



TARCZA WSCHÓD - TARCZA PRZYSZŁOŚCI.

Strategia obrony
powietrznej Polski
przed nowymi zagrożeniami.

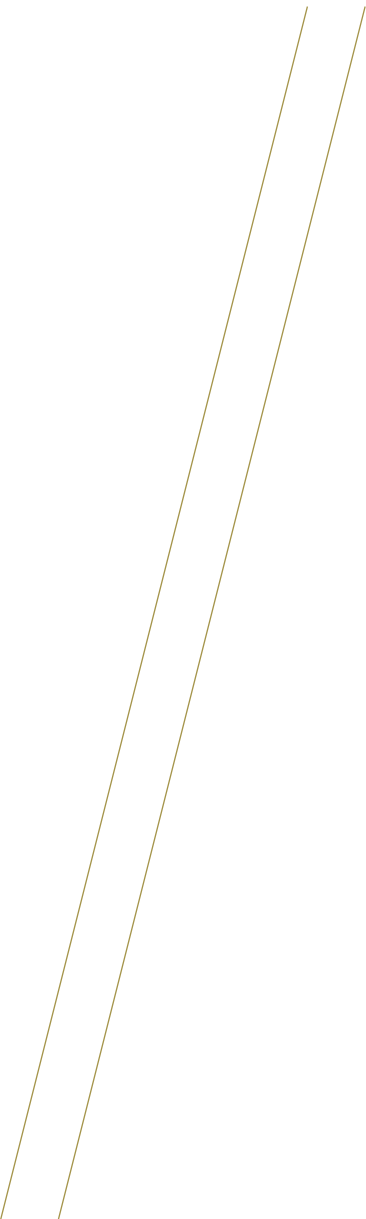
Robert Gałązka



TARCZA WSCHÓD - TARCZA PRZYSZŁOŚCI.

Strategia obrony powietrznej Polski
przed nowymi zagrożeniami.

mjr (rez.) pil. **Robert Gałązka**
wraz z zespołem Fundacji



SPIS TREŚCI

4 Strategia obrony powietrznej Polski przed nowymi zagrożeniami

9 Ewolucja zagrożeń

17 Adaptacja polskiej obrony powietrznej do nowych zagrożeń

21 Rekomendacje

23 Źródła zdjęć

STRATEGIA OBRONY POWIETRZNEJ POLSKI PRZED NOWYMI ZAGROŻENIAMI

Rosyjskie prowokacje w coraz większym stopniu wystawiają na próbę jedność i gotowość Sojuszu Północnoatlantyckiego do obrony swojego terytorium. Jednocześnie Moskwa testuje zdolności polskich i natowskich systemów oraz determinację Sojuszu do natychmiastowego podejmowania kluczowych decyzji – takich jak ta dotycząca zniszczenia rosyjskich dronów, które naruszyły polską przestrzeń powietrzną w nocy z 9 na 10 września 2025 roku.



Fot. 1. **F-35 Królewskich Holenderskich Sił Powietrznych.**
sierż. Aleksander Perz. 18 Dywizja Zmechanizowana /x.com.

Wykorzystanie sojuszniczego lotnictwa taktycznego do zniszczenia rosyjskich bezzałogowców – w tym bardzo kosztownych w eksploatacji samolotów wielozadaniowych F-35 Królewskich Holenderskich Sił Powietrznych, wyposażonych w zaawansowane systemy uzbrojenia – zamiast dedykowanych środków przeznaczonych do zwalczania dronów, wskazuje na potrzebę ponownej, całościowej oceny modernizacji polskiego systemu obrony powietrznej.

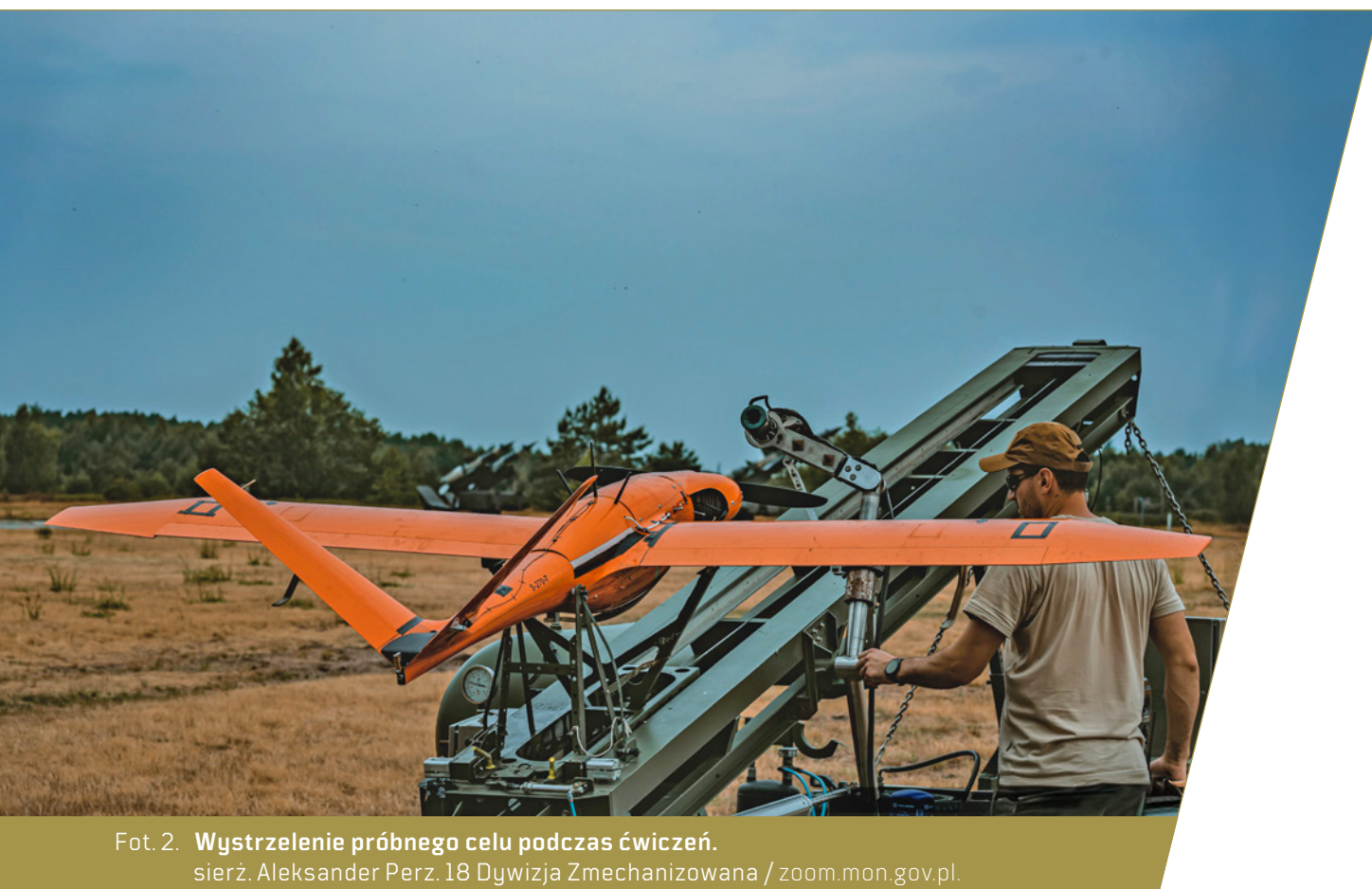
Polska buduje obecnie zintegrowany, wielowarstwowy system obrony powietrznej, który – zgodnie z przyjętymi założeniami – ma być zdolny do neutralizowania pełnego spektrum zagrożeń. Fundamentem tego systemu są trzy programy modernizacji technicznej: Wisła, Narew oraz Pilica+, tworzące nowoczesny naziemny system obrony, wspierany przez inne środki uzbrojenia, takie jak rakiety przeciwlotnicze bardzo krótkiego zasięgu (Grom, Piorun), artyleria przeciwlotnicza oraz lotnictwo. Budowa tego systemu w obecnie planowanej konfiguracji, potrwa co najmniej do połowy lat trzydziestych XXI wieku, co oznacza, że do tego czasu Polska pozostanie w dużej mierze zależna od wsparcia wojsk sojusznicznych w zakresie ochrony swojej przestrzeni powietrznej¹.

Obecnie realizowane programy modernizacji technicznej w zakresie naziemnych systemów obrony powietrznej opierają się jednak przede wszystkim na **założeniach przyjętych jeszcze przed pełnoskalową inwazją Rosji na Ukrainę w lutym 2022 roku**. Dotyczy to między innymi zakresu i skali zamówień – liczby baterii i jednostek ogniowych – a więc zdolności do obrony nie tylko sił zbrojnych, lecz także kluczowych ośrodków miejskich, okręgów przemysłowych oraz infra

Polska buduje obecnie
zintegrowany,
wielowarstwowy system
obrony powietrznej,
który – zgodnie
z przyjętymi założeniami
– ma być zdolny do
neutralizowania pełnego
spektrum zagrożeń.

¹ <https://www.wojsko-polskie.pl/au/articles/aktualnosci/poziom-narwii-rosnie-kolejne-umowy-wykonawcze>

struktury krytycznej. **Poważne wątpliwości budzi również to, czy przyszły system obrony powietrznej będzie w stanie sprostać zmasowanym atakom, takim jak te obserwowane na Ukrainie,** łączącym użycie zaawansowanych pocisków balistycznych i manewrujących z masowo produkowanymi, tanimi bezzałogowymi statkami powietrznymi (BSP). W nowej rzeczywistości, obserwowanej między innymi w Ukrainie oraz podczas konfliktu irańsko-izraelskiego, systemy obrony powietrznej muszą jednocześnie zwalczać setki, a nawet tysiące różnorodnych celów – od nieuzbrojonych imitatorów i amunicji krążącej, przez inne systemy bezzałogowe, aż po pociski manewrujące i balistyczne.



Fot. 2. **Wystrzelenie próbnego celu podczas ćwiczeń.**
sierż. Aleksander Perz. 18 Dywizja Zmechanizowana / zoom.mon.gov.pl.

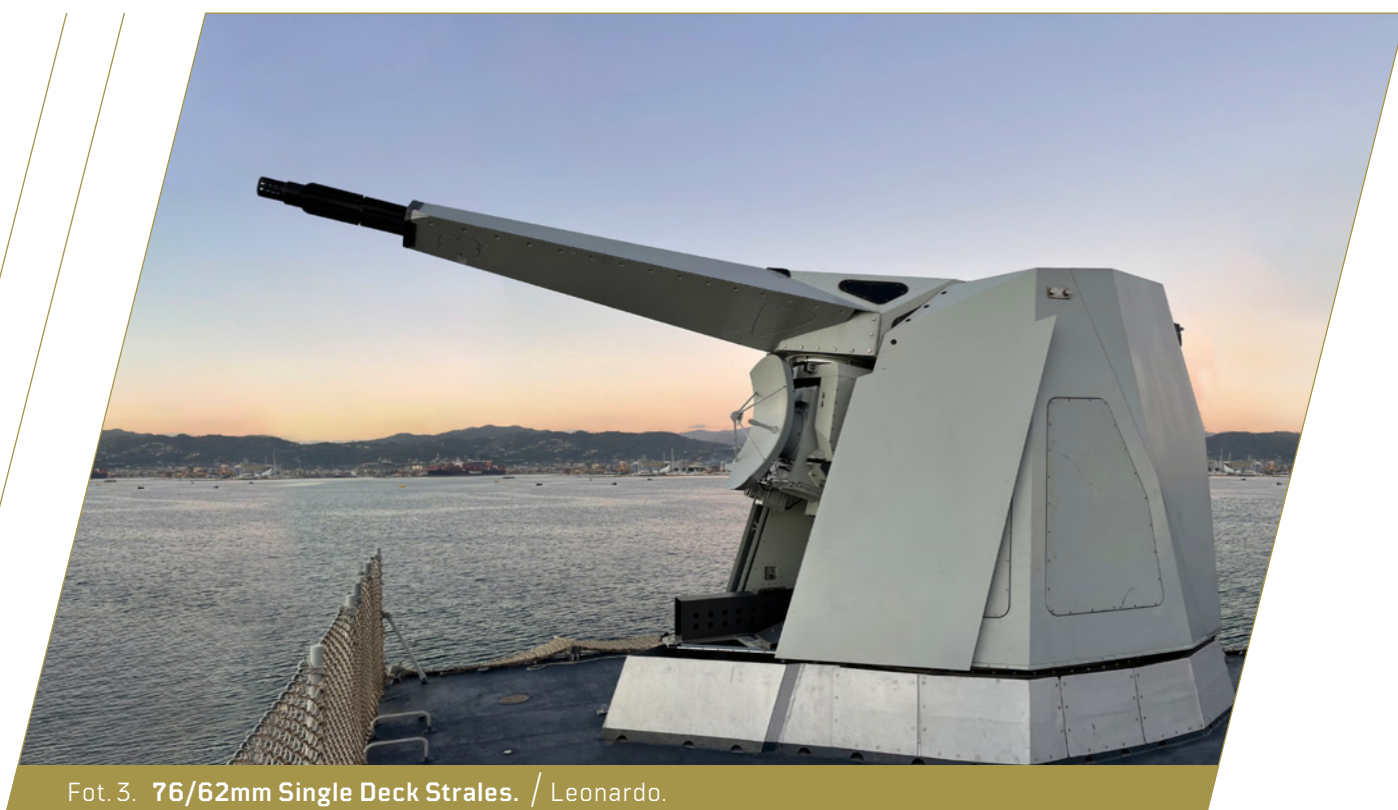
Jednoczesne stosowanie wielu typów środków ataków powietrznych oznacza nie tylko konieczność dysponowania rozbudowanymi zdolnościami wykrywania i śledzenia celów – co istotnie zwiększa obciążenie operatorów – lecz także wiąże się z ryzykiem szybkiego zużycia zaawansowanej i kosztownej amunicji przeciwlotniczej wobec stosunkowo niegroźnych, lecz licznych obiektów. W praktyce koszt obrony może wielokrotnie przewyższać koszt poniesiony przez stronę atakującą. Zapasy najbardziej wartościowych pocisków przeciwlotniczych i przeciwrakietowych mogą zostać wyczerpane zanim pojawią się najtrudniejsze do zniszczenia cele, to znaczy pociski balistyczne i manewrujące.

Zważywszy na powyższe problemy oraz luki w zdolnościach zestawów pozyskiwanych przez Polskę, budowany przez Wojsko Polskie za dziesiątki miliardów dolarów system obrony powietrznej może okazać się niewydolny. Szczególnie dotyczy to sytuacji zmasowanych ataków, w których wykorzystywana jest kombinacja różnych środków napadu powietrznego. Biorąc pod uwagę zarówno liczbę dostępnych efektorów, jak i ich cenę, a także ewolucję wykorzystania systemów bezzałogowych przez Rosję, obecnie planowana konfiguracja tego systemu uniemożliwia skuteczną obronę polskiej przestrzeni powietrznej. Ma to szczególne znaczenie w obliczu długotrwałego konfliktu, gdzie decydującą rolę zawsze odgrywają czynniki ekonomiczne, zapasy magazynowe oraz łańcuchy dostaw.

Aby skutecznie bronić polskiego nieba, konieczne jest wypracowanie koncepcji dodatkowej warstwy obrony powietrznej, która uszczelni cały system, zapewniając dodatkową zdolność do zwalczania celów, takich jak drony, roje BSP, amunicja krążąca, lotnictwo uderzeniowe, myśliwskie oraz pociski manewrujące. Co istotne, rozwiązanie to musi uwzględniać także aspekty finansowe i ekonomiczne, a w szczegól-

Aby skutecznie bronić
polskiego nieba,
konieczne jest
wypracowanie koncepcji
dodatkowej warstwy
obrony powietrznej, która
uszczelni cały system,
zapewniając dodatkową
zdolność do zwalczania
celów, takich jak drony,
roje BSP, amunicja krążąca,
lotnictwo uderzeniowe,
myśliwskie oraz
pociski manewrujące.

ności to, że koszt zniszczenia określonego celu musi być proporcjonalny do jego wartości. Zestawy wchodzące w skład najniższego szczebla obrony powietrznej powinny być mobilne oraz relatywnie tanie, w porównaniu z alternatywnymi rozwiązaniami, do pozyskania, by było możliwe wprowadzenie znacznej liczby takich systemów zarówno do obrony całej wschodniej i północno-wschodniej granicy Polski, jak i innych strategicznych miejsc wewnątrz kraju.



Fot. 3. 76/62mm Single Deck Strales. / Leonardo.

Celem niniejszej publikacji jest **zaprezentowanie koncepcji systemu spełniającego wszystkie wyżej wymienione wymagania i bazującego przede wszystkim na nowoczesnej artylerii przeciwlotniczej z zaawansowaną amunicją programowalną i kierowaną**. Rozwiązanie to jest obecnie bezkonkurencyjne z uwagi na swoją prostotę, niezawodność i niską cenę amunicji w porównaniu z bardzo drogimi efektorami systemów Wisła, Narew i Pilica+.

EWOLUCJA ZAGROŻEŃ

Przebieg i charakter wojny między Rosją i Ukrainą, zwłaszcza w jej początkowej fazie, obejmujący między innymi długość linii frontu czy stosunkowo niskie nasycenie nowoczesną techniką wojskową, sprawiają, że **doświadczeń ukraińskich nie można wprost** przełożyć na **sytuację Polski oraz NATO**. Możliwe jest natomiast sformułowanie bardziej ogólnych wniosków, opartych na obserwacji trendów w działaniach obu stron oraz ich adaptacji do wprowadzania nowych systemów uzbrojenia przez przeciwnika.

Zjawisko to szczególnie wyraźnie widać w sposobach użycia środków napadu powietrznego oraz w intensywności ich zastosowania. W grudniu 2023 r. rzecznik ukraińskich sił powietrznych, Yuriy Ihnat, poinformował, że w ciągu 22 miesięcy pełnoskalowej wojny Rosja wystrzeliła 7400 pocisków różnego typu oraz 3700 uderzeniowych bezzałogowych statków powietrznych Shahed (oznaczanych w Rosji jako Gierań). Dane z pierwszych dwóch lat wojny mogłyby pozornie sugerować, że drony stanowią mniejsze zagrożenie niż rosyjskie rakiety balistyczne i manewrujące.

W rzeczywistości jednak byłby to wniosek błędny. Coraz częściej obserwuje się bowiem zmasowane, kombinowane ataki powietrzne, w których rola bezzałogowych statków uderzeniowych systematycznie rośnie za sprawą ustanowienia ich masowej produkcji w Rosji.



Fot. 4. BPS Shahed-Gierań. / Tasnim News Agency.

Według danych ukraińskiego wywiadu wojskowego (HUR), w połowie 2025 r. Rosja posiadała zdolność produkcji 2700 dronów uderzeniowych dalekiego zasięgu Shahed.

Według danych ukraińskiego wywiadu wojskowego (HUR), w połowie 2025 r. Rosja posiadała zdolność produkcji 2700 dronów uderzeniowych dalekiego zasięgu Shahed². Wraz ze wzrostem produkcji tego typu BSP, a także jeszcze prostszych i tańszych konstrukcji, takich jak Gerbera, do listopada 2025 r. Rosja może osiągnąć zdolność przeprowadzenia skoordynowanego ataku powietrznego z użyciem nawet 2000 dronów uderzeniowych w ciągu jednej nocy³.

Największe zagrożenie wynika jednak przede wszystkim z koordynowanego wykorzystania masowych systemów bezzałogowych wraz z bardziej zaawansowanymi środkami napadu powietrznego. Dzięki masowemu nasyceniu pola walki systemami bezzałogowymi siły zbrojne Federacji Rosyjskiej prowadzą wojnę na wyniszczenie, systematycznie atakując infrastrukturę krytyczną i cele cywilne, mimo wysiłków ukraińskiej obrony przeciwlotniczej⁴. Charakterystycznym przykładem był zmasowany atak w nocy z 27 na 28 września 2025 r., przeprowadzony równocześnie z wielu kierunków. Oprócz dronów uderzeniowych dalekiego zasięgu wykorzystano w nim kilkanaście pocisków hipersonicznych Ch-47M2 Kindżał i 3M-14 Kalibr oraz dziesiątki pocisków manewrujących Ch-101⁵. Pomimo wysokiej skuteczności ukraińskiej obrony powietrznej, część rosyjskich pocisków i dronów osiągnęła swoje cele. Skala i intensywność takich ataków zmuszają ukraińskie siły powietrzne do angażowania w ich zwalczanie także samolotów wielozadaniowych F-16, narażając tym samym zdrowie i życie pilotów oraz ryzykując utratę maszyn wartych dziesiątki milionów dolarów⁶.

2 Martin Fornusek, Russia can produce up to 2,700 Shahed-type drones per month, intelligence says, The Kyiv Independent, <https://kyivindependent.com/russia-can-produce-up-to-2-700-shahed-type-drones-per-month-intelligence-says>.

3 Russian Offensive Campaign Assessment, July 20, 2025, Institute for the Study of War, <https://understandingwar.org/research/russia-ukraine/russian-offensive-campaign-assessment-july-20-2025>.

4 Benjamin Jensen, Yasir Atalan, Drone Saturation: Russia's Shahed Campaign, CSIS Series May 2025, https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2025-05/250513_Jensen_Drone_Saturations.pdf.

5 Russian Offensive Campaign Assessment, September 28, 2025, Institute for the Study of War, <https://understandingwar.org/research/russia-ukraine/russian-offensive-campaign-assessment-september-28-2025>.

6 Veronika Melkozerova, Russia hits Ukraine with biggest attack of the war; F-16 pilot is killed, Politico, <https://www.politico.eu/article/russia-ukraine-biggest-attack-war-f16-pilot-kill>.



Fot. 5. **Pocisk hipersoniczny Ch-47M2 Kindżał.**
Biuro Prasowe i Informacyjne Prezydenta Federacji Rosyjskiej.

Rosja udoskonala również inne konstrukcje o krótszym zasięgu, przeznaczone głównie do niszczenia pozycji wojsk ukraińskich, m.in. bardziej zaawansowane drony uderzeniowe ZALA Łancet, których zasięg w ostatnich miesiącach miał zostać zwiększony do ponad 100 km⁷. Jednocześnie rosyjski przemysł systematycznie zwiększa produkcję pozostałych środków napadu powietrznego, w tym stosunkowo niedrogich modułów UMPK dla bomb grawitacyjnych⁸. W 2025 r. ich dostawy mają sięgnąć ok. 70 tys. sztuk, wobec 40 tys. wyprodukowanych w 2024 r.⁹

7 Russian Force Generation and Technological Adaptations Update July 25, 2025, Institute for the Study of War, <https://understandingwar.org/research/russia-ukraine/russian-force-generation-and-technological-adaptations-update-july-25-2025>.

8 John Hoehn, William Courtney, How Ukraine Can Defeat Russian Glide Bombs, RAND Commentary, <https://www.rand.org/pubs/commentary/2024/06/how-ukraine-can-defeat-russian-glide-bombs.html>.

9 Jack Watling, Nick Reynolds, Tactical Developments During the Third Year of the Russo-Ukrainian War, Royal United Services Institute, <https://static.rusi.org/tactical-developments-third-year-russo-ukrainian-war-february-2205.pdf>.

Podstawowym wyzwaniem jest zapewnienie odpowiedniego nasycenia obrony powietrznej systemami zdolnymi do neutralizowania relatywnie tanich rosyjskich środków napadu powietrznego, w szczególności uderzeniowych dronów.

Wspomniane wyżej środki napadu powietrznego, znajdujące się w arsenale sił zbrojnych Federacji Rosyjskiej, nie wyczerpują pełnej listy zagrożeń, z jakimi w razie konfliktu musiałoby się zmierzyć Wojsko Polskie i siły NATO. Pokazują jednak skalę wyzwania oraz konieczność dostosowania obecnych planów modernizacyjnych do szybko postępującej ewolucji techniki wojskowej i sposobów jej wykorzystania. Podstawowym wyzwaniem jest zapewnienie odpowiedniego nasycenia obrony powietrznej systemami zdolnymi do neutralizowania relatywnie tanich rosyjskich środków napadu powietrznego, w szczególności uderzeniowych dronów. Koszty jednostkowe tych środków są niskie: ok. 35 tys. USD za Shahed-136 [Gierań-2]¹⁰, około 30 tys. USD za ZALA Łancet-3M, a najtańsze drony FPV kosztują zaledwie kilkaset dolarów¹¹.

Dla porównania, zachodnie przeciwlotnicze pociski rakietowe są wielokrotnie droższe. Jednostkowy koszt najbardziej zaawansowanego pocisku PAC-3 MSE, przeznaczonego m.in. do zwalczania pocisków balistycznych, szacuje się obecnie na co najmniej 4 mln USD¹². Należy też uwzględnić ograniczoną skalę produkcji tych pocisków. W 2024 r. wyprodukowano zaledwie 500 sztuk tych pocisków, choć Lockheed Martin planuje stopniowo zwiększać produkcję do ok. 650 sztuk rocznie w 2027 r.¹³ W przypadku pocisków krótkiego zasięgu, takich jak IRIS-T, jednostkowy koszt wynosi około 450 tys. USD¹⁴. Pociski klasy powietrze-powietrze Sidewinder i AMRAAM są również bardzo kosztowne, w tym pierwszym przypadku są to kwoty rzędu 400-500 tys. USD za sztukę, Natomiast najnowsze wersje poci-

10 Neil Hollenbeck et al., Calculating the Cost-Effectiveness of Russia's Drone Strikes, CSIS Commentary, <https://www.csis.org/analysis/calculating-cost-effectiveness-russias-drone-strikes>.

11 Justin Bronk, Jack Watling, Mass Precision Strike Designing UAV Complexes for Land Forces, Royal United Services Institute, <https://static.rusi.org/mass-precision-strike-final.pdf>.

12 Shivansh Tiwary, Mike Stone, Lockheed Martin wins \$9.8 billion Patriot missile contract, Reuters, <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/lockheed-martin-wins-98-billion-patriot-missile-contract-2025-09-03>.

13 PAC-3® MSE Overview, Lockheed Martin, https://f35.com/content/dam/lockheed-martin/mfc/documents/pac-3/24-09790-iamd-pac-3-mse-partner-ppt-updates_r2.pdf.

14 Mark Hvizda et al., Dispersed, Disguised, and Degradable. The Implications of the Fighting in Ukraine for Future U.S.-Involved Conflicts, RAND, https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RRA3100/RRA3141-2/RAND_RRA3141-2.pdf.

sków AIM-120 mogą być nawet czterokrotnie droższe w przypadku kontraktów eksportowych. Przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe (PPZR) i systemy wykorzystujące tego typu pociski również nie są optymalnym rozwiązaniem: koszt pojedynczej rakiety FIM-92 Stinger szacuje się na 120–150 tys. USD¹⁵. Nawet w przypadku produkowanego w Polsce PPZR Piorun cena pocisku sięga dalej kilkuset tysięcy złotych¹⁶. Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, należy pamiętać, że nawet przy hipotetycznej stu-procentowej



Fot. 6. Pocisk AMRAAM AIM-120. / Departament Obrony USA.

skuteczności systemów obrony przeciwlotniczej koszty obrony wielokrotnie przewyższają nakłady ponoszone przez stronę atakującą. W praktyce różnica ta jest jeszcze większa. Doświadczenia z Ukrainy pokazują, że np. przechwycenie pocisku balistycznego często wymaga wystrzelenia co najmniej dwóch pocisków PAC-3 MSE¹⁷. Poza kosztami trzeba także uwzględnić ograniczone zasoby pocisków, podyktowane zarówno ich wysoką ceną, jak i wydajnością linii produkcyjnych.

15 Olivia Sapwood, Stinger Missile Upgrade: U.S. Army Completes Refurbishment of 1,900 Missiles, *Militaryni*, <https://militaryni.com/en/news/stinger-missile-upgrade-u-s-army-completes-refurbishment-of-1-900-missiles>.

16 W ramach kontraktu z 2022 r. Ministerstwo Obrony Narodowej zamówiło 3500 pocisków oraz 600 mechanizmów startowych PPZR Piorun o łącznej wartości 3,5 mld złotych, na podstawie: <https://www.mesko.com.pl/aktualnosci/mesko-z-kontraktem-na-3500-ppzr-piorun-dla-sz-rp>

17 Asami Terajima, Amid missile shortage, Ukraine's air defenses are struggling under Russian ballistic attacks, *The Kyiv Independent*, <https://kyivindependent.com/kyivs-air-defense-increasingly-under-pressure-amid-missile-shortage>.

Relatywnie wysoka skuteczność ukraińskiej obrony powietrznej nie wynika jednak wyłącznie z zastosowania drogich pocisków przeciwlotniczych klasy ziemia-powietrze. W przypadku celów takich jak systemy bezzałogowe lub nisko lecące pociski manewrujące zdecydowanie większe znaczenie odgrywają przeciwlotnicze zestawy artyleryjskie, np. niemieckie samobieżne systemy Gepard z armatami kal. 35 mm oraz ZU-23-2 kal. 23 mm¹⁸. Zestawy te zapewniają punktową obronę przeciwko nisko lecącym celom, przy znacznie niższym koszcie zestrzelenia celu, nawet w porównaniu z przenośnymi przeciwlotniczymi zestawami raketowymi, takimi jak Piorun czy Stinger. Dla uproszczenia można przyjąć, że w **przypadku artylerii przeciwlotniczej koszt zniszczenia pojedynczego celu nie powinien przekroczyć 2000 USD, podczas gdy wykorzystanie np. PPZR wiąże się z kosztami rzędu kilkuset tysięcy USD,**



Fot. 7. **BSP Orlan-10.** / Ministerstwo Obrony Federacji Rosyjskiej.

18 Ukraine's ground-based air defence: evolution, resilience and pressure, Military Balance Blog, <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2025/02/ukraines-ground-based-air-defence-evolution-resilience-and-pressure/>; Hunter Stoll et al., Air Defense Shapes Warfighting in Ukraine, RAND Commentary, <https://www.rand.org/pubs/commentary/2024/02/air-defense-shapes-warfighting-in-ukraine.html>; Jack Watling, Nick Reynolds, Tactical Developments During the Third Year of the Russo-Ukrainian War, Royal United Services Institute, <https://static.rusi.org/tactical-developments-third-year-russo-ukrainian-war-february-2205.pdf>.

w zależności od liczby wystrzelonych efektorów. Oznacza to, że efektywnie zaprojektowany system obrony powietrznej może umożliwić nie tylko zrównanie kosztów zniszczenia danego celu z jego wartością, ale również osiągnięcie przewagi w tym zakresie nad stroną atakującą. Koszt amunicji artyleryjskiej zużytej na potrzeby zniszczenia np. Shahed-136 stanowi zaledwie kilka procent wartości, czy też kosztu produkcji, tego BSP. W przypadku zwalczania bardziej skomplikowanych i droższych środków napadu powietrznego, takich jak pociski manewrujące, wartych co najmniej setki tysięcy USD, korzyści te są jeszcze większe.

Głównym ograniczeniem wyżej wymienionych rozwiązań jest zasięg oraz wysokie zużycie amunicji. Widać to zwłaszcza w przypadku mniej efektywnych zestawów artyleryjskich bez amunicji programowalnej, jak np. ZU-23-2. Zestawy kal. 35 mm są doskonałym narzędziem do zwalczania rojów bezzałogowców i innych środków napadu powietrznego do wysokości 10 000 ft (ok. 3,05 km). Uzupełniają tym samym zdolności pocisków przeciwlotniczych bardzo krótkiego zasięgu przy znacznie niższych kosztach zniszczenia pojedynczego celu. Warto zaznaczyć, że istotnym ograniczeniem tych ostatnich jest wykorzystywanie **głowic naprowadzających na podczerwień [IR]**, które mogą być niewystarczające do naprowadzania pocisku na małe drony z uwagi na stosowane w nich silniki elektryczne o niewielkiej sygnaturze termicznej. Dodatkowo, skuteczność tych głowic może być ograniczona przez niekorzystne warunki pogodowe, takie jak gęsta mgła, deszcz czy silne zachmurzenie, które utrudniają wykrywanie i śledzenie celów poprzez rozpraszanie lub pochłanianie promieniowania podczerwonego.

Należy pamiętać, że wyżej opisane systemy artyleryjskie również nie są w pełni uniwersalnym środkiem zwalczania systemów bezzałogowych z uwagi na ograniczony zasięg. Nawet zestawy wykorzystujące większe armaty, np. kal. 40 mm, są niezdolne do zwalczania środków napadu powietrznego na większych wysokościach, takich jak bezzałogowce rozpoznawcze Orlan-10, mogące operować na wysokości 16 000 stóp (ok. 5 km)¹⁹.

Nawet zestawy wykorzystujące większe armaty, np. kal. 40 mm, są niezdolne do zwalczania środków napadu powietrznego na większych wysokościach, takich jak bezzałogowce rozpoznawcze Orlan-10, mogące operować na wysokości 16 000 stóp (ok. 5 km).

¹⁹ Ibid.

Wobec zmasowanego ataku przy użyciu setek lub nawet tysięcy trudnych w wykryciu, niewielkich bezzałogowców system ten może okazać się całkowicie niewydolny z uwagi na fakt, że np. bateria systemu Narew będzie najprawdopodobniej zdolna do jednoczesnego zwalczania zaledwie kilkudziesięciu celów.

Cele operujące na wysokościach od 10 000 do 30 000 ft (od ok. 3,05 km do ok. 9,14 km) mogą być obecnie zwalczane przez przeciwlotnicze zestawy rakietowe krótkiego zasięgu, takie jak wyrzutnie iLauncher wyposażone w pociski z rodziny CAMM, a także przez lotnictwo. Rozwiązania te są jednak bardzo drogie względem ceny efektorów (pociski rakietowe klasy ziemia-powietrze lub powietrze-powietrze), a także kosztów związanych z ich dostarczeniem przez np. wielozadaniowe samoloty bojowe. W tym ostatnim przypadku należy również wziąć pod uwagę ryzyko związane z utratą maszyny, priorytetyzację innych zadań, w tym zwalczania bardziej wartościowych celów, np. wrogich nośników środków napadu powietrznego. Naziemne systemy przeciwlotnicze, takie jak polskie zestawy Narew, posiadają również inne ograniczenia wynikające z konfiguracji baterii lub jednostek ogniowych. Wśród nich są m.in. możliwości stacji radiolokacyjnych, radarów kierowania ogniem, liczbę dostępnych w danym momencie efektorów, a także obciążenie pracą operatorów systemu. Wobec zmasowanego ataku przy użyciu setek lub nawet tysięcy trudnych w wykryciu, niewielkich bezzałogowców system ten może okazać się całkowicie niewydolny z uwagi na fakt, że np. bateria systemu Narew będzie najprawdopodobniej zdolna do jednoczesnego zwalczania zaledwie kilkudziesięciu celów. Niewystarczające zasoby pocisków przeciwlotniczych wraz z brakiem dedykowanych systemów zwalczania tego rodzaju środków napadu powietrznego zwiększają ponadto ryzyko zniszczenia bardzo drogich baterii przeciwlotniczych, w tym przede wszystkim systemów radiolokacyjnych.

Rozwiązanie wyżej wymienionych problemów jest możliwe poprzez zastosowanie przeciwlotniczych systemów artyleryjskich większego kalibru, wykorzystujących np. amunicję balistyczną

z zapalnikiem programowalnym, której cena jednostkowa nie powinna przekroczyć 5000 EUR lub droższą, ale bardziej skuteczną amunicję kierowaną. Chociaż cena tej drugiej może wynieść obecnie nawet 70-150 tys. USD za sztukę z uwagi na ograniczoną skalę produkcji, to należy mieć na uwadze, że **wartości te są wciąż wielokrotnie niższe niż koszt produkcji pocisków manewrujących, które amunicja ta mogłaby zwalczać**²⁰.

ADAPTACJA POLSKIEJ OBRONY POWIETRZNEJ DO NOWYCH ZAGROŻEŃ

Przytoczone wyżej dane dowodzą, że część założeń stojących u podstaw budowy przyszłego systemu obrony powietrznej jest obecnie nieaktualna i wymaga pilnej modyfikacji, uwzględniającej ewolucję pola walki, zarówno w zakresie postępu technologicznego, jak i nowych metod wykorzystania techniki wojskowej. Biorąc pod uwagę dość wysoki stopień zaawansowania programów Wisła, Narew i Pilica+, najbardziej rozsądnym rozwiązaniem wydaje się obecnie ustanowienie **dodatkowych możliwości ekonomicznie uzasadnionego kinetycznego systemu oddziaływania na Środki Napadu Powietrznego. W szczególności powinien on uwzględniać przedział wysokości od 10 000-30 000 ft**, komplementarnego wobec wprowadzanych obecnie do służby zestawów. Następnie poszerzenie zdolności zestawów Pilica+ poprzez integrację dodatkowych systemów artylerii przeciwlotniczej różnych kalibrów, które umożliwią wielowarstwową obronę przed różnymi typami bezzałogowców oraz pociskami manewrującymi. Zarys struktury tego systemu został zaprezentowany w Tabeli 1.

Cena amunicji kierowanej może wynieść obecnie nawet 70-150 tys. USD za sztukę z uwagi na ograniczoną skalę produkcji, to wartości te są wciąż wielokrotnie niższe niż koszt produkcji pocisków manewrujących, które amunicja ta mogłaby zwalczać.

²⁰ Paolo Valpolini, The guided ammunition way ahead; Institut Saint-Louis, EDR Magazine, <https://www.edrmagazine.eu/the-guided-ammunition-way-ahead-institut-saint-louis>

Tabela 1. Wielowarstwowa architektura nowych zestawów przeciwlotniczych [oprac. własne Fundacji].

Warstwa	Terminalna	Krótkiego zasięgu	Średniego zasięgu
Wysokość / zasięg rażenia	0-500 m / <1 km	500-3 000 m / 1-3 km	2 000-9 000 m / 3-16 km
Główny efektor	- Podwójne sprzężone armaty kal. 23 mm - Zdalnie sterowane karabiny maszynowe kal. 12,7 mm - Amunicja krążąca [opcjonalnie]	Samobieżne armaty kal. 35 mm na podwoziu kołowym wykorzystujące amunicję programowalną	Armaty kal. 76 mm wykorzystujące m.in. amunicję kierowaną z prowadzeniem beam-rider
Sensory	- 3D MIMO - Radary pasywne	- Optoelektroniczne - Akustyczne - Radary zainstalowane na nośniku armaty	- Radary 3D 360° zapewniające śledzenie celów do 50 km
Kluczowe cechy systemu	- Automatyczna neutralizacja rojów BSP - Odporność na środki WRE - System stacjonarny lub opcjonalnie mobilny	- Wysoka objętość ognia przeciw rojom typu Shahed lub nisko lecącym pociskom manewrującym - Zestawy samobieżne na podwoziu kołowym 6x6	- Zdolność do precyzyjnego zwalczania dronów i pocisków manewrujących - Zestawy samobieżne na podwoziu kołowym 8x8
Koszt zniszczenia celu	~2 000 USD	~1 000 USD	2 000-5 000 USD [amunicja niekierowana] lub 50 000- 200 000 USD [amunicja kierowana]
Minimalna liczba jednostek ogniowych	40	50	50

Głównym założeniem przyjętym w architekturze zaprezentowanych wyżej zestawów przeciwlotniczych jest zwiększenie skuteczności obrony powietrznej poprzez zastosowanie systemów artyleryjskich różnych kalibrów, zdolnych do zwalczania środków napadu powietrznego na pułapach do ok. 1 500 stóp (warstwa terminalna – efektory kal. 12,7 – 23 mm), 10 000 stóp (warstwa krótkiego zasięgu – efektory kal. 30–35 mm) oraz 30 000 stóp (warstwa średniego zasięgu – efektory kal. 76 mm). Zestawy te mogą być opcjonalnie wspierane przez inne środki, w tym pociski przeciwlotnicze, systemy zakłócania bezzałogowych statków powietrznych (BSP) oraz amunicję krążącą.

Tak skonstruowane rozwiązanie zapewnia skalowalną i relatywnie tanią, w porównaniu z użyciem kierowanych pocisków przeciwlotniczych, obronę przed BSP oraz pociskami manewrującymi. Co istotne, wybrane komponenty tego systemu mogłyby w przyszłości zostać z powodzeniem zintegrowane z obecnie wdrażanymi do Sił Zbrojnych RP zestawami przeciwlotniczymi, takimi jak Pilica+, w celu zwiększenia ich efektywności w zakresie przeciwdziałania zmasowanym atakom BSP i innym środkom napadu powietrznego.

Aby zilustrować różnicę skali kosztów między przedstawionym rozwiązaniem a użyciem pocisków przeciwlotniczych, posłużmy się hipotetycznym scenariuszem rosyjskiego uderzenia dronowo-rakietowego, w którym wykorzystano ponad 2 400 dronów Shahed-136 oraz 40 pocisków manewrujących Ch-101. Dla uproszczenia przyjmijmy założenie, że warstwa terminalna systemu zniszczyła 40% celów, warstwa krótkiego zasięgu 35%, a warstwa średniego zasięgu 25%. Przy takich założeniach całkowity koszt obrony przed tak liczny napadem powietrznym szacowany jest na zaledwie 5–6 mln USD. Jest to równowartość zaledwie kilku, maksymalnie kilkunastu pocisków przeciwlotniczych klasy powietrze-powietrze, w zależności od typu zastosowanego środka rażenia. W przypadku obecnie budowanego systemu obrony powietrznej koszt ten mógłby być nawet kilkaset lub tysiąckrotnie wyższy z uwagi na ograniczone zdolności eksploatowanych obecnie zestawów artylerii przeciwlotniczej oraz konieczność użycia drogich pocisków przechwytyjących. Osobnym problemem są cena i dostępność

Tak skonstruowane
rozwiązanie zapewnia
skalowalną
i relatywnie tanią,
w porównaniu z użyciem
kierowanych pocisków
przeciwlotniczych,
obronę przed BSP
oraz pociskami
manewrującymi.

Zważywszy na specyfikę środków napadu powietrznego stosowanych przez Rosję, w szczególności rojów BSP oraz pocisków manewrujących, za zasadne należy uznać rozmieszczenie baterii wzdłuż całej wschodniej i północno-wschodniej granicy Polski.

efektorów, np. rakiet CAMM i CAMM-ER. Ze względu na wysokie koszty pozyskania, systemy te powinny być priorytetowo używane przeciwko celom o wysokiej wartości, a nie przeciw relatywnie nieskomplikowanym BSP, które można produkować znacznie szybciej i taniej niż pociski przeciwlotnicze.

Warto podkreślić, że zaprezentowana architektura nie opiera się na rozwiązaniach teoretycznych, lecz na produktach dostępnych na rynku, wykorzystywanych zarówno w wariantach lądowych, jak i morskich. To istotne, ponieważ pozyskanie takich zestawów może nastąpić stosunkowo szybko, bez konieczności długotrwałych i kosztownych prac badawczo-rozwojowych, które zawsze niosą ze sobą ryzyko technologiczne i finansowe.

Jednym z kluczowych aspektów pozyskania tego typu zestawów jest precyzyjne określenie obszarów lub obiektów, które system miałby chronić. Zważywszy na specyfikę środków napadu powietrznego stosowanych przez Rosję, w szczególności rojów BSP oraz pocisków manewrujących, za zasadne należy uznać rozmieszczenie baterii wzdłuż całej wschodniej i północno-wschodniej granicy Polski, tj. na odcinku ok. 418 km granicy z Białorusią oraz 535 km z Ukrainą [łącznie ok. 60 jednostek ogniowych], a także 210 km granicy z Rosją [ok. 10 jednostek ogniowych]. Znacznie bardziej problematyczne jest określenie obszarów w głębi kraju, które również wymagałyby rozmieszczenia zestawów przeciwlotniczych. Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że za plan minimum należy uznać rozmieszczenie co najmniej 60 dodatkowych jednostek ogniowych w celu ochrony kluczowych aglomeracji miejskich (np. Warszawy, Krakowa, Gdańska, Rzeszowa) oraz infrastruktury krytycznej, w tym m.in. sieci energetycznej, rafinerii, węzłów kolejowych i lotnisk.

W tym kontekście warto podkreślić konieczność podjęcia dyskusji na temat integracji niższych warstw obrony powietrznej z systemem IBCS, tak aby możliwe było pełne wykorzystanie wszystkich dostępnych sensorów i zestawów obrony powietrznej, a tym samym zastosowanie optymalnego efektora w zależności od rodzaju celu.

Osobnym zagadnieniem pozostaje zastosowanie sztucznej inteligencji (SI) m.in. do analizy danych, wspierania procesu decyzyjnego oraz pracy operatorów. Aspekt ten wymaga szczególnej uwagi i osobnego opracowania, ponieważ ataki powietrzne prowadzone przez Rosję generują ogromne ilości danych, których przetwarzanie mogłoby być efektywnie wspierane przez algorytmy SI.

Osobnym zagadnieniem pozostaje zastosowanie sztucznej inteligencji (SI) m.in. do analizy danych, wspierania procesu decyzyjnego oraz pracy operatorów.

REKOMENDACJE

wskazane jest przesunięcie akcentu polityki obronnej w stronę tańszych i warstwowych rozwiązań obrony powietrznej.

konieczne jest uszczelnienie systemu obrony powietrznej by zminimalizować koszty neutralizacji poszczególnych celów.

1. Wobec systematycznego wzrostu produkcji tanich dronów uderzeniowych przez Rosję zwalczanie tego rodzaju środków napadu powietrznego przy użyciu bardzo drogich pocisków przeciwlotniczych jest ekonomicznie nieefektywne, zatem wskazane jest przesunięcie akcentu polityki obronnej w stronę tańszych i warstwowych rozwiązań obrony powietrznej.
2. Doświadczenia Ukrainy pokazują, że obrona przed atakami dronowo-rakietowymi wymaga stosowania kombinacji efektorów, dobieranych według wartości i typu celu. W obliczu jednoczesnych ataków setek dronów konieczne jest uszczelnienie systemu obrony powietrznej nie tylko po to, by zwiększyć jego skuteczność, lecz także by zminimalizować koszty neutralizacji poszczególnych celów.



Fot. 8. **76/62mm Single Deck Strales.** / Leonardo.

3. Ewolucja rosyjskiej techniki wojskowej i taktyki użycia różnych środków napadu powietrznego wymaga od polskich decydentów dostosowania planów budowy zintegrowanego systemu obrony powietrznej. Niektóre założenia jego architektury uległy dezaktualizacji po 2022 r. Realizacja programów Wisła, Narew i Pilica+, pomimo istotnych nakładów finansowych, nie gwarantuje sama w sobie pełnej ochrony przed zmasowanymi atakami prowadzonymi z użyciem tanich rosyjskich BSP.
4. Biorąc pod uwagę ograniczenia alternatywnych rozwiązań, optymalnym uzupełnieniem wydaje się wzmocnienie zintegrowanego systemu obrony powietrznej przez wprowadzenie dodatkowej, wielowarstwowej obrony opartej na zestawach artyleryjskich, wyspecjalizowanych w zwalczaniu BSP oraz pocisków manewrujących do wysokości ok. 30 000 ft (ok. 9,14 km). Takie rozwiązanie może skutecznie uzupełnić zdolności obecnie pozyskiwanych systemów przeciwlotniczych, jednocześnie zapewniając relatywnie niski koszt neutralizacji pojedynczego celu. Niezależnie od zastosowanego typu amunicji, koszt ten zwykle jest wielokrotnie niższy niż koszt przeciwlotniczych pocisków rakietowych.

wymagane jest dostosowania do obecnej sytuacji planów budowy zintegrowanego systemu obrony powietrznej.

optymalnym uzupełnieniem wydaje się wzmocnienie zintegrowanego systemu obrony powietrznej

ŹRÓDŁA ZDJĘĆ

STRONA	ŹRÓDŁO
okładka	Ministerstwo Obrony Królestwa Niderlandów
4	sierż. Aleksander Perz. 18 Dywizja Zmechanizowana / x.com
6	sierż. Aleksander Perz. 18 Dywizja Zmechanizowana / zoom.mon.gov.pl
8	Leonardo
9	Tasnim News Agency
11	Biuro Prasowe i Informacyjne Prezydenta Federacji Rosyjskiej
13	Departament Obrony USA
14	Ministerstwo Obrony Federacji Rosyjskiej
22	Leonardo

