy, mimo nieprawidłowego działania reszty systemu. Można ją zapewnić poprzez alternatywne źródła, np. pompy ciepła i fotowoltaikę lub wiatraki czy agregaty. Dzięki temu, mimo uszkodzenia sieci, dany podmiot np. szpital, centrum przemysłowe, może nadal działać przez ograniczony czas całkowicie niezależnie, co nie byłoby możliwe stosując jedynie centralne instalacje węglowodorowe jako źródła energii. Przykładowo w mieście Chortkiv (Czortków) pod Tarnopolem 3 instalacje wodociągowe są zasilane przez panele fotowoltaiczne o łącznej mocy 340 kW, odpowiadającej za 20% zapotrzebowania, co umożliwia im pracę również podczas przerw w dostawach prądu, tym samym dostarczając mieszkańcom bieżącą wodę mimo deficytu energetycznego w kraju.

Biopaliwa i paliwa alternatywne

Kryzys w Cieśninie Ormuz zapoczątkował jeden z największych kryzysów naftowych. Ceny paliwa uderzyły zarówno w pojedynczych mieszkańców, jak i w globalną gospodarkę oraz łańcuchy dostaw, a to zapoczątkowało rywalizację międzypaństwową o dostawy tego strategicznego surowca, m.in. z państwami Azji. Jedną z branż, które najbardziej ucierpiały na tym kryzysie jest lotnictwo. Dla przykładu, niemiecka Lufthansa w kwietniu ogłosiła odwołanie około 20 000 lotów krótkodystansowych, obsługiwanych przez Lufthansa CityLine, z Monachium i Frankfurtu nad Menem, ze względu na podwojenie się kosztów paliwa lotniczego (według IATA), które spowodowało utratę rentowności tych połączeń. Jest to średnio 120 lotów dziennie od kwietnia do października tego roku. W USA między kwietniem a majem zanotowano wzrost cen benzyny o 35%. W Europie kontrakty terminowe na gaz ziemny wzrosły o 85%, do 55 euro/MWh. W Polsce od 22 maja 2026 roku obowiązują nowe maksymalne ceny paliw na stacjach - benzyna 95 - 6,48 zł/l, benzyna 98 - 7,06 zł/l, olej napędowy - 6,91 zł/l. Przed wybuchem konfliktu ON w hurcie kosztował mniej niż 5 zł/l. Nie wszędzie jednak zastosowano ceny maksymalne - w Niemczech jeszcze w marcu ON kosztował 1,77 euro/l. Cena ta wzrosła do 2,16 euro/l, czyli o około 22%, od połowy marca do przełomu kwietnia i maja. W związku ze zmniejszoną podażą strategicznych surowców zaczęto szukać dla nich alternatyw, którymi są biopaliwa.

Biopaliwa mogą nie tylko uzupełniać paliwa kopalne, lecz także być dla nich alternatywą lub, co najmniej, strategiczną rezerwą w czasach kryzysu. Są one najczęściej produkowane z odpadów, olejów roślinnych, tłuszczów zwierzęcych czy odchodów, a także z użyciem wody, prądu i powietrza.

Polska jest jednym z europejskich liderów, mówiąc o potencjale produkcyjnym biopaliw, jako trzecie państwo w UE pod względem powierzchni rolnych, stanowiących około 56% naszego terytorium.

Dobrym przykładem krajowej produkcji biopaliw jest bioetanol, wykorzystywany jako uzupełnienie benzyny pochodzenia kopalnego. Od stycznia 2024 r. na stacjach paliw w Polsce można kupić benzynę E10, czyli z 10% udziałem bioetanolu. Według danych Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa (KOWR) właśnie w 2024 r. produkcja bioetanolu sięgnęła 445,5 tys. ton, co przekłada się na 26% wzrost względem roku 2023. Bioetanol wytwarzany jest natomiast głównie z kukurydzy (73%), która uprawiana jest w całości w Polsce, a dodatkowo jej produkcja jest dofinansowywana z funduszy unijnych. Oznacza to więc dodatkowy rynek zbytu dla polskich rolników. Ponadto bioetanol jest znacznie mniej emisyjny niż zwykła benzyna. Ograniczeniem jest niższa, o około 20%, wartość opałowa. Co ważne, prawie wszystkie silniki benzynowe są kompatybilne z paliwem E10, czyli benzyną zawierającą do 10% bioetanolu, bez żadnych dodatkowych modyfikacji.

Większy udział bioetanolu, a co za tym idzie mniejsze zapotrzebowanie na benzynę kopalną na rynku paliw, pozytywnie wpłynie na ich ceny. Jedynym ograniczeniem, jakie stoi przed producentami są ceny żywności - w przypadku zbytniego zwiększenia zapotrzebowania na np. kukurydzę, jej cena dla zwykłego konsumenta również wzrośnie. Dlatego prowadzone są obecnie badania nad bioetanolem nowej generacji, który będzie bazował na odpadach komunalnych oraz pozostałościach leśnych.

Przykładem masowego użycia bioetanolu jest Brazylia, będąca pionierem w tej dziedzinie. Prace nad tym paliwem trwają tam od lat 70., a produkuje się go z trzciny zamiast kukurydzy. Efektem jest to, że minimalny udział bioetanolu w benzynie na stacjach paliw wynosi nie 10, a 25%. Ponadto rozwinął się tam rodzimy rynek motoryzacyjny, którego głównym motorem są tzw. samochody flex fuel (FFV), ze specjalnie zaprojektowanymi silnikami, które mogą używać zarówno zwykłej benzyny, bioetanolu lub mieszanki obu jednocześnie. Przy obecnych cenach ropy zapotrzebowanie na to paliwo wzrosło ponownie, a Brazylijscy producenci na tym zarabiają poprzez eksport bioetanolu za granicę, podobnie zresztą jak USA, które same są globalnym eksporterem tego paliwa.

To pokazuje, że bioetanol jest nie tylko ekologiczny i wpływa pozytywnie na odporność energetyczną państwa ograniczając ceny paliw, lecz także jest szansą dla producentów, jakim może stać się m.in. Polska, do osiągania zysków z jego sprzedaży.

Okolo 44% aut jeżdżących po polskich drogach to jednak diesle. Dla tych pojazdów również istnieje paliwowa alternatywa. Mowa tutaj o HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) czyli uwodorniony olej roślinny. Wytwarza się go z olejów roślinnych, spożywczych, tłuszczy zwierzęcych i odpadów organicznych. Dzięki temu, że dodaje się do niego wodór, HVO niewiele różni się od zwykłego oleju napędowego. Główne różnice to m.in. fakt, że HVO może być nawet do 90% mniej emisyjny oraz ma większą wartość cetanową (co oznacza płynniejszą pracę silnika i mniej sadzy).

Minusem w porównaniu do wspomnianego wcześniej E10 jest kompatybilność. Nie każdy silnik diesla jest kompatybilny z HVO, jednakże jeżeli spełnia standardy euro 5 lub 6, obowiązujące dla większości nowych pojazdów, w dużej mierze powinien działać również na tym biopaliwie. Dodatkowo HVO może być bezpośrednim zamiennikiem ON, a także może być z nim mieszane, ponieważ oba te paliwa mają bardzo zbliżony skład chemiczny.

Nieco bardziej tradycyjnym i starszym rozwiązaniem jest tzw. RME/FAME - estry metylowe kwasów tłuszczowych, nazywane również biodieslem. Paliwo to jest produkowane z tych samych substratów co HVO, jednakże w przeciwieństwie do swojego następcy ma kilka zasadniczych problemów.

Po pierwsze, stosunkowo szybko traci swoje właściwości na skutek rozwoju bakterii w samym biodieslu - po ok. 6 miesiącach jest niezdalny do użytku, co uniemożliwia długoterminowe magazynowanie. Poza tym jest podatny na żelowanie w niższych temperaturach. FAME jest używane raczej jako dodatek do zwykłego ON, w granicach 7-30% udziału. Niemniej spełnia swoją funkcję jako uzupełnienie paliw kopalnych.

Przemysł paliwowy to jednak nie tylko samochody, lecz także samoloty. Standardem w branży lotniczej jest paliwo Jet-A1 na bazie nafty, używane zarówno w samolotach pasażerskich i transportowych, jak i wojskowych, np. w myśliwcach F-16. Oznacza to, że kryzysy ropy naftowej mogą uderzyć nie tylko w przemysł cywilny, lecz także uniemożliwić naszemu lotnictwu prowadzenie skutecznych działań w powietrzu, a to jest już realne ryzyko dla naszego bezpieczeństwa, zwłaszcza że w UE wydobycie ropy jest śladowe. Ponadto, jak widzimy, paliwo kopalne jest podatne na nagłe

wzrosty cen związane z sytuacją geopolityczną na świecie. Nie jest to jednak jedyny rodzaj paliwa, które może zostać użyte.

Biopaliwa lotnicze, również znane jako SAF (Sustainable Aviation Fuel), czyli zrównoważone paliwa lotnicze, są równie efektywnym uzupełnieniem paliw kopalnych i mogą być produkowane na różne sposoby i z różnych składników. Obejmuje to:

- Zaawansowane biopaliwa - produkowane z odpadów komunalnych i innych pozostałości. Najlepszym przykładem jest tu HEFA, będące lotniczym odpowiednikiem HVO, obecnie najczęściej produkowane SAF na świecie.
- Biopaliwa - paliwa z tłuszczów pochodzenia zwierzęcego, roślinnego oraz odpadów gastronomicznych jak oleju po smażeniu. Głównie chodzi tu o biopaliwa pierwszej generacji.
- Paliwa syntetyczne - ciekłe lub gazowe zamienniki benzyny i oleju napędowego, produkowane w procesach chemicznych z wodoru i dwutlenku węgla wychwyconego z atmosfery, znane również jako RFNBO (Renewable Fuels of Non-Biological Origin).
- Paliwa lotnicze z recyklingu węgla - paliwa produkowane z odpadów bogatych w węgiel, które nie mogą być poddane recyklingowi w inny sposób - np. z gazów przemysłowych lub odpadów komunalnych zawierających węgiel kopalny.

Rodzajów biopaliw jest o wiele więcej, ale te są najbardziej popularnymi rozwiązaniami, wskazanymi zwłaszcza w unijnym programie ReFuelEU, promującym użycie alternatywnych paliw na terenie UE. Co ważne, w większości przypadków SAF, jak biopaliwo, paliwo syntetyczne czy wodorowe, może być wykorzystane razem ze zwykłym paliwem na bazie paliw kopalnych, bez zmniejszania jego efektywności.

Badania nad biopaliwami różnego typu prowadzi m.in. wojsko amerykańskie. Jak wskazuje US Army, w 2014 r. przeprowadzono próby śmigłowca Black Hawk, napędzanego paliwem ATJ-8, produkowanym z izobutanolu, zmieszanego w proporcji 50/50 ze standardowym paliwem JP-8. Następnie w 2016 r. przeprowadzono test samolotów EA-18G o nazwie "Green Growler", które wykorzystywały samo biopaliwo CHCJ-5, będące odpowiednikiem standardowego JP-5, od startu do lądowania. Obie próby zakończyły się sukcesem, a ponadto użytkownicy maszyn nie widzieli różnicy w ich pracy i funkcjonowaniu. Oznacza to, że biopaliwa nie tylko mogą uzupełniać paliwa kopalne, ale stanowić dla nich alternatywę.

Istotne jest również to, że biopaliwa były przetestowane przez US Navy. Podczas międzynarodowych ćwiczeń RIMPAC 2012, w których brał udział m.in. lotniskowiec USS "Nimitz", w 5 amerykańskich okrętach zastosowano mieszankę 50/50 paliwa okrętowego z ropy naftowej z biopaliwem wyprodukowanym z alg i zużytego oleju spożywczego. Ponadto w samolotach na pokładzie lotniskowca również użyto mieszanki biopaliwa. Warto wspomnieć, że ćwiczenia te były częścią szerszej prezentacji amerykańskiej Great Green Fleet, będącej inicjatywą US Navy mającą na celu uniezależnienie się USA od ropy.

Natomiast w RIMPAC 2016 trzy australijskie okręty użyły biopaliwa udostępnionego przez amerykańskie tankowce. W tym samym roku australijski Szef Marynarki, admirał Tim Barrett, zatwierdził stosowanie mieszanek paliwa alternatywnego pozyskiwanych z US Navy jako zamiennik paliwa dla okrętów RAN, jak podaje The Strategist.

Natomiast jednym z najnowszych przełomów w dziedzinie biopaliw jest wyprodukowanie w 2021 r. przez firmy Twelve i Emerging Fuels Technology paliwa o nazwie E-Jet, będące wynikiem rozkładu CO₂ przy użyciu wody i prądu elektrycznego, czego wynikiem jest tlenek węgla i wodór, przekształcany w paliwo, oraz tlen jako produkt uboczny całego procesu. Projektem tym

zainteresowało się ponownie lotnictwo Stanów Zjednoczonych, które zaakceptowało już E-Jet jako paliwo. Powodem były jego niższe koszty względem pozostałych biopaliw.

W Polsce powstaje również alternatywa dla gazu ziemnego. Gaspol, lider polskiego rynku płynnego gazu, zajmuje się dystrybucją bio odpowiednika gazu LPG, nazywanego biopropanem. Gaz ten powstaje jako produkt uboczny produkcji zaawansowanych biopaliw, np. HVO/HEFA. Sam producent przyznaje, że bio LPG ma taki sam skład fizykochemiczny jak kopalne LPG - może być w ten sam sposób transportowane i użyte, stosując dokładnie tę samą infrastrukturę bez żadnych dodatkowych modyfikacji. Ponadto, z tego samego powodu, biopropan można mieszać ze zwykłym LPG, np. mieszanka 45/55, która również znajduje się w ofercie Gaspol.

Ten zamiennik LPG ma również dodatkową zaletę - podobnie jak biopaliwa z olejów spożywczych, roślinnych czy zwierzęcych, jego produkcja jest efektywnym sposobem utylizacji wysokokalorycznych bioodpadów, a przy tym jest o około 90% mniej emisyjny niż zwykłe LPG.

Potencjał na rodzimym rynku ma również biometan, czyli ekologiczny gaz ziemny, wytwarzany głównie z substratów takich jak zwierzęce odchody i odpady rolno-spożywcze czy ze słomy kukurydzianej i zbożowej, które nieprawidłowo zagospodarowane wytwarzają gazy cieplarniane. Dlatego tak ważne jest ich efektywne wykorzystanie, zwłaszcza w energetyce, w dobie kryzysu.

Według raportu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju pod nazwą "Realny potencjał produkcji biometanu w Polsce" przy odpowiednich inwestycjach w biogazownie i logistykę odbierania odpadów jesteśmy w stanie produkować od 3,2 mld do realistycznie 4,7 mld metrów sześciennych tego gazu. Przy rocznym zapotrzebowaniu ok. 23 mld m³ gazu (stan na 2025 r.) oznacza to, że biometan może pokryć to zapotrzebowanie w ok. 14-20%. Warto zaznaczyć, że Polska zdecydowaną większość gazu importuje z Norwegii, USA i Kataru, w wymiarze ok. 85% naszego zapotrzebowania. Biometan jest więc realnym sposobem na zmniejszenie skutków geopolitycznych zachwiania oraz stworzenie nowych miejsc pracy w kraju, przez budowę nowych biogazowni, a przy okazji uniezależnienie się od zewnętrznych dostaw tego surowca.

Co ważne, Ministerstwo Klimatu i Środowiska w czerwcu 2026 r. przygotowało projekt nowelizacji ustawy o OZE, który ma wprowadzić system aukcyjny. Oznacza to wsparcie dla producentów biometanu, który obecnie wspiera jedynie instalacje o mocy poniżej 1 MW w formie dopłat do ceny rynkowej.

Nowelizacja zakłada wprowadzenie aukcji, podobnie jak w przypadku farm wiatrowych i fotowoltaicznych, w których wygrywa producent oferujący najniższą cenę za biometan. Dodatkową formą wsparcia mają być kontrakty różnicowe CfD, które działają w sposób następujący: jeżeli cena rynkowa biometanu spadnie poniżej ceny ustalonej w aukcji - państwo zwróci różnicę producentowi. Natomiast jeśli cena przekroczy tę z aukcji - producent zwróci różnicę państwu. W ten sposób wytwórca będzie otrzymywał stałą cenę za biometan, niezależnie od ceny rynkowej. Kontrakt ten ma przysługiwać przez maksymalnie 20 lat.

Te regulacje są znaczącym krokiem w stronę rozwoju rodzimego rynku biometanu, a więc i zmniejszenia zależności Polski od zewnętrznych dostaw gazu ziemnego.

W czasie obecnego kryzysu w Cieśninie Ormuz poszukiwanie takich alternatyw, jak podane wyżej, jest kluczowe dla stabilizacji cen, od których zależne jest funkcjonowanie nie tylko pojedynczych mieszkańców, lecz również całej gospodarki narodowej. Biopaliwa są nie tylko rozwiązaniem ekologicznym, ale mogą wzmacniać niezależność energetyczną państwa, a tym samym jego bezpieczeństwo. Jest to ponadto gospodarczy czynnik wzrostu, wykorzystujący rodzimą produkcję

oraz wytwarzane odpady do wyprodukowania własnego surowca o znaczeniu strategicznym. Rozwój tego rynku nie tylko wpłynie pozytywnie na konkurencyjność polskiej gospodarki, lecz także stworzy nowe miejsca pracy i pomoże w utylizacji niepotrzebnych materiałów. Biopaliwa nie zastąpią w najbliższym czasie paliw kopalnych, ale w dobie rywalizacji o ropę m.in. z państwami Azji oraz zakłóceń łańcuchów dostaw, mogą zagwarantować, że paliwa kopalne będzie starczyć tam, gdzie najbardziej jest ono potrzebne - w infrastrukturze krytycznej oraz siłach zbrojnych, które są gwarantem naszego bezpieczeństwa wewnętrznego i zewnętrznego.

Samochody elektryczne jako mobilne magazyny energii

Praca wyspowa nie musi polegać wyłącznie na wytwarzaniu własnej energii. Jest to rozwiązanie możliwe do osiągnięcia dla dużych przedsiębiorstw czy placówek użytku publicznego, natomiast koszt tzw. instalacji off-gridowej często przekracza możliwości przeciętnego gospodarstwa domowego. Nie zawsze zachodzi jednak konieczność produkcji energii, a wystarczy jej magazynowanie tak, aby starczyło jej do przeczekania kryzysu.

W 2024 r. południe Polski zostało dotknięte powodziami. Według informacji zebranych przez Lokalna24, lokalnym bohaterem został wtedy Robert Krajza, który dzięki stworzonej przez siebie instalacji off-grid, złożonej z paneli fotowoltaicznych, falowników i kilku akumulatorów, zdołał przez 3 dni utrzymać dostawy prądu dla siebie, jak i sąsiadów. Założenie było proste - kiedy prąd z paneli nie mógł być w pełni wykorzystany przez dom i sieć, był on gromadzony w akumulatorach - dlatego po odłączeniu dostaw prądu z zewnątrz, gospodarstwo domowe Pana Roberta mogło pracować niezależnie przez ograniczony czas.

Na bardzo podobnej zasadzie mogą działać niektóre samochody elektryczne (EV) - jako bateria lub mobilny magazyn energii. Technologia ta wbrew pozorom nie jest czymś nowym, jest po prostu mało znana - pionierem w tej dziedzinie był Nissan, a jednym z pierwszych modeli kojarzonych z tą funkcją był Leaf.

Warunkiem takiego działania są konkretne cechy systemu ładowania auta, np. we własnym garażu. Stosując tzw. technologię dwukierunkowego ładowania, EV może zarówno pobierać energię, jak i oddawać ją z powrotem do instalacji domowej (V2H - Vehicle-to-Home) oraz samej sieci (V2G - Vehicle-to-Grid). Istnieją również opcje ładowania innych pojazdów czy pojedynczych urządzeń (V2L - Vehicle-to-Load). Możliwość przesylu prądu z auta do wszystkich powyższych, łącznie z domem i siecią, nazywana jest natomiast V2X - Vehicle to Everything, czyli "pojazd do wszystkiego".

Warunkiem użycia tych systemów jest domowa instalacja wallbox, będąca dwukierunkową stacją ładowania, której cena wynosi od 4000 do 16 000 zł. Natomiast w przypadku funkcji V2L, która pozwala na podłączenie konkretnego urządzenia, jest to koszt rzędu kilkuset złotych, jeżeli samochód nie ma adaptera V2L w zestawie.

Dyskutując na temat potencjału tego rozwiązania należy zacząć od pojedynczego samochodu. Typowy EV posiada baterię o pojemności między 20 (mniejsze auta miejskie, jak Nissan Leaf I generacji) a 100 kWh (SUV-y i auta luksusowe, np. BMW i7 xDrive60). Natomiast według raportu GUS z 2021 r. średnie roczne zużycie energii elektrycznej w polskim gospodarstwie domowym wyniosło 2523 kWh. Oznacza to, że w pełni naładowana bateria auta elektrycznego jest w stanie

zasilić przeciętny polski dom od kilkunastu godzin do nawet tygodnia. Zależy to od liczby domowników, ogrzewania czy po prostu oszczędzania energii. Energia mogąca być przechowana w EV nie jest nieskończona, jednak czas, jaki taka bateria daje mieszkańcom domu może być kluczowy dla utrzymania zwykłej codzienności aż do czasu naprawy awarii lub przejścia kryzysu. W kontekście przerw w dostawach prądu, np. na Ukrainie w związku z atakami na infrastrukturę krytyczną, zdolność ta nabiera całkowicie nowego wymiaru. Tym samym samochód elektryczny staje się nie tylko środkiem transportu, lecz także mobilnym magazynem energii, mogącym zasilać podstawowe urządzenia lub obwody przez krytyczne kilka dni.

Jednakże to nie wszystkie atuty tego rozwiązania. EV może również znacząco zmniejszać koszty energii dzięki inteligentnemu ładowaniu. Współgra to najlepiej z odnawialnymi źródłami energii takimi jak fotowoltaika. Przez jej zależność od pogody, panele czasem wytwarzają za dużo energii, np. przy silnym nasłonecznieniu. Energia ta często marnuje się, gdyż sieć nie jest w stanie jej przyjąć. W takiej sytuacji EV, jako magazyn energii, jest w stanie zmagazynować ją na później. Natomiast gdy zapotrzebowanie na energię rośnie, a OZE nie są w stanie wyprodukować wystarczająco dużo energii, jest ona oddawana przez samochód. Takie rozwiązanie zmniejsza koszty odbiorców końcowych energii (energia jest gromadzona, kiedy jest tania, oraz oddawana, kiedy jest droga), a dodatkowo rozprasza system energetyczny, co zwiększa jego odporność.

W większej skali potencjał technologii V2X jest jeszcze bardziej imponujący, o czym możemy przeczytać w raporcie "Potential of a full EV-power-system-integration in Europe & how to realise it" stworzonym przez Towarzystwo Fraunhofera. Takie wykorzystanie EV niweluje potrzebę budowy nowych, stacjonarnych magazynów energii - autorzy raportu prognozują, że zapotrzebowanie to może spaść nawet o 92% do 2040 r., co oznacza oszczędność na drogich inwestycjach, jakimi są te magazyny. Ponadto koszty utrzymania systemu energetycznego miałyby spaść o około 8,6%, co oznacza oszczędności w wysokości 22,2 mld euro rocznie do 2040 r.

Podobne statystyki wskazywane są w raporcie "Vehicle to everything" Polskiego Instytutu Reform z marca 2026 r. We wspomnianej powyżej sytuacji nadprodukcji, w idealnych warunkach, obecność samochodów elektrycznych z technologią V2X ma ograniczyć straty energii w wysokości 1 TWh, czyli rocznego zapotrzebowania około 500 000 polskich gospodarstw domowych, a potencjalnie ograniczenie tych strat do 2040 r. mogłoby sięgnąć nawet 5 TWh. Ponadto w tym samym czasie koszty energii mogłyby spaść o około 39 zł/MWh, dzięki obniżeniu kosztów sieciowych, paliwowych i utrzymaniu mocy rezerwowych, a przez odciążenie sieci koszty jej modernizacji mogłyby spaść o ok. 4 mld zł. Wszystko to przy założeniu prognozowanym przez rząd, że w Polsce do 2040 r. byłoby 4,3 mln samochodów elektrycznych.

W maju 2026 r. szpital w Radomiu otrzymał 4,8 mln zł dofinansowania, z którego większa część (3,2 mln zł) ma być przeznaczona na szpitalny magazyn energii, natomiast 680 tys. zł - na nową, terenową karetkę. Zwiększa ona możliwości ratunkowe szpitala, ale również może wspomóc lokalną sieć energetyczną, w tym sam szpital, zmniejszając koszt zużycia energii poprzez jej magazynowanie w momencie, kiedy jest najtańsza. Możliwe jest również awaryjne zasilanie wybranych urządzeń lub obwodów krytycznych w czasie niedoborów energii.

Niestety technologia ta jest na tyle nieznana, że zarówno w Polsce, jak i UE brakuje regulacji dotyczących tej niszy, a wiele aut elektrycznych, np. popularne w Polsce modele Tesli, nie posiada takiego rozwiązania. Jedynym aktem nawiązującym do technologii dwukierunkowego ładowania jest rozporządzenie AFIR (UE 2023/1804), które zobowiązuje państwa członkowskie jedynie do

uwzględnienia tej technologii w ocenie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie, aby zachęcać producentów samochodów elektrycznych do wdrażania tego systemu na terenie UE - tak samo zresztą jak nakazano producentom telefonów, a od niedawna również producentom laptopów, stosowanie wyłącznie złącza USB-C do ładowania tych urządzeń. Głównymi barierami pozostają więc prawo i brak świadomości o istnieniu takich rozwiązań.

Polityka ekologiczna jako narzędzie odporności państwa

Polityka ekologiczna nie powinna być traktowana wyłącznie jako narzędzie ochrony środowiska. W określonych warunkach, spełniając swoje cele środowiskowe może jednocześnie wzmacniać odporność państwa, ograniczać jego podatność na kryzysy, generować dochody w gospodarce narodowej oraz zwiększać koszt działań potencjalnego przeciwnika. Jej znaczenie polega na tym, że oddziałuje na przestrzeń, zasoby i zaplecze przemysłowe, które w czasie pokoju służą rozwojowi, a w warunkach zagrożenia mogą wspierać bezpieczeństwo narodowe.

Gospodarka obiegu zamkniętego i surowce krytyczne

Obszarem podwójnego zastosowania jest gospodarka obiegu zamkniętego, zwłaszcza w zakresie recyklingu metali, baterii i komponentów technologicznych. W warunkach rosnącej rywalizacji gospodarczej i koncentracji dostaw wielu surowców poza Europą, odzysk materiałów z już istniejących produktów staje się nie tylko elementem polityki środowiskowej, ale również narzędziem bezpieczeństwa surowcowego.

Bezpieczeństwo surowcowe stanowi fundament odporności gospodarki. Kluczowe metale ziem rzadkich są dziś dla nowoczesnej gospodarki surowcem strategicznym, warunkiem funkcjonowania przemysłu, technologii, energetyki i części systemów obronnych. Państwo pozbawione dostępu do komponentów i materiałów niezbędnych dla transformacji energetycznej, elektromobilności, elektroniki oraz technologii podwójnego zastosowania staje się podatne na presję gospodarczą, zakłócenia łańcuchów dostaw i ograniczenie własnych zdolności produkcyjnych. W tym kontekście recykling i odzysk surowców należy traktować nie wyłącznie jako element polityki ekologicznej, lecz również jako narzędzie wzmacniania bezpieczeństwa przemysłowego i technologicznego państwa. Lokalne możliwości recyklingu nie zastąpią w całości importu, ale mogą pozwolić na jego ograniczenie, a tym samym dać większą swobodę wyboru partnerów handlowych oraz obniżyć koszty na rynku krajowym.

Znaczenie gospodarki obiegu zamkniętego jako narzędzia bezpieczeństwa zostało potwierdzone na poziomie Unii Europejskiej w Europejskim akcie w sprawie surowców krytycznych. Akt ten identyfikuje surowce krytyczne i strategiczne jako niezbędne dla transformacji zielonej i cyfrowej, ale również dla sektorów obronnego i kosmicznego. Oznacza to, że dostęp do metali, baterii

i komponentów technologicznych nie jest wyłącznie problemem przemysłowym, lecz staje się elementem bezpieczeństwa strategicznego.

Zgodnie z powyższym aktem do 2030 r. UE określiła cztery kluczowe cele: co najmniej 10% rocznego zużycia surowców strategicznych ma pochodzić z wydobycia w UE, 40% z przetwarzania w UE, 25% z wewnętrznego recyklingu, a zależność od jednego państwa trzeciego nie powinna przekraczać 65% rocznego zużycia danego surowca strategicznego na żadnym etapie przetwarzania.

Z perspektywy Polski najważniejszy jest cel dotyczący recyklingu oraz ograniczenia zależności od pojedynczych dostawców. Wydobycie części surowców strategicznych w Europie będzie ograniczone uwarunkowaniami geologicznymi, środowiskowymi i społecznymi. Recykling oraz odzysk z istniejących produktów stanowią więc najbardziej realistyczny obszar budowania zdolności krajowych i europejskich. Dotyczy to zwłaszcza baterii, elektroniki, magnesów trwałych, komponentów OZE, pojazdów elektrycznych i infrastruktury cyfrowej.

W tym ujęciu projekty recyklingowe powinny być kwalifikowane jako działania o podwójnym zastosowaniu. W czasie pokoju ograniczają ilość odpadów, zmniejszają koszty surowcowe i wzmacniają konkurencyjność przemysłu. W czasie kryzysu mogą ograniczać zależność od niestabilnych lub politycznie niepewnych łańcuchów dostaw, zwiększając swobodę działania państwa. Nie zastępują importu, ale mogą zmniejszać jego skalę, a tym samym ograniczać podatność na presję gospodarczą.

Szczególne znaczenie ma tutaj recykling baterii. Rozwój elektromobilności, magazynów energii i odnawialnych źródeł energii będzie zwiększał zapotrzebowanie na lit, nikiel, kobalt, mangan, grafit i miedź. Międzynarodowa Agencja Energetyczna wskazuje, że w 2024 r. globalny popyt na lit wzrósł o prawie 30%, a popyt na nikiel, kobalt, grafit i pierwiastki ziem rzadkich o 6–8%, głównie ze względu na elektromobilność, magazyny energii, sieci i technologie niskoemisyjne.

Oznacza to, że państwo, które rozwija elektromobilność bez równoległego rozwoju recyklingu i odzysku surowców, tworzy nowy typ zależności. Zastępuje część importu paliw importem komponentów, baterii i metali strategicznych. Z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego nie wystarczy więc wspierać zakup pojazdów elektrycznych czy magazynów energii. Konieczne jest równoległe budowanie krajowych i europejskich zdolności do odzysku materiałów z tych technologii po zakończeniu ich cyklu życia.

Europejski akt w sprawie surowców krytycznych tworzy również mechanizm projektów strategicznych. Mają one wzmacniać europejskie łańcuchy wartości w zakresie wydobycia, przetwarzania i recyklingu surowców strategicznych. Dla Polski oznacza to możliwość zabiegania o status strategiczny dla projektów związanych z recyklingiem baterii, odzyskiem metali z elektroniki, przetwarzaniem odpadów przemysłowych oraz produkcją komponentów dla elektromobilności, energetyki i technologii obronnych. Komisja Europejska wskazuje, że takie projekty mają korzystać m.in. z ułatwień proceduralnych i wsparcia dla inwestycji.

W tym kontekście gospodarka obiegu zamkniętego powinna być traktowana jako obszar, w którym ekologia, przemysł i bezpieczeństwo wzajemnie się wzmacniają. Recykling metali i baterii nie jest jedynie działaniem środowiskowym. Jest sposobem na tworzenie krajowych zasobów surowcowych, zmniejszanie zależności od dostawców zewnętrznych i zabezpieczanie komponentów potrzebnych dla przemysłu wysokich technologii. Dotyczy to zarówno transformacji energetycznej

i elektromobilności, jak i elektroniki, łączności, systemów bezzałogowych, magazynowania energii oraz części technologii obronnych.

Dla Polski szczególnie istotne jest, aby na etapie projektowania polityk publicznych nie traktować recyklingu jako końcowego i pomocniczego etapu gospodarki odpadami, lecz jako jeden z priorytetowych elementów odzysku zasobów. Takie podejście jest zgodne z hierarchią sposobów postępowania z odpadami określoną w art. 17 ustawy o odpadach, w której recykling znajduje się przed innymi procesami odzysku i unieszkodliwianiem. W perspektywie bezpieczeństwa państwa oznacza to potrzebę identyfikacji krajowych strumieni odpadów zawierających surowce strategiczne, rozwoju instalacji odzysku, tworzenia zachęt dla przemysłu oraz uwzględnienia recyklingu w polityce przemysłowej i obronnej. Projekty tego typu powinny być analizowane nie tylko przez pryzmat redukcji odpadów, ale również przez ich wpływ na odporność gospodarki, ciągłość produkcji i zdolność państwa do działania w warunkach zakłóceń.

W rezultacie Europejski akt w sprawie surowców krytycznych wzmacnia argument za traktowaniem gospodarki obiegu zamkniętego jako jednego z kluczowych obszarów proponowanego podwójnego zastosowania. Jeżeli projekt recyklingowy pozwala odzyskiwać metale, baterie lub komponenty potrzebne dla energetyki, elektromobilności, infrastruktury cyfrowej albo przemysłu obronnego, powinien być kwalifikowany nie tylko jako projekt środowiskowy, lecz także jako inwestycja w bezpieczeństwo przemysłowe i technologiczne państwa.

Renaturyzacja rzek i odtwarzanie mokradeł

Renaturyzacja rzek, odbudowa rozlewisk oraz odtwarzanie mokradeł mogą pełnić funkcję podwójnego zastosowania. Z perspektywy bezpieczeństwa działania te mają utrudniać prowadzenie działań manewrowych przez ciężki sprzęt, zmniejszać liczbę dogodnych przepraw oraz kanalizować potencjalne kierunki natarcia przeciwnika na wcześniej przygotowane rejony obrony. Koncepcja „Zielonej Tarczy Wschód” wskazuje wprost, że mokradła, rzeki i doliny rzeczne mogą tworzyć naturalną barierę krajobrazową wzmacniającą obronność terytorialną Polski. Z perspektywy środowiskowej zwiększają natomiast retencję wody, ograniczają skutki suszy i powodzi oraz poprawiają stan ekosystemów.

Znaczenie tego obszaru wzmacnia skala istniejących zaniedbań środowiskowych. Raport „Zielona Tarcza Wschód” wskazuje, że 85% torfowisk w Polsce jest zdegradowanych, co oznacza, że potencjał retencyjny, środowiskowy i terenowy znacznej części mokradeł został ograniczony. Jednocześnie raport wskazuje trzy główne kierunki działań w ramach koncepcji Zielonej Tarczy Wschód: zmianę zarządzania lasami, odtwarzanie mokradeł oraz renaturyzację rzek. Są to więc działania, które mogą jednocześnie realizować cele środowiskowe i wzmacniać odporność przestrzenną państwa.

Zielona Tarcza Wschód wskazuje również konkretne obszary, w których takie działania mogą mieć szczególne znaczenie: bagna Biebrzańskie i rzeka Narew, torfowiska i bagna Polesia Lubelskiego, dolina Bugu, inne tereny podmokłe oraz lasy wzdłuż granicy z Rosją i Białorusią. Są to obszary o znaczeniu przyrodniczym, ale także przestrzenie istotne z punktu widzenia kształtowania warunków terenowych na północnym i wschodnim kierunku strategicznym. Raport opisuje całą koncepcję jako propozycję odbudowy i ochrony przyrody wzdłuż północnej oraz wschodniej granicy Polski od Mierzei Wiślanej przez Warmię i Mazury, Suwalszczyznę, Podlasie, Lubelszczyznę, po Podkarpacie.

Znaczenie takich rozwiązań należy oceniać realistycznie. Teren podmokły nie zastępuje fortyfikacji, zapór inżynierskich ani wojsk operacyjnych. Może jednak ograniczać swobodę manewru przeciwnika, spowalniać tempo działań oraz wymuszać przemieszczanie się przez przewidywalne przesmyki i przeprawy. Z punktu widzenia obrońcy oznacza to możliwość wcześniejszego przygotowania obserwacji, ognia i zabezpieczenia wybranych kierunków. W tym sensie doliny rzeczne, rozlewiska i mokradła mogą działać jako naturalne linie opóźniające, zwiększające koszt operacyjny potencjalnego natarcia.

Wartość przeszkód wodnych i podmokłych w kontekście bezpieczeństwa potwierdzają również przykłady operacyjne. W materiałach dotyczących Zielonej Tarczy Wschód przywoływany jest przykład wojny w Ukrainie, gdzie rzeka Irpień i otaczające ją mokradła ograniczyły rosyjskie natarcie na Kijów. Innym przykładem jest zdarzenie z 2025 r. na Litwie, gdzie 70-tonowy pojazd Hercules zatonął podczas ćwiczeń na podmokłym terenie, co pokazuje, że ciężki sprzęt wojskowy może być realnie ograniczany przez warunki wodno-błotne.

Istotne jest przy tym, że zwiększenie znaczenia przeszkód wodnych nie musi automatycznie ograniczać zdolności manewrowych Sił Zbrojnych RP w takim samym stopniu jak przeciwnika. Bojowy wóz piechoty Borsuk został zaprojektowany jako nowoczesny pojazd pływający, zdolny do samodzielnego pokonywania przeszkód wodnych. Producent wskazuje, że Borsuk jest w stanie pokonywać szerokie przeszkody wodne, ma dużą zwrotność i może być używany w różnych warunkach terenowych i pogodowych. Potwierdza to zakończone sukcesem ćwiczenie 15. Brygady Zmechanizowanej z maja 2026 r., przeprowadzone w warunkach wodnych. Oznacza to, że odpowiednio ukształtowane środowisko wodno-błotne może utrudniać operowanie formacjom pozbawionym podobnych zdolności, nie eliminując całkowicie mobilności własnych wojsk.

Lasy, zadrzewienia i ukształtowanie terenu

Podobny potencjał mają lasy, zadrzewienia i świadome kształtowanie krajobrazu. W warunkach zagrożenia mogą stanowić naturalne przeszkody terenowe, ograniczać widoczność, utrudniać rozpoznanie, spowalniać przemieszczanie kolumn oraz wspierać maskowanie, rozproszenie i działania opóźniające. W czasie pokoju pełnią natomiast one funkcje gospodarcze, środowiskowe, retencyjne i klimatyczne.

Lasy i zadrzewienia nie stanowią samodzielnego środka obrony, ale mogą wzmacniać korzystne dla obrońcy cechy terenu. Ograniczają swobodę ruchu poza drogami, zwiększają znaczenie istniejących ciągów komunikacyjnych i mogą utrudniać szybkie rozwinięcie natarcia. Wojna zimowa między Finlandią a ZSRR w latach 1939–1940 pokazała, że trudny teren nie zastępuje sił zbrojnych, ale może ograniczyć przewagę liczebną przeciwnika, kanalizować jego natarcie i zwiększyć skuteczność działań strony broniącej się.

Z perspektywy polityki publicznej oznacza to, że gospodarka leśna i planowanie przestrzenne na obszarach istotnych operacyjnie powinny być oceniane nie tylko przez pryzmat produkcji drewna czy ochrony przyrody, ale również jako element długofalowego wzmacniania odporności terytorialnej państwa.

Adaptacja do ekstremalnych zjawisk pogodowych

Uzupełnieniem powyższych obszarów są działania zwiększające odporność państwa na ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak powódzie, susze, fale upałów czy gwałtowne opady. Ich znaczenie wykracza poza ochronę środowiska, ponieważ skutki takich zdarzeń mogą bezpośrednio ograniczać funkcjonowanie infrastruktury krytycznej oraz podstawowych usług publicznych. W tym sensie polityka ekologiczna staje się elementem przygotowania państwa na zakłócenia i narzędziem podtrzymywania ciągłości działania w sytuacjach kryzysowych.

Unijne środki jako instrument budowy polskiej pozycji strategicznej

Doświadczenie Unii Europejskiej po 2022 r. pokazuje, że zależność energetyczna nie jest wyłącznie problemem handlowym. Przed pełnoskalową agresją Rosji na Ukrainę państwa UE były w znacznym stopniu uzależnione od rosyjskich węglowodorów. Według Rady UE udział rosyjskiego gazu rurociągowego w imporcie gazu do UE spadł z ok. 40% w 2021 r. do ok. 6% w 2025 r., a łączny udział rosyjskiego gazu rurociągowego i LNG wynosił w 2025 r. ok. 12%. Ta zmiana pokazuje, że ograniczenie zależności od jednego dostawcy może stać się jednym z warunków odzyskania swobody strategicznej.

Środki unijne mogą być dla Polski nie tylko narzędziem modernizacji, lecz także instrumentem budowy odporności państwa i pozycji strategicznej. Ograniczanie zależności od importu energii, surowców i technologii zmniejsza podatność na szantaż polityczny, gospodarczy i logistyczny, czego przykładem jest zmiana podejścia UE do rosyjskich węglowodorów po 2022 r. Projekty finansowane z funduszy UE - w obszarze klimatu, energii, transportu, infrastruktury, cyfryzacji, zdrowia czy gospodarki obiegu zamkniętego - mogą jednocześnie realizować cele sektorowe i wzmocniać bezpieczeństwo narodowe. Kluczowe znaczenie ma więc projektowanie inwestycji tak, aby jeden wydatek przynosił kilka efektów: gospodarczy, społeczny, środowiskowy i odpornościowy.

Odporność państwa należy rozumieć nie tylko jako zdolność przetrwania kryzysu, lecz także jako zdolność ograniczania presji zewnętrznej. Państwo mniej zależne od importu energii, surowców i technologii jest trudniejsze do szantażowania, ponieważ przeciwnik dysponuje mniejszą liczbą narzędzi wymuszania decyzji politycznych. Presja geopolityczna zaczyna się tam, gdzie druga strona posiada możliwość wywołania kryzysu energetycznego, surowcowego lub logistycznego w celu ograniczenia swobody działania państwa.

Aktualnym przykładem znaczenia zależności energetycznej jest Armenia. W analizach instytutu Boyma dotyczących jej sytuacji wskazuje się, że znaczna większość gazu zużywanego przez Armenię pochodzi z Rosji, a pozostała część z Iranu. Jednocześnie rosyjskie wpływy obejmują nie tylko sam

surowiec, ale również elementy infrastruktury i energetyki jądrowej. W ostatnim czasie Moskwa sygnalizowała, że proeuropejski kurs Armenii może wiązać się z utratą preferencyjnych warunków współpracy energetycznej. Takie działanie ma wyraźny potencjał destabilizujący dla stosunków społeczno-ekonomicznych Armenii, co dobrze pokazuje mechanizm presji politycznej opartej na zależności surowcowej.

Wnioski z tego przykładu są istotne także dla Polski. Państwo, które nie posiada alternatyw w zakresie energii, surowców, technologii i infrastruktury, ma ograniczoną swobodę prowadzenia polityki zagranicznej. Zależność od jednego dostawcy lub jednego kierunku importu zwiększa koszt podejmowania decyzji sprzecznych z interesem tego dostawcy. Odporność gospodarcza i infrastrukturalna wzmacnia więc nie tylko bezpieczeństwo wewnętrzne, ale także pozycję państwa jako samodzielnego aktora w relacjach międzynarodowych.

Presja zewnętrzna nie musi mieć wyłącznie charakteru militarnego. Może być wywołana przez kryzys infrastruktury krytycznej: brak energii, paliw, wody, ogrzewania, łączności, transportu lub podstawowych usług publicznych. Takie zakłócenia bardzo szybko przekładają się na napięcia społeczne. Brak podstawowych zasobów podważa zaufanie obywateli do państwa, wzmacnia poczucie zagrożenia, zwiększa podatność na dezinformację i prowadzi do radykalizacji nastrojów. W warunkach wojny hybrydowej chaos społeczny nie jest tylko skutkiem ubocznym kryzysu, wywołanie go może stać się jednym z celów przeciwnika. Pokazują to dobitnie rosyjskie kampanie dezinformacyjne.

Dlatego odporność infrastrukturalna ma znaczenie polityczne. Państwo, które potrafi utrzymać ciągłość działania szpitali, wodociągów, transportu, administracji, energetyki i łączności, ogranicza przestrzeń dla paniki, radykalizacji i destabilizacji. Z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego nie chodzi więc wyłącznie o ochronę obiektów technicznych, lecz o utrzymanie zdolności państwa do zarządzania społeczeństwem pod presją. Kryzys infrastruktury krytycznej bardzo szybko staje się kryzysem społecznym, a następnie politycznym.

Z tej perspektywy dobrze zaprojektowana transformacja energetyczna nie jest „ucieczką od geopolityki”. Jest sposobem na zmianę własnej pozycji w układzie sił. OZE, magazyny energii, efektywność energetyczna i recykling surowców krytycznych mogą ograniczać podatność państwa na kryzysy importowe. Nie eliminują całkowicie zależności zewnętrznych, ale mogą zmniejszać ich skalę i rozpraszać ryzyka. Państwo, które zużywa mniej importowanych paliw, posiada większą elastyczność energetyczną i odzyskuje część surowców z własnej gospodarki, jest trudniejsze do szantażowania.

W sektorach takich jak lotnictwo, transport ciężki, rolnictwo, logistyka wojskowa czy część przemysłu, istotną rolę mogą pełnić paliwa alternatywne: biometan, HVO, SAF i paliwa syntetyczne. Ich funkcją nie jest natychmiastowe zastąpienie paliw kopalnych, lecz stworzenie bufora strategicznego. Im większa część zapotrzebowania może być pokrywana przez źródła krajowe lub europejskie, tym mniejsza podatność państwa na kryzysy naftowe, zaburzenia łańcuchów dostaw i szantaż surowcowy.

Odporność zasobowa zwiększa również wiarygodność państwa jako partnera w UE i NATO. Państwo stabilne energetycznie, zdolne do utrzymania produkcji, transportu i infrastruktury krytycznej w warunkach zakłóceń, ma większą wartość strategiczną dla sojuszników, a przy tym jest atrakcyjniejsze dla inwestorów. Nie jest wyłącznie odbiorcą bezpieczeństwa, lecz staje się elementem

stabilizującym szerszy system. W tym sensie inwestycje w odporność energetyczną, surowcową i infrastrukturalną są jednocześnie inwestycjami w pozycję Polski w układzie sojuszniczym.

Szczególne znaczenie ma tutaj możliwość wykorzystania środków unijnych. Polska powinna konsekwentnie wpisywać bezpieczeństwo narodowe w projekty finansowane z funduszy UE, nie tylko w ramach programów formalnie opisanych jako obronne lub dual-use. Środki przeznaczone na klimat, środowisko, transformację energetyczną, elektromobilność, infrastrukturę, efektywność energetyczną, adaptację do zmian klimatu, gospodarkę obiegu zamkniętego, cyfryzację czy ochronę zdrowia mogą być wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem, a jednocześnie bezpośrednio wzmacniać odporność państwa. Kluczowe jest projektowanie tych działań tak, aby efekt środowiskowy, gospodarczy i bezpieczeństwa był osiągnięty równolegle.

Unijny program FEnIKS pokazuje, że taka logika zaczyna być formalnie dopuszczalna. Umożliwia on finansowanie projektów podwójnego przeznaczenia, tzw. dual-use, w energetyce, transporcie i zdrowiu. Oznacza to, że łączenie inwestycji cywilnych z odpornością państwa nie jest już wyłącznie postulatem koncepcyjnym, ale staje się praktyką finansowania publicznego.

Nie należy jednak ograniczać tej narracji wyłącznie do FEnIKS. Nadchodzący budżet UE na lata 2028–2034 będzie jednym z najważniejszych pól rywalizacji o kierunek europejskich inwestycji. Komisja Europejska zaproponowała budżet o wartości prawie 2 bln euro, którego priorytetami mają być m.in. suwerenność, bezpieczeństwo, konkurencyjność i odporność Europy. Oznacza to, że już teraz Polska powinna przygotowywać spójną agendę lobbingsową, w której podwójne zastosowanie projektów środowiskowych, infrastrukturalnych i transformacyjnych zostanie przedstawione jako element europejskiej odporności, a nie wyłącznie krajowy postulat finansowy.

W praktyce oznacza to potrzebę koordynacji między sektorami, które dotychczas często działały oddzielnie. Projekty ekologiczne powinny być konsultowane nie tylko z administracją środowiskową, lecz także z podmiotami odpowiedzialnymi za infrastrukturę krytyczną, ochronę ludności, transport i bezpieczeństwo. Projekty wojskowe i infrastrukturalne powinny z kolei uwzględniać cele środowiskowe, jeżeli ich spełnienie ułatwia dostęp do finansowania i nie osłabia funkcji obronnej. Celem nie jest tworzenie sztucznej etykiety „eko” dla projektów bezpieczeństwa, lecz osiągnięcie realnej synergii: ten sam wydatek ma jednocześnie poprawiać jakość życia, zwiększać odporność infrastruktury i wzmacniać zdolność państwa do działania w kryzysie.

Taka koordynacja wymaga zmiany sposobu projektowania inwestycji. Na etapie koncepcji należy pytać nie tylko, czy projekt spełnia warunki programu, ale również czy może pełnić funkcję bezpieczeństwa. Instalacja energetyczna może być zaprojektowana tak, aby obniżać koszty energii dla przemysłu oraz wspierać obiekt infrastruktury krytycznej. Inwestycja transportowa może uwzględniać zarówno potrzeby codziennej mobilności ludności cywilnej, jak i mobilności wojskowej i ewakuacji ludności. Projekt środowiskowy może poprawiać retencję, a jednocześnie kształtować teren korzystny dla obrony. Recykling surowców może ograniczać odpady, ale także zmniejszać zależność od dostawców zewnętrznych. To właśnie jest praktyczny sens podwójnego zastosowania.

W tym samym kierunku może działać EU ETS. Dla części przedsiębiorstw jest on przede wszystkim bodźcem kosztowym, który wymusza ograniczanie emisyjności, poprawę efektywności energetycznej i inwestycje modernizacyjne. Z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego oznacza to, że prywatne podmioty, działając z powodów ekonomicznych, mogą jednocześnie ograniczać zużycie energii, zmniejszać zależność od importowanych paliw i wzmacniać odporność własnej produkcji.

Warunkiem powodzenia jest jednak strategiczne ukierunkowanie tych instrumentów. Transformacja prowadzona bez refleksji może przenieść zależność z importu paliw kopalnych na import technologii, komponentów i surowców krytycznych. Transformacja prowadzona świadomie może natomiast ograniczać podatność państwa na presję zewnętrzną. Dlatego projekty z zakresu OZE, magazynowania energii, elektromobilności, efektywności energetycznej i recyklingu powinny być oceniane nie tylko przez pryzmat emisyjności, ale również przez ich wpływ na odporność zasobową, ciągłość działania i swobodę strategiczną Polski.

Odporność jako zdolność ograniczania presji zewnętrznej powinna stać się jednym z kryteriów oceny projektów publicznych i prywatnych. Projekt korzystny dla państwa to nie tylko projekt zgodny z celami klimatycznymi lub ekonomicznie opłacalny w krótkim okresie. To przede wszystkim projekt, który zmniejsza zależność, zwiększa elastyczność i ogranicza możliwość wymuszania decyzji przez kryzys energetyczny, surowcowy lub logistyczny. W tym sensie ekonomia, fundusze unijne i instrumenty transformacji mogą stać się narzędziami wzmacniania bezpieczeństwa narodowego.

Odporność infrastruktury krytycznej jako element odstraszania

Państwo z rozproszonym, odpornym na ataki kinetyczne, cybernetyczne i dywersyjne systemem elektroenergetycznym, z rozbudowaną siecią dróg i mostów utrzymywanych w dobrym stanie, z szeroką siecią łączności uodpornioną na działania w cyberprzestrzeni, ze sprawnie działającą i chronioną infrastrukturą krytyczną (dalej IK) jest mniej atrakcyjne do zaatakowania. Jeżeli próba sparaliżowania lub nawet nadwyrężenia powyższych systemów jest zbyt kosztowna dla atakującego, zmniejsza się szansa jej podjęcia.

Mowa tutaj nie tylko o możliwości szybkiego przerzutu wojsk dzięki rozbudowanej infrastrukturze drogowej, o utrzymaniu stałej łączności jednostek mimo wielokrotnych ataków hakerskich czy utrzymaniu przepływu prądu w bazach wojskowych. Znaczenie ma tu również zapewnienie zwykłym obywatelom ich podstawowych potrzeb i zdolności do codziennego funkcjonowania mimo działań wojennych lub hybrydowych.

Wojsko bez prądu nie naładuje drona, bez paliwa nie zatankuje czołgu czy myśliwca, bez odpowiedniej infrastruktury nie przemieści się w odpowiednim czasie do miejsca, gdzie jest potrzebne, a to wszystko gwarantowane jest właśnie przez infrastrukturę krytyczną. Siły Zbrojne i IK są ze sobą stale powiązane - IK zapewnia armii możliwość sprawnego działania, a armia sprawia, że IK funkcjonuje bez zakłóceń z zewnątrz, służąc obywatelom i gospodarce. Te dwa gwaranty bezpieczeństwa narodowego powinny ze sobą stale współpracować i uzupełniać nawzajem, gdyż ich skorelowane funkcjonowanie świadczy o odporności całego państwa.

Jak pokazują współczesne konflikty - zwłaszcza w Ukrainie i w Iranie - pole walki przeniosło się daleko poza samą linię frontu. Najbardziej efektywnym sposobem na osłabienie przeciwnika stały się ataki na jego zaplecze, właśnie w infrastrukturę krytyczną. Iran niejednokrotnie zaatakował jedno z największych złóż gazu ziemnego na świecie - Shah - oraz instalacje odsalające wodę, porty lotnicze

(m.in. w Dubaju) czy serwerownie. Podobnie Izrael oraz USA - celując w infrastrukturę drogową (most B-1 w Karadżu) czy energetyczną (instalacje nuklearne, huby eksportowe gazu, np. wyspa Chark, rafinerie). Te właśnie instalacje są najbardziej podatne na ataki, gdyż uderzają w ogół prawidłowego funkcjonowania państwa i jego mieszkańców. W przypadku wojny w Iranie do zmasowanych ataków na te najwrażliwsze instalacje nie doszło, gdyż obie strony dążyły na pewnym etapie konfliktu do deeskalacji. Nie oznacza to jednak, że do takich ataków nie dojdzie w przyszłości.

Na kanwie tych konfliktów inne państwa przygotowują się na wypadek podobnej sytuacji w przyszłości. Prominentnym przykładem są tu Chiny.

Od kilku lat Chiny przodują na rynku odnawialnych źródeł energii oraz aut elektrycznych. Inwestycje w ten sektor przekroczyły tam w zeszłym roku 1 bilion dolarów. Gdyby chiński rynek OZE był państwem, byłby 8. gospodarką świata. Wbrew pozorom priorytetem nie jest tutaj czyste powietrze (Chiny są jednym z najbardziej zanieczyszczających państw na świecie, odpowiadając za ok. 30% emisji światowego CO₂), lecz właśnie odporność energetyczna, uniezależnienie się od ropy naftowej której to Chiny importują około 70% swojego zapotrzebowania. Zmniejszenie emisji jest jedynie dodatkiem. Świadczy o tym m.in. to, że Chiny nie zatrzymują pracy swoich elektrowni węglowych mimo przyrostu udziału OZE, a wręcz przeciwnie - budują nowe elektrownie węglowe. Według CREA w raporcie "Built to peak: Coal power expansion runs out of room in China" w samym 2025 r. w Chinach moc zainstalowana elektrowni węglowych wzrosła o 78 GW. Energia jądrowa natomiast jest uznawana jako zabezpieczenie, swoiste ubezpieczenie źródeł odnawialnych. W przypadku nadwyżki produkcji prądu elektrownie węglowe są wyłączane, jednak utrzymywane w stanie gotowości do ponownego rozruchu, na wypadek zagrożenia. Jest to przykład szerokiej dywersyfikacji źródeł energii, która może zwiększać bezpieczeństwo dostaw, niezależnie od uwarunkowań geopolitycznych.

W kontekście infrastruktury drogowej czy kolejowej i ich znaczenia warto przytoczyć przykład stanu IK u naszego zachodniego sąsiada. Niemiecki Federalny Związek Przemysłu w raporcie "Ścieżki transformacji dla Niemiec" oszacował, że na modernizację infrastruktury potrzebne jest ok. 1,4 biliona euro z inwestycji prywatnych i publicznych do 2030 r. Obszary objęte szacunkiem to m.in. energetyka i sieci przesyłowe, transport, w tym infrastruktura drogową i kolejową, cyfryzacja i światłowody, edukacja oraz transformacja przemysłu w kierunku zielonych technologii.

Jest to wynik lat niedofinansowań tego sektora, który niegdyś był jednym z motorów niemieckiej gospodarki, zapewniającym płynny rozwój przedsiębiorstw. Dzisiaj natomiast 84% przedsiębiorców wskazuje na zaniedbaną infrastrukturę jako główny powód zakłóceń ich działalności, jak donosi Deutsche Welle.

Jak relacjonuje ta sama redakcja, w styczniu 2026 r. atak podpalacza na kable wysokiego napięcia przy stacji ciepłowniczej w Berlinie pozbawił prądu 45 400 gospodarstw domowych i 2 200 firm. Co ważne, był to najdłuższy blackout w Berlinie od co najmniej 1945 roku - prąd nie wrócił przez około 4 dni. Podpalony został wtedy most kablowy w dzielnicy Lichtenfelde. Jest to o tyle uderzające, że uszkodzenie pojedynczego mostu spowodowało tak poważne odcięcie dostaw prądu.

Brakuje również infrastruktury światłowodowej. Jak wynika ze sprawozdania krajowego na temat cyfrowej dekady w Niemczech z 2024 r., zasięg FTTP (czyli światłowodu do lokalu) wynosi 29,8%, a średnia UE to 64%. Dla porównania - w Szwecji dostępność światłowodu na początku 2025 r. wynosiła około 87%, a w Polsce 64,84%, jak podaje Ministerstwo Cyfryzacji. Łączy światłowodowe

są przydatne dla codziennej komunikacji administracji czy obywateli, jednak używają ich również służby oraz armia do przekazywania rozkazów, wytycznych czy informacji poufnych.

W marcu 2025 r. został zamknięty jeden z głównych mostów Berlina - Ringbahnbrücke - przez który dziennie przejeżdżało ok. 100 000 samochodów. Spowodowało to znaczne utrudnienia w ruchu drogowym.

W 2024 r. holenderski statek towarowy staranował most kolejowy nad rzeką Hunte w północno-zachodnich Niemczech, doprowadzając do zatrzymania ruchu. Natomiast po zbudowaniu mostu tymczasowego inny statek staranował go ponownie i z tym samym skutkiem. To pokazuje wrażliwość infrastruktury na akty sabotażu, a tym bardziej bezpośredniego ataku. A to właśnie Niemcy w przypadku hipotetycznego konfliktu na wschodniej flance NATO będą głównym hubem logistycznym dla wojsk sojuszników, w tym amerykańskich. Kraje bałtyckie, czy Polska, będą uznane jako państwa frontowe, w których logistyka czy łączność będą narażone na ataki przy użyciu środków napadu powietrznego. Dodatkowo Niemcy są najbliższym państwem od wschodniej flanki z dostępem zarówno do Bałtyku jak i Morza Północnego, co uzasadnia ich strategiczne położenie w przypadku zagrożenia sojuszu NATO.

We wrześniu 2025 r. niemiecka Bundeswehra przeprowadziła manewry "Red Storm Bravo", będące ćwiczeniami przerzutu wojsk z Niemiec na wschodnią flankę NATO, zaczynając w porcie w Hamburgu, który planowo ma być głównym hubem logistycznym dla NATO w Niemczech. Ćwiczenia przebiegły nie bez problemów, z licznymi opóźnieniami konwoju 65 pojazdów i ok. 500 żołnierzy, na skutek protestów przeciwko manewrom, problemów z identyfikacją dronów jako sojuszników i dużymi odstępami między poszczególnymi pojazdami. A to wszystko przy przemieszczeniu niewielkich sił. W sytuacjach realnego konfliktu takie incydenty nie powinny mieć miejsca.

Co ważne, manewry tego typu pokazują, jak ważne jest skorelowanie infrastruktury krytycznej, administracji cywilnej i sił zbrojnych dla prawidłowego funkcjonowania całego systemu. A prawidłowo funkcjonujący system oznacza gotowość do szybkiego reagowania, a co za tym idzie obrony i odwetu.

Polska jako państwo frontowe i hub odporności regionu

Polska jest regionalnym liderem NATO i UE na wschodniej flance. Jako dwudziesta gospodarka świata i gospodarz trzeciej największej armii w NATO, jesteśmy jedynym państwem w Sojuszu graniczącym z krajami bałtyckimi drogą lądową, jednym z pięciu państw graniczących z Federacją Rosyjską i jednym z trzech państw graniczących z Białorusią. W przypadku hipotetycznego konfliktu to Polska będzie głównym gwarantem współdziałania międzypaństwowego, głównym węzłem logistycznym, wspierającym sojuszników w regionie na poziomie militarnym, energetycznym czy humanitarnym. Wynieść można z tego dwa wnioski:

- 1 - Polska, ze względu na swoją strategiczną pozycję w regionie, będzie głównym celem ataków w wymiarach lądowym i powietrznym
- 2 - W związku z powyższym, Polska musi być przygotowana na odparcie każdego możliwego ataku ze strony przeciwnika, wszelkimi możliwymi sposobami. Nie tylko ze względu na bezpieczeństwo narodowe, ale także ze względu na to, że niepowodzenie będzie oznaczać osłabienie całej wschodniej flanki NATO.

To przez polskie drogi i tory przejeżdżać będzie amerykańskie, francuskie, niemieckie czy brytyjskie wsparcie do Litwy, Łotwy i Estonii. To m.in. z polskich lotnisk będą startować F-35, F-16 czy Rafale. To z Polski będzie płynąć prąd na Litwę czy Rumunię w przypadku zniszczenia ich elektrowni. Jeżeli Polska ma odgrywać kluczową rolę na wschodniej flance NATO, jej infrastruktura powinna być projektowana również pod kątem funkcji kryzysowych i sojuszniczych.

HNS (Host Nation Support) to zdolność państwa gospodarza do przyjmowania sił sojuszniczych. Zdolność ta ma dwa główne aspekty - wojskowy i pozamilitarny. Ten pierwszy odnosi się do wojskowych pododdziałów wsparcia, infrastruktury takiej jak, bazy wojskowe czy lotniska, zdolności logistycznych utrzymywanych przez siły zbrojne. Aspekt pozamilitarny to natomiast infrastruktura drogowa, kolejowa, ale także np. zapasy paliwa, żywności czy energii. Dlatego koncepcja podwójnego zastosowania w tym kontekście jest szczególnie ważna - inwestować trzeba w to, co przyda się dzisiaj i może przydać się bardziej w przyszłości. Rezerwy paliwowe mogą być użyte gdy cena ropy jest za wysoka, albo gdy brakuje jej w amerykańskiej dywizji pancernej lub samolocie F-35. Dodatkowy most na co dzień może zmniejszać natężenie ruchu na innych trasach, a innym razem być jedynym w okolicy zdolnym do wytrzymania przejazdu ciężkiego sprzętu, wyładowanego pociągu lub ataku drona. Infrastruktura zwykle kojarząca się z cywilną nie musi być przeznaczona tylko dla ludności cywilnej, a jej odpowiednie wykorzystanie może realnie wpłynąć na zdolności stacjonujących w Polsce i polskich jednostek.

Infrastruktura paliwowa

Jednym z problemów w trwającym konflikcie w Ukrainie są dostawy paliwa. Często jest ono przewożone ciężarówkami lub koleją, a te podatne są na ataki z użyciem ŚNP. Bezpieczniejszym rozwiązaniem jest użycie rurociągów. Rosja przykładowo do dostaw paliwa do okolic frontu używa właśnie rozbudowanego systemu rurociągów. Również i w strukturach NATO używane są całe systemy rurociągów, w założeniu mające zagwarantować stały przepływ paliwa w sytuacjach zewnętrznego oddziaływania. Obecnie w Europie istnieje jeden taki system - CEPS, czyli Centralnoeuropejski System Rurociągowy, łączący Belgię, Luksemburg, Niemcy i Niemcy,

a dodatkowo prawa do korzystania z tego systemu posiadają USA. W planach NATO jest jednak nowy projekt - EEPs, czyli Wschodnioeuropejski System Rurociągowy, do którego ma być podłączona Polska, ale także Czechy, państwa bałtyckie, Węgry, Słowacja, Rumunia, Bułgaria a potencjalnie również Turcja.

Jak wskazuje Ministerstwo Energii, w październiku 2025 r. Zakład Inwestycji Organizacji Traktatu Północnego podpisał z PERN SA wstępne porozumienie o współpracy w celu przyłączenia polskiej infrastruktury paliwowej do systemu rurociągów NATO. Polska ma być gotowa na podłączenie do EEPs w ciągu najbliższych 6 lat.

Co ważne, rurociągi te nie mają mieć wykorzystania wyłącznie militarnego. W czasach pokoju mają same na siebie zarabiać, zaopatrując bazy paliwowe, lotniska czy inne paliwochłonne instalacje cywilne, jako rozwiązanie tańsze od obecnie stosowanej logistyki.

Na przykładzie działającego już od lat CEPS dostrzec można potencjał takiej inwestycji. Cały system obejmuje 5300 km rur przesyłowych i 900 000 m³ pojemności magazynowej. Rurociągi są w stanie pompować średnio około 330 000 litrów paliwa na godzinę. Sam system objęty jest natomiast klauzulą priorytetu wojskowego - w przypadku zagrożenia, cywilne kontrakty na dostawę paliw są wstrzymywane, aby paliwo mogło być niezwłocznie dostarczone do sił zbrojnych.

Infrastruktura lotniskowa

Zgodnie z oficjalnym przekazem MON, do Polski w maju 2026 roku dostarczone zostały pierwsze F-35A w wersji "Husarz", dostosowane do potrzeb polskiego lotnictwa. Mają one stacjonować na dwóch lotniskach wojskowych - w Łasku i Świdwinie, planowo eskadra na każdą bazę. Obecnie lotnisko w Łasku jest jedynym przystosowanym do obsługi myśliwców V generacji, uzyskując niedawno amerykańską certyfikację, obejmującą hangary, odpowiedni pas startowy, zaplecze techniczne, aspekty bezpieczeństwa i wsparcia.

Oznacza to, że planowo dwa, a obecnie jedno, lotniska wojskowe są zdolne do obsługi najnowocześniejszego samolotu w polskim lotnictwie i de facto jedyne, który daje Polsce przewagę technologiczną nad maszynami wschodniej produkcji. W przypadku hipotetycznego konfliktu lotniska te będą pierwszorzędnym celem, gdyż przeciwnik będzie chciał zniszczyć samoloty zanim opuszczą one pas startowy. Ta taktyka została już niejednokrotnie zastosowana we współczesnych operacjach wojskowych, m.in. w Iranie czy w trakcie wojen Izraela z państwami arabskimi.

Nawet jeżeli podczas takiego ataku nie zostanie zniszczony żaden myśliwiec, samo lotnisko i jego infrastruktura, w tym pasy startowe, hangary i inne instalacje mogą zostać uszkodzone, co realnie może utrudnić a nawet uniemożliwić wyloty oraz lądowania jednostek, a także całą obsługę tych maszyn.

F-35A potrzebuje ok. 2400 m betonowego pasa startowego. W przeciwieństwie do F-35B, który posiada system startu pionowego, nie może on startować z dowolnego miejsca. Wojskowych lotnisk w Polsce spełniających powyższe kryterium jest 12, a ogólnie 18, jednakże nie ma na ten moment planów inwestycji w nowocześniejszą infrastrukturę dla tychże lotnisk, tak aby F-35 mogły z nich korzystać.

Wśród tych 18 lotnisk 4 natomiast są lotniskami o podwójnym przeznaczeniu - zarówno wojskowym/szkoleniowym jak i cywilnym, m.in. Babimost i Okęcie. Dzięki temu mogą one obsługiwać zarówno samoloty pasażerskie czy cargo, ale w sytuacji zagrożenia mogą być szybko gotowe do użycia przez siły lotnictwa, które mają pierwszeństwo użytkowania. Nie oznacza to jednak, że każda jednostka będzie mogła z nich korzystać, bez odpowiedniej infrastruktury. Dlatego tak ważne jest stworzenie możliwości do ich rozbudowy i zmiany zastosowania wedle potrzeb.

Budowa nowych lub rozbudowa istniejących już lotnisk o dłuższe i odporne termicznie pasy startowe, nowe hangary oraz infrastrukturę bezpieczeństwa i logistyki, przysłuży się nie tylko siłom powietrznym, lecz także lotnictwu pasażerskiemu i cargo. Spełniając unijną certyfikację lotnisko może obsłużyć większe jednostki, przyczyniając się do rozwoju przedsiębiorstw, a oprócz tego być impulsem do rozbudowy infrastruktury wokół lotniska - tak samo jak przy budowie CPK planowane są nowe połączenia superszybkich kolei, a to usprawnia ogół systemu drogowego i kolejowego lokalnie i krajowo. Podwójne zastosowanie lotnisk może więc nie tylko zwiększyć bezpieczeństwo kraju, lecz także być impulsem do gospodarczego wzrostu.

Infrastruktura gazowa

Podobnie przysłużyć się może infrastruktura gazowa. Polskie LNG opiera się na dostawach z USA, trafiających głównie do terminala w Świnoujściu. Działająca od 2015 r. instalacja była ważnym czynnikiem w kontekście uniezależnienia od rosyjskiego gazu. Polska może jednak swoją infrastrukturę wykorzystać nie tylko do pokrycia własnego zapotrzebowania, które stale rośnie, ale także do przesyłu LNG do państw sąsiednich, które gotowe by były zapłacić za możliwość korzystania z amerykańskich dostaw. Poparcie dla tej idei wyraziła sama administracja USA w kwietniu tego roku, w oświadczeniu opublikowanym po kolejnej rundzie Dialogu Strategicznego między Polską a USA. Tym samym dzięki odpowiedniej infrastrukturze i ciągłym dostawom amerykańskiego LNG, nasz kraj ma szansę stać się środkowoeuropejskim hubem tego surowca.

Posłużyć do tego celu mają interkonektory - połączenia międzysystemowe pozwalające na przesył odpowiedniej ilości gazu ziemnego do sieci przesyłowej innego państwa. W przypadku interkonektorów gazowych, Polska posiada takich kilka - na granicy z Litwą i Słowacją, oraz nowo budowany dwukierunkowy interkonektor na czeskiej granicy.

Tego typu instalacje gwarantują swobodny handel energią, dywersyfikację jej dostaw oraz odporność systemu energetycznego. W czasie pokoju pozwalają one na pobieranie zysków z przesyłu do innych państw sojuszników, natomiast w czasie wojny zabezpieczają ciągłość dostaw. Przykładowo, w

przypadku zniszczenia terminalu w Świnoujściu, Polska może nadal kupować LNG od Czech, które to same otrzymują gaz przez niemieckie interkonektory. W ten sposób całkowite sparaliżowanie systemu energetycznego jest trudniejsze, gdyż gdy jeden łańcuch dostaw zostanie zerwany, jego rolę przejmie inny.

Identycznie działają interkonektory elektroenergetyczne, np. na granicy z Ukrainą. Jak podaje Instytut Europy Środkowej, podczas ataków na infrastrukturę krytyczną w Zachodniej Ukrainie, polska sieć energetyczna pokrywała część zapotrzebowania, co ograniczało skutki deficytu mocy i wspierało stabilizację ukraińskiego systemu

Dalsze inwestycje w systemy tego typu zdywersyfikują dostawy energii, uodpornią system energetyczny, a przy tym będą przynosiły korzyści finansowe w czasie pokoju, przy okazji rozwijając współpracę z partnerami z UE i naszymi sąsiadami.

Polska, jako potencjalne państwo frontowe, a przy tym mające ambicje stać się głównym hubem dostaw i logistyki w regionie musi stawiać na infrastrukturę podwójnego zastosowania, aby wypełnić obie te role w sposób skuteczny i opłacalny. Dywersyfikacja źródeł energii, inwestycje w nowe technologie niezależne od zagranicznych dostawców oraz rozwój infrastruktury krytycznej i podwójnego zastosowania będą kluczowe dla zagwarantowania nieprzerwanego rozwoju Polski i bezpieczeństwa Polaków.

Podsumowanie

Raport wskazuje, że odporność państwa powinna być traktowana jako inwestycja, a nie wyłącznie jako koszt bezpieczeństwa. Współczesne bezpieczeństwo narodowe nie ogranicza się do sił zbrojnych, obrony granic i odstraszania militarnego. Obejmuje również energetykę, infrastrukturę krytyczną, transport, surowce, wodę, żywność, łączność, ochronę ludności i zdolność państwa do utrzymania podstawowych funkcji w warunkach kryzysu.

Główną osią raportu jest koncepcja cywilnego podwójnego zastosowania. Oznacza ona takie projektowanie inwestycji publicznych, aby w czasie pokoju służyły obywatelom, gospodarce i środowisku, a w czasie kryzysu wzmacniały zdolność państwa do działania. Instalacja fotowoltaiczna może obniżyć koszty funkcjonowania szpitala lub wodociągów, ale połączona z magazynem energii i możliwością pracy wyspowej może również podtrzymać działanie infrastruktury krytycznej podczas blackoutu. Podobnie droga, most, biogazownia, system recyklingu, magazyn energii, pojazd elektryczny czy projekt retencji wody mogą mieć znaczenie wykraczające poza swój podstawowy cel.

Raport pokazuje, że doświadczenia wojny w Ukrainie wzmacniają argument za rozproszeniem i dywersyfikacją systemu energetycznego. Ataki na scentralizowaną infrastrukturę energetyczną prowadzą do przerw w dostawach prądu, ogrzewania, wody i usług publicznych. Rozproszone źródła energii, lokalne magazyny, mikrosieci i praca wyspowa nie eliminują zagrożeń, ale mogą ograniczać skutki ataków oraz zwiększać zdolność przetrwania kluczowych obiektów infrastruktury krytycznej.

Ważnym elementem odporności państwa są również biopaliwa i paliwa alternatywne. Bioetanol, HVO, SAF, biometan, bio LPG i paliwa syntetyczne nie zastąpią w krótkim czasie paliw kopalnych, ale mogą tworzyć strategiczny bufor dla sektorów trudnych do elektryfikacji: transportu ciężkiego, lotnictwa, rolnictwa, logistyki wojskowej i części przemysłu. W tym ujęciu krajowa produkcja biopaliw może jednocześnie tworzyć rynek zbytu dla rolnictwa, ograniczać zależność od importowanych paliw i zwiększać bezpieczeństwo energetyczne państwa.

Raport zwraca również uwagę na elektromobilność jako potencjalny element systemu odporności. Samochód elektryczny nie musi być wyłącznie środkiem transportu. Przy zastosowaniu technologii V2L, V2H, V2G lub V2X może pełnić funkcję mobilnego magazynu energii, wspierającego gospodarstwo domowe, punkt pomocy, obiekt publiczny lub wybrane elementy infrastruktury krytycznej. Nie zastępuje to stacjonarnych magazynów energii, ale może stanowić dodatkową warstwę bezpieczeństwa energetycznego.

Polityki ekologiczne zostały w raporcie pokazane jako narzędzia odporności państwa wtedy, gdy są projektowane z myślą o konkretnym efekcie gospodarczym, infrastrukturalnym i bezpieczeństwa. Dotyczy to zwłaszcza gospodarki obiegu zamkniętego, recyklingu baterii i elektroodpadów, odzysku surowców krytycznych, renaturyzacji rzek, odtwarzania mokradeł, retencji i świadomego kształtowania krajobrazu. Recykling może ograniczać zależność od importu metali strategicznych, a mokradła i doliny rzeczne mogą jednocześnie chronić przed suszą oraz utrudniać manewr ciężkiego sprzętu przeciwnika.

Istotna część raportu dotyczy roli środków unijnych. Fundusze przeznaczone na klimat, środowisko, transformację energetyczną, elektromobilność, infrastrukturę, transport, cyfryzację, ochronę zdrowia i gospodarkę obiegu zamkniętego mogą być wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem, a jednocześnie wzmacniać odporność państwa. Kluczowe jest jednak projektowanie takich inwestycji od początku w sposób międzysektorowy, tak aby jeden wydatek przynosił kilka efektów: społeczny, gospodarczy, środowiskowy i bezpieczeństwa.

Raport podkreśla, że odporna infrastruktura krytyczna może pełnić funkcję odstraszenia. Państwo, którego system energetyczny, transportowy, paliwowy, wodny, cyfrowy i logistyczny jest trudny do sparaliżowania, staje się mniej podatne na szantaż, presję hybrydową i ataki dywersyjne. Infrastruktura krytyczna służy nie tylko gospodarce i obywatelom, lecz także siłom zbrojnym, ponieważ wojsko bez energii, paliwa, łączności, dróg, mostów i sprawnej logistyki nie jest w stanie skutecznie działać.

W ostatniej części raport pokazuje Polskę jako państwo frontowe i potencjalny hub odporności regionu. Położenie Polski na wschodniej flance NATO oznacza, że krajowa infrastruktura transportowa, energetyczna, paliwowa, lotniskowa, medyczna i logistyczna ma znaczenie nie tylko narodowe, ale również sojusznicze. Polska może być zapleczem dla państw bałtyckich i całej wschodniej flanki, ale tylko wtedy, gdy jej infrastruktura cywilna będzie projektowana także z myślą o funkcjach kryzysowych i wojskowych.

Główny wniosek raportu jest następujący: transformacja energetyczna, elektromobilność i polityki ekologiczne nie powinny być rozpatrywane wyłącznie jako działania klimatyczne albo koszt regulacyjny. Dobrze zaprojektowane mogą stać się narzędziem wzmacniania bezpieczeństwa narodowego. Największy potencjał mają te projekty, które w czasie pokoju obniżają koszty, poprawiają jakość życia, tworzą miejsca pracy i wzmacniają gospodarkę, a w czasie kryzysu podtrzymują działanie państwa, infrastruktury krytycznej i społeczeństwa.

Literatura

- 1) Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym, Dz.U. 2007 nr 89 poz. 590 z późn. zm.
- 2) *Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2020.
- 3) NATO, *Resilience, civil preparedness and Article 3*, NATO Topics.
- 4) NATO, *Central Europe Pipeline System — CEPS*, NATO Topics.
- 5) Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials, Official Journal of the European Union, 2024.
- 6) Regulation (EU) 2023/2405 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 on ensuring a level playing field for sustainable air transport — ReFuelEU Aviation, Official Journal of the European Union, 2023.
- 7) European Commission, *Action Plan on Military Mobility 2.0*, European Commission, 2022.
- 8) European Commission, *EU budget 2028–2034*, European Commission, 2025.
- 9) Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej, *Program Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021–2027 — FEnIKS*, Warszawa.
- 10) International Energy Agency, *Global Critical Minerals Outlook 2025*, IEA, Paris 2025.
- 11) Główny Urząd Statystyczny, *Zużycie nośników energii w gospodarstwach domowych w 2021 r.*, GUS, Warszawa.
- 12) Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, *Rośnie produkcja bioetanolu na cele transportowe*, KOWR, 2024.
- 13) Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, *Biokomponenty: zielony silnik polskiego rolnictwa*, KOWR, 2026.
- 14) Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, *Realny potencjał produkcji biometanu w Polsce*, NCBR, Warszawa.
- 15) Polski Instytut Reform, *Vehicle to Everything*, PIR, 2026.
- 16) Transport & Environment, *Potential of a full EV-power-system integration in Europe & how to realise it*, Transport & Environment, 2024.
- 17) Koalicja 10%, *Zielona Tarcza Wschód, czyli jak lasy i mokradła mogą wzmocnić bezpieczeństwo i obronność Polski*, Warszawa 2025.
- 18) Frączyk J., *Najsilniejszy dotąd atak Rosji na elektrownie ciepłe Ukrainy. „Produkcja energii wynosi zero”*, Business Insider, 2025.
- 19) Knowledge at Wharton, *Brazil Exploits Ethanol as a Substitute for Petroleum*, 2006.
- 20) Zeppelin Power, *The major differences between FAME and HVO*, Zeppelin Power.
- 21) Tymków M., *Samochód elektryczny jako magazyn energii: V2L, V2H, V2G w praktyce*, LovEV, 2026.
- 22) Puls Radomska, *Miliony na bezpieczeństwo. Szpital, szkoły i ratownicy z nowym wsparciem*, 2026.
- 23) Instytut Boyma, *Z objęć Putina uciekają w stronę Unii. Rosja grozi i wskazuje czerwone linie*, WNP, 2026.
- 24) Majewski S., *Zdania są podzielone. „Co drugi kraj chce być hubem gazowym”*, Business Insider, 2026.
- 25) Kozubal M., *Czym jest Zielona Tarcza Wschód? Rozmowa z prof. Michałem Żmihorskim, współtwórcą koncepcji*, Rzeczpospolita, 2025.

- 26) Manicki J., *Ataki na obiekty energetyczne. Szef MSZ Iranu grozi odwetem na firmy z USA*, PAP, 2026.
- 27) Polska Agencja Prasowa, *Ceny ropy znów mocno rosną; Iran atakuje infrastrukturę energetyczną w Zatoce Perskiej*, Biznes PAP, 2026.
- 28) Bujalski S., „*A co robią Chiny*”? Niewyobrażalnie dużo. Koronny argument straszących „klimatystami” właśnie upada, OKO.press, 2026.
- 29) Dudała J., *Stawiają na elektrownie węglowe i otwierają kolejne. „Skala jest oszalamiająca”*, WNP, 2026.
- 30) Kinkartz S., *Niemcy do remontu generalnego. Ale skąd pieniądze?*, Deutsche Welle, 2024.
- 31) Connolly K., *‘Rust in peace’: why are Germany’s bridges and schools falling apart?*, The Guardian, 2025.
- 32) Jarecka A., *Niemcy: 84 procent firm odczuwa skutki słabej infrastruktury*, Deutsche Welle, 2025.
- 33) Matoga J., *Tajny plan Berlina na wypadek wojny z Rosją. NATO gotowe na kryzys?*, RMF24, 2025.
- 34) Ministerstwo Cyfryzacji, *Dane o zasięgu internetu stacjonarnego*, 2025
- 35) Stefanek M., *Po sabotażu energetycznym w Berlinie. Naloty na podejrzanych*, Deutsche Welle, 2026
- 36) BDI, BCG, IW, *Transformation paths for Germany as an Industrial Nation*, 2024
- 37) April 30, 2026 *Joint Statement on the Strategic Dialogue between the Republic of Poland and the United States of America*
- 38) Międzynarodowa Agencja Energetyczna, *Empowering Ukraine Through a Decentralised Electricity System – Analysis*, 2024
- 39) Novikov I., *Ukrainian energy workers carry out repairs despite Russia’s pounding of the country’s power grid*, AP News, 2024
- 40) Paszkowski M., *Zrujnowana elektroenergetyka Ukrainy i rosnąca zależność od energii elektrycznej z Unii Europejskiej*, Instytut Europy Środkowej, 2026
- 41) Van Schaik N., *USAG Ansbach advances energy resilience, preps ERCIP projects*, The United States Army, 2025
- 42) Bergin A., *Defence and liquid transport fuel resilience*, The Strategist, 2016
- 43) Ściański A., *Dzięki tej instalacji mieli prąd podczas powodzi*, Lokalna24, 2024
- 44) Myllyvirta L., *Analysis: China’s CO₂ emissions have now been flat or falling for 18 months*, Carbon Brief, 2025
- 45) Komisja Europejska, *Sprawozdanie krajowe na temat cyfrowej dekady w Niemczech w 2024 r.*
- 46) Greenpeace Polska, *Rozproszone trudniej trafić. Raport o bezpieczeństwie energetycznym w warunkach wojennych na przykładzie Ukrainy*, 2026.