

RAPORT STRATEGICZNY THINK TANKU FEDERACJI

DRONIZACJA POLA WALKI

Systemowe wnioski dla Sił Zbrojnych RP, przemysłu obronnego i programu „Tarcza Wschód”

Klasyfikacja • użycie • produkcja • szkolenie • masowość • model operator–system • C-UAS

TEZA PRZEWODNIA O przewadze nie decyduje pojedynczy model drona, lecz zdolność państwa do trwałego łączenia rozpoznania, dowodzenia, łączności, rażenia, walki radioelektronicznej, logistyki, szkolenia, produkcji i szybkiej adaptacji.

Autor i redakcja naukowa

Zespół pod kierownictwem gen. dyw. rez. Piotr Czerwiński

Federacja Stowarzyszeń Rezerwistów i Weteranów Sił Zbrojnych RP

Warszawa, sierpień 2026 r. | Materiał analityczno-koncepcyjny | Źródła jawne

Spis treści

Układ raportu prowadzi od definicji systemu do decyzji organizacyjnych, przemysłowych i szkoleniowych.

- Streszczenie wykonawcze
- 1. Cel, zakres podstawowego pojęcia
- 2. Podział dronów według różnych kryteriów
- 3. Dron jako element systemu walki
- 4. Zasady użycia systemów bezzałogowych
- 5. Zastosowania i właściwy dobór klas
- 6. Jeden operator – jeden dron czy jeden operator – wiele dronów?
- 7. Masowość: czy kupować najtańsze drony?
- 8. Model produkcji i zamówień dla Polski
- 9. Wnioski dla firm produkujących drony
- 10. System szkolenia operatorów i personelu
- 11. Organizacja wojsk dronowych i drony organiczne
- 12. C-UAS: obrona przed dronami jako druga połowa systemu
- 13. Moduł bezzałogowy programu „Tarcza Wschód”
- 14. Mapa drogowa 2026–2030
- 15. Rekomendacje końcowe
- Aneks A. Macierz operator–platforma
- Aneks B. Karta oceny produktu dla producentów
- Bibliografia i materiały źródłowe

ZASTRZEŻENIE Raport ma charakter strategiczny i organizacyjny. Nie zawiera instrukcji konstruowania uzbrojenia, doboru materiałów wybuchowych ani danych o rozmieszczeniu konkretnych jednostek i obiektów.

WSTĘP

Najważniejszy wniosek: Polska potrzebuje masowej zdolności dronowej, ale nie floty przypadkowych i wyłącznie najtańszych urządzeń.

ODPOWIEDŹ W JEDNYM ZDANIU W przypadku ręcznie pilotowanego FPV obowiązuje praktycznie zasada jeden pilot – jeden dron znajdujący się w locie; wielodronowość zaczyna się dopiero tam, gdzie automatyzacja przenosi człowieka z roli pilota do roli nadzorca misji.

Dronizacja nie oznacza prostego zastąpienia części uzbrojenia klasycznego bezzałogowcami. Oznacza przejście do pola walki stale obserwowanego, o bardzo krótkim cyklu wykrycie–decyzja–rażenie, w którym liczy się nie tylko platforma latająca, ale także sieć dowodzenia, odporna łączność, dane, WRE, zapasy, obsługa techniczna, maskowanie, rozproszenie i zdolność szybkiego uczenia się.

Doświadczenia Ukrainy potwierdzają masową skalę. Według oficjalnych danych ukraińskiego MON w 2025 r. dostarczono siłom zbrojnym 3 mln dronów FPV, a w pierwszej połowie 2026 r. podpisano kontrakty dronowe o wartości 333,6 mld UAH; największy udział nadal miały FPV. Dane te są informacją strony walczącej i powinny być traktowane jako oficjalne deklaracje, lecz dobrze pokazują kierunek zmian: dron stał się kategorią zużywaną w wolumenach porównywalnych z amunicją.

Jednocześnie NATO uruchomiło w 2026 r. inicjatywę Drone Edge, przewidując ponad 40 mld USD inwestycji w zdolności przeciwdronowe w ciągu pięciu lat oraz pięciokrotne zwiększenie liczby operatorów w siłach zbrojnych państw Sojuszu do końca 2027 r. Polska wpisała dronizację do priorytetów Programu Rozwoju Sił Zbrojnych na lata 2025–2039 i rozwija Inspektorat Wojsk Bezzałogowych Systemów Uzbrojenia, testy wielodomenowe, szkolenie oraz interoperacyjność sieciocentryczną.

Należy przyjąć następujące uwarunkowania:

- 1. System, nie platforma.** Zakup płatowca bez łączności, oprogramowania, zapasu części, szkolenia, serwisu i integracji z dowodzeniem nie tworzy zdolności bojowej.
- 2. Masa jest konieczna.** Należy masowo pozyskiwać przede wszystkim mikro- i mini-BSP rozpoznawcze, FPV, proste bombowce, cele pozorne oraz drony przechwytyjące; platformy droższe pozostają mniej liczną warstwą jakościową.
- 3. Nie zawsze najtaniej.** Miarą jest koszt uzyskanego efektu w realnym środowisku WRE, a nie cena katalogowa jednego egzemplarza.
- 4. Jeden operator – jeden ręcznie pilotowany dron.** Dotyczy zwłaszcza końcowej fazy FPV. Zespół powinien jednak liczyć zwykle co najmniej 2–3 osoby: pilot, dowódca/nawigator-obszernik oraz – zależnie od zadania – technik lub specjalista łączności/WRE.

5. **Jeden operator – wiele dronów tylko przy autonomii.** Wymaga automatycznego lotu, separacji, wykrywania przeszkód, zarządzania utratą łącza i interfejsu prezentującego człowiekowi decyzje, nie surowe strumienie danych.
6. **WRE jest warunkiem projektowym.** Dron powinien być od początku projektowany do działania przy zakłóceniach GNSS i łącza, a nie później doraźnie doposażany.
7. **Standaryzacja bez monopolu.** Polska powinna utrzymywać ograniczoną liczbę rodzin sprzętu i wspólne interfejsy, lecz co najmniej dwóch dostawców krytycznych komponentów i przestrzeń na szybkie warianty.
8. **Produkcja przypomina amunicję i elektronikę zarazem.** Potrzebna jest seryjność, zapas komponentów, kontrola jakości i szybki cykl zmian oprogramowania.
9. **Zakupy muszą być oparte na danych.** Największe zamówienia powinny otrzymywać systemy o potwierdzonej skuteczności, przy stałej puli na innowacje i próby.
10. **Szkolenie obejmuje załogę i dowódcę.** Samo opanowanie pilotażu nie wystarcza; potrzebne są planowanie misji, zarządzanie przestrzenią i widmem, analiza obrazu, OPSEC, współpraca z ogniem oraz szybki serwis.
11. **Drony muszą być organiczne i specjalistyczne.** Każdy szczebel taktyczny od drużyny powinien mieć własne proste BSP a doświadczenia z Ukrainy pokazują że kompania zmechanizowana ma 10 operatorów dronów , a równolegle potrzebne są wyspecjalizowane wojska bezzałogowe do zadań operacyjnych, autonomii, wielodomenowości i standaryzacji.
12. **Każdy program dronowy wymaga C-UAS.** Rozwój własnych BSP bez rozproszonej obrony przed dronami przeciwnika prowadzi do asymetrii na jego korzyść.

1. Cel, zakres i podstawowe pojęcia

Raport scala wcześniejsze opracowania Federacji z aktualnymi, oficjalnymi doświadczeniami Polski, Ukrainy, NATO i USA.

Celem jest stworzenie wspólnego języka dla dowódców, planistów, instruktorów, producentów, administracji i środowiska rezerwistów. Dotychczasowe materiały Think Tanku Federacji akcentowały stałą obserwację pola walki, obniżenie kosztu rażenia, skrócenie cyklu wykrycie–uderzenie, autonomię bez GPS, retranslację, odporność WRE, drony przechwytyjące, UGV oraz modułowe podejście do „Tarczy Wschód”. Niniejszy raport porządkuje te wnioski w jedną architekturę.

Tabela 1. Słownik roboczy

Pojęcie	Znaczenieprzyjęte w raporcie
BSP/UAV	Bezzałogowy statek powietrzny – sama platforma latająca.

Pojęcie	Znaczenieprzyjęte w raporcie
SBSP/UAS	System bezzałogowy: platforma, stacja kierowania, łącza, oprogramowanie, wyposażenie, personel, procedury i zabezpieczenie.
FPV	Platforma pilotowana na podstawie obrazu z kamery pokładowej; może być rozpoznawcza, treningowa, uderzeniowa lub przechwytyjąca.
C-UAS	Zdolność wykrywania, identyfikacji, śledzenia, przeciwdziałania i oceny skutków wobec BSP.
WRE/EW	Walka radioelektroniczna – rozpoznanie, ochrona i oddziaływanie w widmie elektromagnetycznym.
UGV/USV/UUV	Odpowiednio bezzałogowe platformy lądowe, nawodne i podwodne.
Zużywalny	System przeznaczony do utraty w ramach wykonania zadania.
Narażalny/attritable	System, którego utrata jest akceptowalna ekonomicznie i operacyjnie, choć nie jest z definicji jednorazowy.
Autonomianadzorowana	System sam realizuje część funkcji, a człowiek zatwierdza cele, zmiany zadania lub użycie siły zgodnie z prawem i ROE.

ZASADA TERMINOLOGICZNA W języku potocznym słowo „dron” bywa używane dla samego statku powietrznego. W planowaniu zdolności należy zawsze mówić o systemie, ponieważ najczęściej zawodzą łącza, energia, oprogramowanie, logistyka lub organizacja, a nie sam płatowiec.

2. Podział dronów według różnych kryteriów

Jedna klasyfikacja nie wystarcza. Ta sama platforma może należeć do innej kategorii wagowej, funkcjonalnej, organizacyjnej i ekonomicznej.

Klasyfikacja powinna pomagać w decyzjach: kto używa systemu, jak go szkolić, jak chronić widmo, jak serwisować, ile kupić i w jaki sposób zwalczać. Dlatego raport stosuje równoległe kryteria techniczne, funkcjonalne, operacyjne i przemysłowe.

Tabela 2. Dwie użyteczne klasyfikacje wagowo-operacyjne

Schemat	Prógorientacyjny	Znaczenie
NATO klasa I	<150 kg	Mikro, mini i małe systemy taktyczne; większość FPV, wielowirnikowców i lekkich skrzydeł.
NATO klasa II	150–600 kg	Systemy taktyczne o większym zasięgu, udźwigu i zapleczu.
NATO klasa III	>600 kg	Systemy operacyjne/strategiczne, w tym MALE/HALE; wymagają lotniczego systemu eksploatacji.
USA grupa 1	do ok. 9 kg	Zwykle poniżej 1200 ft AGL i 100 kt; ręczne/plecakowe mikro- i mini-BSP.

Schemat	Prógorientacyjny	Znaczenie
USA grupa 2	ok. 9,5–25 kg	Małe systemy o większym sensorze/udźwigu; zwykle nadal organiczne taktycznie.
USA grupy 3–5	>25 kg	Od większych systemów taktycznych do operacyjnych i strategicznych; rosną wymagania załogi, przestrzeni i utrzymania.

Granice klas należy stosować zgodnie z właściwą doktryną i normą. W planowaniu polskim nie wolno bezrefleksyjnie mieszać klas NATO z grupami amerykańskimi, ponieważ progi i cel klasyfikacji są różne.

Tabela 3. Wielowymiarowaklasyfikacjasystemówbezzałogowych

Kryterium	Przykładowekategorie	Po co je stosować
Domena	powietrzne, lądowe, nawodne, podwodne	Wymusza wspólne dowodzenie, ale odmienne szkolenie i bezpieczeństwo.
Układ	wielowirnikowy, stałopłat, VTOL hybrydowy, śmigłowiec	Wpływa na zawis, zasięg, prędkość, sygnaturę i logistykę.
Sposóbstartu	z ręki, pionowy, katapulta, pas startowy, kontener	Określa mobilność i czas wejścia do działania.
Zasięg/szczegół	bezpośredni, taktyczny, operacyjny, strategiczny	Łączy system z odbiorcą informacji i odpowiedzialnością za przestrzeń.
Misja	ISR, korekcja ognia, uderzenie, bombardowanie, przechwycenie, retranslacja, WRE, logistyka, pozoracja	Misja jest ważniejsza niż wygląd płatowca.
Sterowanie	ręczne, półautomatyczne, autonomiczne nadzorowane, rojowe	Wyznacza obciążenie człowieka i model odpowiedzialności.
Łącze	radio, sieć komórkowa, SATCOM, mesh/retranslacja, światłowód, bez łącza po starcie	Decyduje o podatności na WRE, opóźnieniu i zasięgu.
Nawigacja	GNSS, inercyjna, wizyjna, terenowa, względna, mieszana	Odporność nie może zależeć od pojedynczego źródła PNT.
Ekonomia	wielorazowy, narażalny, zużywalny	Pozwala dobrać wymaganą jakość do oczekiwanej utraty.
Dojrzałość	prototyp, partia próbna, produkt seryjny, produkt bojowo zweryfikowany	Zapobiega traktowaniu demonstratora jak gotowej zdolności.

2.1. Podziałfunkcjonalny – najważniejszydlaużytkownika

- 13. Rozpoznawcze mikro/mini.** Natychmiastowy obraz dla drużyny, plutonu i kompanii; priorytetem są szybkość uruchomienia, mała sygnatura i łatwa wymiana.
- 14. Rozpoznawcze stałopłaty i VTOL.** Dłuższe utrzymanie w powietrzu, obserwacja głębsza i korekcja ognia; wymagają większej załogi i ochrony łącza.

- 15. FPV uderzeniowe.** Tanie, precyzyjne środki zużywalne sterowane ręcznie w kluczowej fazie; bardzo zależne od wyszkolenia, pogody i WRE.
- 16. Bombowce wielowirnikowe.** Wielorazowe przenoszenie ładunku i zrzut; wymagają stabilności, dokładnej nawigacji i sprawnej obsługi.
- 17. Amunicja krążąca.** System rozpoznawczo-uderzeniowy o uregulowanym łańcuchu autoryzacji; nie jest synonimem każdego FPV.
- 18. Middle/deepstrike.** Działanie w głębi; rosną wymagania wobec planowania, nawigacji alternatywnej, synchronizacji i prawa.
- 19. Retranslatory.** Powietrzne lub naziemne węzły przedłużające łączność i poprawiające geometrię propagacji.
- 20. Przechwytyjące.** Efektory C-UAS; powinny być powiązane z sensoryką i automatycznym wskazaniem celu.
- 21. Pozoracyjne i szkolne.** Cele, wabiki, symulatory sygnatur i tanie platformy do budowania nalotu operatorów.
- 22. Logistyczne/ewakuacyjne.** Dostawy i ewakuacja przez UGV/UAS, szczególnie w obszarze stale obserwowanym.

3. Dron jako element systemu walki

Najdroższy błąd to kupić dużą liczbę płatowców bez całej architektury ich użycia.

Pełna zdolność obejmuje osiem współzależnych warstw. Utrata którejkolwiek powoduje, że dron może pozostać sprawny technicznie, ale niezdolny do wykonania zadania.

Tabela 4. Osiemwarstwowa zdolność dronowej

Warstwa	Element	Zakres
1	Platforma i napęd	płatowiec, silniki, śmigła, sterowanie, odporność środowiskowa
2	Ładunek użyteczny	EO/IR, sensory, retranslacja, WRE, ładunek logistyczny lub zatwierdzony efektor
3	PNT i autonomia	nawigacja, stabilizacja, tryby utraty sygnału, algorytmy lotu i współpracy
4	Łączność i widmo	łącze sterowania, wideo/dane, mesh, retranslacja, zarządzanie częstotliwościami
5	Dowodzenie i dane	plan misji, wspólny obraz sytuacji, dystrybucja obrazu, integracja sensor–efektor
6	Załoga i procedury	pilot, operator sensora, dowódca misji, obserwator, technik, ROE i dekonflikcja
7	Logistyka	baterie, ładowanie, części, narzędzia, transport, serwis, aktualizacje i zapas

Warstwa	Element	Zakres
8	Ochrona	maskowanie, rozproszenie, OPSEC, cyberbezpieczeństwo, C-UAS i szybka zmiana stanowiska

WNIOSEK DLA ZAMAWIAJĄCEGO Przedmiotem kontraktu nie powinien być sam statek powietrzny. Powinien nim być pakiet zdolności: system, szkolenie, dane, części, narzędzia testowe, serwis, aktualizacje, wariant szkolny i plan produkcji zwiększonej.

3.1. Cykl działania

- 23. Wykrycie potrzeby.** Dowódca określa pytanie rozpoznawcze lub oczekiwany efekt, nie narzuca z góry modelu drona.
- 24. Planowanie.** Dobiera się platformę, trasę/obszar, widmo, pogodę, zabezpieczenie, przestrzeń i sposób przekazania danych.
- 25. Uruchomienie i działanie.** Załoga pracuje z minimalną sygnaturą, zachowuje gotowość do zmiany stanowiska i utraty łączności.
- 26. Eksploatacja danych.** Obraz jest geolokalizowany, oceniany i udostępniany tym, którzy podejmują decyzję.
- 27. Efekt.** Może nim być informacja, korekcja, zakłócenie, dostawa, przechwycenie lub rażenie po wymaganej autoryzacji.
- 28. Ocena i uczenie.** Wynik misji, awarie, wpływ WRE i zachowanie przeciwnika wracają do jednostki, szkoły i producenta.

4. Zasady użycia systemów bezzałogowych

Drony wzmacniają działania połączone; używane w izolacji szybko stają się przewidywalne i podatne.

Tabela 5. Dwanaście zasad użycia

Zasada	Znaczenie praktyczne
Zadanie przed platformą	Najpierw określić efekt i odbiorcę informacji, potem dobrać system.
Rozpoznanie–decyzja–efekt	Skracać łańcuch, lecz zachować identyfikację, autoryzację i rozliczalność.
Stałe założenie WRE	Każdą misję planować tak, jakby GNSS i łączność mogły zostać ograniczone.
Minimalna sygnatura	Ograniczać emisję, czas postoju, ruch pojazdów, światło, dźwięk i ślad cyfrowy.

Zasada	Znaczeniepraktyczne
Rozproszenieizapas	Nie tworzyć pojedynczych punktów awarii; mieć zapas platform, baterii, kanałów i stanowisk.
Szybkozmiannastanowiska	Załoga nie może pozostawać w miejscu po wykrywalnej emisji lub serii lotów.
Dekonflikcjaprzestrzeniwidma	Własne BSP nie mogą zakłócać lotnictwa, artylerii, WRE ani innych operatorów.
Integracja z wojskami	Dron jest organicznym środkiem manewru, rozpoznania, ognia, inżynierii i logistyki.
Ekonomiaefektu	Nie marnować drogiego systemu na zadanie możliwe do wykonania taniej, ani taniego na zadanie ponad jego realne możliwości.
Ciągłaadaptacja	TTP, częstotliwości, oprogramowanie, sensory i konstrukcje zmieniać krótkimi cyklami.
Dane i BDA	Dokumentować skuteczność, nieskuteczność, straty i przyczyny; bez danych nie ma racjonalnych zakupów.
Prawoodpowiedzialność	Człowiek zachowuje kontrolę nad decyzjami o użyciu siły zgodnie z prawem, ROE i polityką państwa.

4.1. Zasadyszczegółnedla FPV

29. FPV jest przede wszystkim systemem zależnym od umiejętności człowieka i jakości łącza; deklarowany zasięg katalogowy nie jest zasięgiem bojowym.
30. Jednoczesny lot kilku ręcznie pilotowanych FPV wymaga kilku pilotów albo dojrzałej autonomii; próba przeciążenia jednego człowieka obniża skuteczność i bezpieczeństwo.
31. Zespół potrzebuje rozpoznania celu, nawigacji, obserwacji widma, techniki przygotowania, zabezpieczenia stanowiska i oceny skutków.
32. Wariant radiowy, światłowodowy i autonomiczny nie zastępują się całkowicie; tworzą portfel na różne środowiska przeciwdziałania.
33. Masowość FPV wymaga oddzielenia sprzętu bojowego od szkolnego, aby szkolenie nie zużywało zapasu operacyjnego.

5. Zastosowania i właściwy dobór klas

Najlepszy dron to najprostszy system, który z wystarczającą pewnością wykona konkretne zadanie w danym środowisku.

Tabela 6. Orientacyjny dobór systemów do szerebła i roli

Szerebel/rola	Dominujacetypy	Głównezadania	Skala ilościowa
---------------	----------------	---------------	-----------------

Szczebel/rola	Dominujące typy	Główne zadania	Skala ilościowa
Drużyna/pluton	mikro/mini ISR, proste FPV, cele szkolne	natychmiastowa obserwacja, osłona ruchu, rozpoznanie przeszkód	bardzo duża-3-5
Kompania	sekcja BSP: ISR + FPV + mały retransmisyjny	ciągłość rozpoznania i bezpośredni efekt na żądanie dowódcy	Duża 10-20
Batalion	stałopłat/VTOL, bombowiec, retranslacja, WRE, UGV	głębsze rozpoznanie, wsparcie ognia, logistyka	średnia/duża -10
Brygada/dywizja	taktyczne ISR, amunicja krążąca, middlestrike, C-UAS	łączenie sensorów i efektorów, priorytetyzacja i rezerwa	mniej, wysoka wartość-5-10
Operacyjny	długi zasięg, satelitarne/alternatywne PNT, systemy wielodomenowe	rozpoznanie i oddziaływanie w głębi	Ograniczona 5-10
Ochrona obiektu	sensory, drony patrolowe, przechwytyjące, pozoracja	wykrycie, identyfikacja i tani efektor	Warstwowa 10-20

Tabela nie jest etatem. Ma pokazać kierunek: im niższy szczebel, tym większa liczba prostych systemów organicznych i krótszy czas reakcji; im wyższy, tym większy zasięg, wartość sensora, wymagania wobec personelu i konieczność centralnej dekonflikcji.

5.1. Drony, które powinny być używane masowo

- 34. Mikro- i mini-BSP rozpoznawcze.** Najbardziej powszechne „oczy” pododdziału; powinny być dostępne organicznie i stale uzupełniane.
- 35. FPV krótkiego i średniego zasięgu.** Zużywalny środek precyzyjnego efektu; warianty radiowe, światłowodowe i z funkcjami wspomagania celu.
- 36. Tanie drony szkolne i symulatory.** Budują nalot bez zużywania systemów bojowych i pozwalają trenować błędy bez kosztownych strat.
- 37. Drony przechwytyjące.** Niezbędne do poprawy ekonomii C-UAS i ochrony przed masą tanich celów.
- 38. Cele pozorne i treningowe.** Potrzebne zarówno do przeciążania rozpoznania przeciwnika, jak i szkolenia własnej obrony.
- 39. UGV logistyczne.** Powinny masowo przejmować najniebezpieczniejsze dostawy ostatniej mili i część ewakuacji.

5.2. Systemy mniej liczne, ale niezbędne

- 40. Stałopłaty i VTOL z jakościową optoelektroniką, termowizją i długotrwałością lotu.**

41. Retranslatory powietrzne i naziemne, węzły mesh oraz odporne stanowiska kierowania.
42. Systemy WRE, rozpoznania emisji i pasywnego wykrywania.
43. Amunicja krążąca, middlestrike i systemy operacyjne o większym zasięgu.
44. Specjalistyczne platformy morskie, podwodne, inżynieryjne i CBRN.

6. Jeden operator – jeden dron czy jeden operator – wiele dronów?

Nie ma jednej liczby. Właściwa relacja zależy od stopnia automatyzacji, fazy misji, jakości łącza, złożoności przestrzeni i odpowiedzialności za użycie siły.

ROZSTRZYGNIECIE Ręczne pilotowanie to relacja 1:1. Nadzór autonomicznej misji może być relacją 1:wiele, ale liczbę dopuszczalnych platform trzeba certyfikować przez badanie obciążenia operatora i zachowania systemu w warunkach degradacji.

W lutym 2026 r. przedstawiciele US Army opisali realny stan szkoleniowy: w zadaniu drużynowym dwóch operatorów obsługiwało jeden BSP ISR i kolejne drony uderzeniowe uruchamiane pojedynczo; jednocześnie sterowanie „one-to-many” uznano za potrzebę rozwojową, a nie dojrzałą powszechną zdolność. Z kolei programy DARPA pokazały, że przy autonomii współpracującej jedna osoba może nadzorować grupę platform, ponieważ zatwierdza propozycje zespołu maszyn zamiast ręcznie pilotować każdą z nich.

Tabela 7. Macierz operator–platforma

Rodzaj zadania	Relacja człowiek–platforma	Zalecana obsada	Komentarz
FPV ręczny – lot i końcowa faza	1 pilot : 1 dron w locie	zespół 2–3 osoby	pilot + dowódca/nawigator; opcjonalnie technik/WRE
Mikro-BSP ISR	1 : 1 aktywnie	2 osoby	pilot + obserwator/analitik; jedna osoba możliwa tylko w prostym zadaniu
Mały bombowiec	1 : 1 aktywnie	2–4 osoby	pilot, operator zadania, obserwator, technik
Stałopłat/VTOL ISR	1 załoga : 1 system	2–4+ osoby	pilot, sensor, dowódca misji/analitik, obsługa startu
Sekwencyjny pakiet FPV	1 pilot : wiele w zapasie, ale 1 aktywny	2–4 osoby	szybkie przygotowanie kolejnych platform
Autonomiczny patrol/relay	1 nadzorca : 2–5	zależnie od alertów	lot automatyczny, człowiek reaguje na wyjątki
Drony przechwytyjące z cueingiem	1 nadzorca : kilkadziesiąt	stanowisko C-UAS	sensor i automat śledzą; człowiek autoryzuje zgodnie z ROE
Rój eksperymentalny	1 dowódca : dziesiątki+	zespół wsparcia	wartość demonstracyjna nie jest automatycznie zdolnością bojową

6.1. Kiedy można zwiększać liczbę dronów na operatora

45. Lot, separacja i powrót są automatyczne, a człowiek nie wykonuje ciągłych ruchów sterujących.
46. System sam rozpoznaje utratę łączu, kolizję, niedobór energii i niepewność nawigacji oraz przechodzi do bezpiecznego trybu.
47. Interfejs prezentuje priorytetowe zdarzenia i rekomendacje, a nie kilka równoległych obrazów wymagających stałej obserwacji.
48. Platformy dzielą zadania i przestrzeń bez ręcznego mikrozarządzania.
49. Łącze i komputer misji utrzymują działanie po utracie pojedynczego węzła.
50. Zasady użycia siły wskazują, które decyzje zawsze wymagają człowieka.
51. Operator przeszedł test obciążenia w dzień, w nocy, pod zakłóceniem, przy awarii i przy kilku jednoczesnych alarmach.

PROPONOWANY STANDARD POLSKI Nie wpisywać stałej liczby „dronów na operatora” do doktryny ogólnej. Certyfikować ją osobno dla konkretnego systemu, wersji oprogramowania, rodzaju misji i środowiska. Aktualizacja oprogramowania wpływająca na autonomię powinna wymagać ponownej walidacji.

6.2. Poziomy dojrzałości one-to-many – propozycja

Tabela 8. Proponowane poziomy dojrzałości nadzoru wielu platform

Poziom	Relacja	Rola człowieka	Typowe zastosowanie
M0	1:1 ręcznie	pełne pilotowanie	FPV, lot w złożonym terenie
M1	1:1 automatycznie	operator nadzoruje trasę	ISR po punktach, automatyczny powrót
M2	1:2–3	nadzór prostych, rozdzielonych zadań	patrol, retranslacja, monitoring
M3	1:4–8	system zarządza separacją i wyjątkami	C-UAS, ochrona obszaru, skoordynowane ISR
M4	1:9–20	autonomia zespołowa	ograniczone scenariusze, wysoka automatyzacja
M5	>20	dowodzenie intencją	róż eksperymentalny; wymaga odrębnej certyfikacji i nadzoru

Podane zakresy są propozycją planistyczną Think Tanku Federacji, a nie obowiązującą normą NATO ani deklaracją gotowości konkretnych systemów.

7. Masowość: czy kupować najtańsze drony?

Masowość jest wymogiem wojny wysokiej intensywności, lecz najniższa cena bez odporności, jakości i logistyki tworzy pozorną przewagę.

Dron zużywalny powinien być tani w relacji do efektu, a nie tani bezwzględnie. Najtańszy egzemplarz, który nie wystartuje zimą, utraci łączę przy pierwszym zakłóceniu, nie przekaże danych do systemu dowodzenia albo wymaga innej ładowarki i szkolenia niż pozostałe systemy, może być droższy operacyjnie od konstrukcji o wyższej cenie jednostkowej.

WŁAŚCIWA MIARA Koszt na potwierdzony efekt = całkowity koszt systemu i wsparcia / liczba skutecznie wykonanych zadań w środowisku odpowiadającym warunkom bojowym.

7.1. Piramida portfela – hipoteza planistyczna

Tabela 9. Proponowana piramida ilościowa – do walidacji w ćwiczeniach

Udziałorientacyjny	Warstwa	Przykłady	Priorytet
60–70% liczby	masowezużywalneinarażalne	mikro/mini ISR, FPV, proste bombowce, cele pozorne, szkolne	niski koszt, szybka produkcja, duży zapas
20–30% liczby	warstwawsparciaiwielowarstwowa	stałopłaty/VTOL ISR, retranslatory, przechwytyjące, UGV	lepsze sensory, łączność i przeżywalność
5–10% liczby	systemyspecjalistyczne	operacyjne ISR, middle/deepstrike, specjalistyczne WRE i platformy morskie	wysokawartość, centralneplanowanie

Piramida dotyczy liczby egzemplarzy, nie udziału w budżecie. Systemy specjalistyczne mogą pochłaniać znacznie większą część wartości zakupów. Proporcje trzeba różnicować między wojskami, szczeblami i zadaniami.

7.2. Co powinno być tanie, a na czym nie oszczędzać

Tabela 10. Ekonomia konstrukcji

Kategoria	Zakres
Można upraszczać	ramę, obudowę, część mechaniki, wyposażenie szkolne, moduły zużywalne, opakowanie polowe
Nie wolno oszczędzać	bezpieczeństwo baterii, jakość krytycznych połączeń, kontrola produkcji, cyberbezpieczeństwo, stabilność oprogramowania, procedury utraty łączności, identyfikowalność partii
Wymagawyborumisji	sensor, łączność, nawigacja alternatywna, termowizja, odporność pogodowa, autonomiczne funkcje

Kategoria	Zakres
Musi być wspólne	interfejs danych, format zasilania w rodzinie, narzędzia serwisowe, stacja planowania, rejestracja wyników i szkolenie podstawowe

8. Model produkcji i zamówień dla Polski

Przemysł dronowy musi równocześnie działać jak produkcja amunicji, sektor elektroniczny i zespół rozwijający oprogramowanie.

Wojna w Ukrainie ujawniła zalety szerokiego ekosystemu producentów, ale także koszt nadmiernej różnorodności. Ukraińskie MON wskazało w 2025 r., że optymalnym kierunkiem są dziesiątki standaryzowanych modeli w kategoriach, a nie setki niekompatybilnych konstrukcji. Polska powinna wykorzystać tę lekcję przed masowym zakupem.

8.1. Rodziny, a nie pojedyncze modele

52. Utworzyć krajowe rodziny: mikro-ISR, mini-ISR, FPV radiowy, FPV światłowodowy, bombowiec, stałopłat/VTOL, retranslacja, interceptor, UGV logistyczny i system szkolny.
53. W każdej rodzinie zdefiniować wspólne interfejsy mechaniczne, elektryczne, programowe, łączności i danych.
54. Utrzymać kilka wariantów misji, ale ograniczać liczbę niekompatybilnych kontrolerów, baterii, ładowarek i procedur.
55. Co najmniej dwa źródła dostaw krytycznych elementów; preferować krajową kontrolę nad oprogramowaniem, kluczami, aktualizacjami i danymi.
56. Wprowadzić wersje szkolne, bojowe, testowe i pozoracyjne o możliwie wspólnym interfejsie operatora.

8.2. Dwutorowy system rozwoju

Tabela 11. Model produkcja–innowacja

Element	Mechanizm	Cel
Tor A – produkcja seryjna	stabilna konfiguracja, duże partie, kontrola jakości, plan dostaw 6–12 miesięcy	masa i przewidywalność
Tor B – szybka innowacja	krótkie serie, testy poligonowe i jednostkowe, aktualizacje 30–90 dni	adaptacja do WRE i zmian przeciwnika
Brama przejścia	metryki skuteczności, bezpieczeństwo, interoperacyjność, możliwość produkcji	najlepsze rozwiązania przechodzą do Toru A

Element	Mechanizm	Cel
Wycofanie	konfiguracje nieskuteczne tracą finansowanie, lecz dane o porażce pozostają w systemie	ograniczenie sunkcost i powtarzania błędów

8.3. Zakupy oparte na danych

Od marca 2026 r. ukraiński model zamówień wykorzystuje dane z systemów bojowych i zakupowych; 80% środków ma trafiać do rozwiązań o potwierdzonej skuteczności, a 20% pozostać na innowacje i testy. Nie należy kopiować mechanizmu bez dostosowania prawnego i bezpieczeństwa danych, ale sama zasada jest wartościowa.

- 57. Wymaganie funkcjonalne bez marki.** Sztab określa efekt, środowisko, interfejsy i próg skuteczności.
- 58. Test TEVV.** Badanie techniczne, elektroniczne, klimatyczne, nocne, w ruchu, pod zakłóceniem i z utratą łącza.
- 59. Partia próbna.** Kilka jednostek eksploatuje system i rejestruje wyniki w jednolitym formacie.
- 60. Ranking wielokryterialny.** Skuteczność, niezawodność, koszt efektu, naprawialność, czas dostawy i interoperacyjność.
- 61. Kontrakt ramowy.** Producent otrzymuje przewidywalność, a państwo opcje zwiększenia i zmiany konfiguracji.
- 62. Rezerwa innowacyjna.** Stała część budżetu finansuje rozwiązania nowe, które nie mają jeszcze danych bojowych.

8.4. Łańcuch dostaw i suwerenność

- 63.** Mapować zależności od zagranicznych układów, kamer, silników, łożysk, ogniw, światłowodów, modułów radiowych i narzędzi programistycznych.
- 64.** Utrzymywać zapas na wiele cykli produkcyjnych oraz zatwierdzone zamienniki, a nie jedynie magazyn gotowych dronów.
- 65.** Rozprościć montaż, serwis i magazyny; zabezpieczyć zasilanie, łączność i dane produkcyjne.
- 66.** Wymagać bezpiecznego procesu aktualizacji, podpisywania oprogramowania, rejestru wersji i możliwości audytu kodu krytycznego.
- 67.** Wprowadzić identyfikowalność partii, aby awaria komponentu mogła być szybko powiązana z konkretną serią.

9. Wnioski dla firm produkujących drony

Firma powinna oferować zdolność użytkową: projekt–test–produkcja–serwis–szkolenie–aktualizacja, a nie wyłącznie platformę.

Tabela 12. Dwanaście wymagań dla producenta

Rekomendacja	Oczekiwany standard
Projektuj od zadania	Rozpocznij od profilu misji, warunków WRE, pogody, czasu przygotowania i odbiorcy danych.
Buduj architekturę modułową	Wymienne sensory, łącza, komputery i zasilanie; jasno opisane interfejsy.
Zapewnij działanie bez pojedynczej zależności od GNSS	Nawigacja inercyjna/wizyjna/terenowa i procedury degradacji stosownie do klasy systemu.
Traktuj łączność jako produkt	Zmienne konfiguracje, retranslacja, mesh, odpowiednia polityka kluczy i odporność cyber.
Mierz sygnaturę	Akustyczną, termiczną, radiową, wizualną i cyfrową; wynik musi być elementem dokumentacji testowej.
Projektuj do seryjności	Ogranicz liczbę unikalnych części, stosuj DFM/DFA, test końca linii i identyfikowalność partii.
Projektuj do naprawy	Wymiana modułu w warunkach polowych, diagnostyka, zestawy części i dokumentacja dla technika.
Dostarczaj dane, nie zamknięty ekran	Interoperacyjne formaty obrazu, położenia, alarmów i statusu; API oraz prawa użytkownika do danych eksploatacyjnych.
Przygotuj pakiet szkoleniowy	Symulator, wersja szkolna, program instruktorski, scenariusze utraty łącza i testy okresowe.
Utrzymuj szybką pętlę front–inżynier	Zgłoszenie, analiza, poprawka, test regresji, kontrolowane wydanie i informacja do wszystkich użytkowników.
Pokaż koszt efektu	Cena zestawu, części, baterii, szkolenia, serwisu i aktualizacji wraz z wynikami skuteczności.
Przygotuj plan mobilizacyjny	Możliwość wielokrotnego zwiększenia produkcji, alternatywni dostawcy, ochrona zakładu i rozproszone moce.

9.1. Najczęstsze błędy ofertowe

68. podawanie maksymalnego zasięgu bez opisanie terenu, anten, zakłóceń i użytecznej jakości obrazu;
69. pokaz lotu w idealnych warunkach zamiast testu misji z WRE, nocą, w deszczu, mrozie i po utracie GNSS;
70. zbyt wiele wariantów komponentów bez zarządzania konfiguracją;

- 71. zamknięty protokół, który uniemożliwia integrację z systemem dowodzenia i innymi sensorami;
- 72. brak wersji szkolnej i brak kalkulacji nalotu potrzebnego do utrzymania umiejętności;
- 73. brak zapasu części i zależność serwisu od powrotu każdego egzemplarza do fabryki;
- 74. obietnica „roju” bez testu obciążenia operatora, procedur awaryjnych i danych z trudnego środowiska;
- 75. marketing „AI” bez wyjaśnienia, co algorytm robi, z jaką pewnością, na jakim komputerze i jak zachowuje się po błędzie.

9.2. Karta oceny oferty – 100 punktów

Tabela 13. Proponowana karta oceny produktu

Obszar	Pkt	Dowód
Skuteczność zadaniowa	25	wyniki misji w reprezentatywnych warunkach, jakość danych/efektu
Odporność WRE/PNT	15	utrata GNSS/łącza, zmiana warunków widma, procedury degradacji
Seryjność i łańcuch dostaw	15	wydajność, poddostawcy, zamienniki, testy produkcyjne
Interoperacyjność i dane	10	otwarte interfejsy, C2, formaty danych, cyberbezpieczeństwo
Koszt uzyskanego efektu	10	całkowity koszt posiadania i wsparcia na skuteczną misję
Logistyka i naprawa	10	MTTR, części, diagnostyka, wymiana modułów, aktualizacje
Bezpieczeństwo i niezawodność	5	baterie, procedury awaryjne, identyfikowalność, fail-safe
Szkolenie	5	symulator, program, instruktorzy, recertyfikacja
Rozwój i adaptacja	5	czas od zgłoszenia do zweryfikowanej poprawki

10. System szkolenia operatorów i personelu

Pilotaż jest tylko jedną z kompetencji. Zdolność dronowa wymaga systemu kwalifikacji załóg, dowódców, techników, analityków, specjalistów WRE i instruktorów.

Ukraina wprowadziła cztery podstawowe poziomy kwalifikacji operatorów – od mikro/mini-BSP do systemów operacyjnych i strategicznych – oraz certyfikację szkół. Polska powinna oprzeć własny system na kwalifikacjach zadaniowych, zachowując zgodność z wymaganiami wojskowego zarządzania przestrzenią, bezpieczeństwa i interoperacyjności NATO.

Tabela 14. Proponowany system kwalifikacji – zakresy do walidacji

Poziom	Odbiorca	Czasorientacyjny	Zakres
--------	----------	------------------	--------

Poziom	Odbiorca	Czasorientacyjny	Zakres
P0 – świadomość dronowa	każdy żołnierz i wybrani rezerwiści	8–16 h	rozpoznanie zagrożenia, OPSEC, reakcja C-UAS, bezpieczeństwo
P1 – mikro/mini ISR	operator dodatkowej funkcji	40–60 h + nalot	lot VLOS, sensor, pogoda, procedury, podstawy WRE i serwisu
P2 – operator taktyczny	stanowisko etatowe	120–180 h	FPV/ISR/bombowiec, noc, zakłócenia, zespół, C2, BDA
P3 – system zaawansowany	załoga taktyczna/operacyjna	250–400 h	BVLOS zgodnie z uprawnieniami, instrumenty, większy system, SATCOM/alternatywne PNT
P4 – dowódca misji/integrator	dowódca sekcji i oficerowie	120–200 h + praktyka	przestrzeń, widmo, sensor–efektor, ROE, planowanie wielu systemów
P5 – instruktor/master	instruktorzy i integratorzy	kurs + staż + egzamin	metodyka, standaryzacja, ocena załóg, lessons learned, bezpieczeństwo

Podane godziny są zakresem planistycznym; o kwalifikacji powinien decydować egzamin praktyczny i minimalny nalot/liczba misji, nie samo uczestnictwo w kursie.

10.1. Wspólny rdzeń szkolenia

76. budowa systemu, ograniczenia techniczne i bezpieczeństwo baterii;
77. podstawy aerodynamiki, meteorologii i nawigacji;
78. planowanie misji, przestrzeń powietrzna, widmo i dekonflikcja;
79. łączność, anteny, propagacja, retranslacja i podstawy sieci;
80. działanie przy degradacji GNSS i łącza oraz procedury utraty platformy;
81. sensor EO/IR, geolokalizacja, analiza obrazu i jakość raportu;
82. OPSEC, cyberhigiena, ochrona danych i aktualizacje;
83. maskowanie, rozproszenie, zmiana stanowiska i ochrona załogi;
84. współpraca z rozpoznaniem, ogniem, inżynierią, logistyką i C-UAS;
85. obsługa techniczna, diagnostyka, wymiana modułów i zarządzanie częściami;
86. trening nocny, pogodowy, w ruchu i pod zakłóceniem;
87. after action review, rejestracja awarii, BDA i przekazanie wniosków producentowi.

10.2. Szkolenie zespołowe i dowódcze

Największa luka powstaje między dobrym pilotem a sprawnym użyciem taktycznym. Dlatego operator musi ćwiczyć w składzie całej załogi, a dowódcy – planować jednocześnie użycie własnych BSP, artylerii, WRE, lotnictwa i obrony przeciwlotniczej.

- 88. ćwiczenia załogi z rolami, komendami, zmianą operatora i procedurą awaryjną;
- 89. ćwiczenia kompanii/batalionu z komórką BSP podobną funkcjonalnie do sekcji mózdzierzy;
- 90. ćwiczenia brygadowe z zarządzaniem przestrzenią, częstotliwościami, priorytetami i rezerwą dronów;
- 91. red teaming: przeciwnik stosuje WRE, pozorację, drony przechwytyjące i rozpoznanie operatorów;
- 92. obowiązkowa recertyfikacja po zmianie typu systemu, głównej wersji oprogramowania lub dłuższej przerwie.

10.3. Rola Federacji, rezerwistów i weteranów

Federacja może wesprzeć system skalą środowiska, doświadczeniem dowódczym, WRE, łącznością, logistyką i szkoleniem. Deklarowany potencjał szybkiego uruchomienia około 1000 instruktorów jest atutem, lecz instruktor dronowy musi przejść osobną kwalifikację i działać w zatwierdzonym programie.

- 93. Federacja: świadomość dronowa, OPSEC, odporność społeczna, podstawy C-UAS, szkolenie instruktorów i organizacja ćwiczeń lokalnych;
- 94. wojsko i certyfikowane ośrodki: kwalifikacje operatorów bojowych, ROE, przestrzeń, widmo, systemy specjalistyczne i ocena praktyczna;
- 95. przemysł: szkolenie produktowe, serwis, diagnostyka i aktualizacja;
- 96. wspólny zespół lessonslearned: szybkie włączanie wniosków z ćwiczeń i Ukrainy do programów.

11. Organizacja wojsk dronowych i drony organiczne

Polska nie powinna wybierać między wyspecjalizowanym rodzajem wojsk a dronami w pododdziałach. Potrzebne są oba rozwiązania.

Tabela 15. Podwójna architektura organizacyjna

Poziom	Struktura	Rola
Drużyna/pluton	operatorzy dodatkowej funkcji + proste BSP	natychmiastowa obserwacja i samoobrona

Poziom	Struktura	Rola
Kompania	etatowasekcjabezzałogowa	ISR, FPV, wsparcie dowódcy; organizacyjnie podobna do sekcji mózdzierzy
Batalion	pluton/kompaniasystemówbezzałogowych	stałopłat/VTOL, bombowce, retranslacja, UGV, technicy
Brygada/dywizja	centrum integracji i rezerwa efektorów	zarządzanie przestrzenią i widmem, middlestrike, C-UAS, dane
Wojska BSU	specjalistyczne dowodzenie, szkolenie i rozwój	autonomia, wielodomenowość, standardy, siły operacyjne
Ośrodkicentralne	TEVV, certyfikacja, szkoły, laboratoria	jakość, interoperacyjność i szybka adopcja

ZASADA ORGANIZACYJNA Centralizować standardy, dane, certyfikację i zdolności operacyjne; decentralizować proste systemy, ich bieżące użycie, drobny serwis i szybką informację zwrotną.

11.1. Obsadasekcjikompanii – model orientacyjny

- 97. dowódcasekcji / integrator misji;
- 98. 2–4 – do 10 operatorów ISR/FPV, zdolnych pracować zmianowo;
- 99. operator sensora/analityk lub funkcja łączona zależnie od systemu;
- 100. technik–elektronik odpowiedzialny za konfigurację, baterie, naprawy i wersje oprogramowania;
- 101. łącznik do WRE/zarządzania widmem, pełniony etatowo lub przez komórkę batalionu.

Liczby powinny wynikać z wymaganego czasu ciągłej pracy, liczby jednoczesnych misji, odpoczynku operatorów i tempa strat, a nie wyłącznie z liczby kontrolerów.

12. C-UAS: obrona przed dronami jako druga połowa systemu

Własna dronizacja bez ochrony przed bezzałogowcami przeciwnika nie zwiększa odporności w wystarczającym stopniu.

Obrona musi być wielowarstwowa i ekonomicznie proporcjonalna. Nie istnieje pojedynczy sensor ani efektor zdolny skutecznie zwalczać wszystkie platformy. Szczególnie drony światłowodowe ograniczają użyteczność zakłócania radiowego i wymuszają nacisk na wykrywanie optyczne, termiczne, akustyczne, radarowe oraz tanie efekторы kinetyczne i przechwytyjące.

Tabela 16. Warstwowaobronaprzeciwdronowa

Warstwa	Środki	Zasada
---------	--------	--------

Warstwa	Środki	Zasada
Unikaj wykrycia	maskowanie, rozproszenie, dyscyplina emisji, pozoracja, ukrycia	najtańsza warstwa; zmniejsza liczbę ataków
Wykryj	RF, radar, EO/IR, akustyka, obserwacja i dane zewnętrzne	fuzja sensorów ogranicza fałszywe alarmy
Identyfikuj i śledź	klasyfikacja, trajektoria, ocenianie	warunek legalnego i skutecznego użycia efektora
Zakłóć	WRE łączą i nawigacji, cyber – gdy legalne i skuteczne	niskokosztowe, lecz nieskuteczne wobec części trybów
Przechwycić	dron interceptor, broń lufowa, amunicja programowalna, sieci	dopasować koszt i strefę bezpieczeństwa
Efektor wysokoenergetyczny	laser/HPM w wybranych zadaniach	potencjał przeciw masie, ale zależność od warunków i dojrzałości
Oceń	BDA, analiza wraku i emisji, aktualizacja biblioteki	uczenie systemu i producentów

EKONOMIA C-UAS Drogi pocisk zachować dla celu, którego nie można bezpiecznie zwalczyć taniej. Rozwijać broń lufową, amunicję programowalną, interceptory, WRE i rozwiązania wysokoenergetyczne, ale zawsze osadzać je w jednej sieci sensorów i dowodzenia.

13. Moduł bezzałogowy programu „Tarcza Wschód”

Systemy bezzałogowe, C-UAS, schronienie, łączność i logistyka muszą być projektowane razem już na etapie budowy infrastruktury.

Wcześniejsze opracowania Federacji słusznie traktują „Tarczę Wschód” jako system, a nie pas fortyfikacji. Dronowy moduł powtarzalny na odcinku orientacyjnym 10 km powinien zapewniać nakładające się rozpoznanie, przekaz danych, lokalne efekторы, logistykę bezzałogową, obronę przeciwdronową oraz zabezpieczenie obsad. Nie należy publikować stałego rozmieszczenia; konfiguracja musi wynikać z terenu, roślinności, infrastruktury, pogody i planu walki.

Tabela 17. Architektura powtarzalnego modułu bezzałogowego

Warstwa modułu	Środki	Efekt
Warstwa ISR bliska	mikro/mini wielowirnikowe	ciągłe rozpoznanie przeszkód, luk, ruchu i podejść
Warstwa ISR dalsza	stałopłat/VTOL	obserwacja głębsza, korekcja i cueing innych sensorów
Łączność	retranslatory, mesh, węzły kablowe	ciągłość przy maskowaniu terenowym i utracie pojedynczego węzła

Warstwamodułu	Środki	Efekt
Efektory	FPV, amunicja krążąca zgodnie ze szczębłem, WRE	szybki efekt po identyfikacji i autoryzacji
C-UAS	pasywne sensory, radar/EO/IR, WRE, interceptory, broń lufowa	ochrona stanowisk, magazynów, dróg i infrastruktury
UGV/logistyka	dostawy, ewakuacja, zadaniainżynieryjne	ograniczenie ekspozycji ludzi na stale obserwowanym obszarze
Zabezpieczenie	ukrycia, energia, serwis, baterie, części, szybkie stanowiska	przetrwanie załóg i utrzymanie tempa
C2 idane	wspólny obraz sytuacji, archiwum, integracja z artylerią/WOT/SG	jeden cykl dowodzenia i ochrona przed bratobójstwem

13.1. Zasady wymiarowania modułu

- 102.** Wymiarować na liczbę jednoczesnych dyżurów i zmianę obsad, nie na liczbę posiadanych platform.
- 103.** Zapewnić co najmniej dwa niezależne sposoby obserwacji kluczowych kierunków i dwa sposoby przekazania danych.
- 104.** Oddzielać miejsca startu, kierowania, ładowania, magazynowania i analizy, aby jeden atak nie wyłączył całości.
- 105.** Utrzymywać mobilny zapas na zmianę osi wysiłku; stałe punkty służą infrastrukturze, nie przewidywalnym nawykom taktycznym.
- 106.** Ćwiczyć współdziałanie z WOT, Strażą Graniczną, saperami, artylerią, logistyką i ochroną ludności.
- 107.** Każdy sensor i efektor uwzględnić w planie widma, przestrzeni powietrznej, identyfikacji i ochrony danych.

14. Mapa drogowa 2026–2030

Najpierw wspólne standardy i dane, następnie skala; inaczej masowy zakup utrwali fragmentację.

Tabela 18. Mapa drogowa

Rok	Faza	Priorytet
2026	Porządkowanie	taksonomia, rodziny systemów, standard danych, rejestr konfiguracji, testy TEVV, pilotaż sekcji kompanii i modułu Tarczy Wschód

Rok	Faza	Priorytet
2027	Skalowanie	masowe zakupy klas podstawowych, narodowy system kwalifikacji, szkolenie instruktorów, rozwój C-UAS i laboratoriów jednostek
2028	Integracja	pełne połączenie z C2, artylerią, WRE i logistyką; regionalne centra serwisowe; zdolności rezerwistów i WOT
2029	Autonomia	certyfikowane one-to-many w ograniczonych misjach, wspólne interfejsy wielodomenowe, ćwiczenia rojowe i odporność bez GNSS
2030	Gotowość mobilizacyjna	zweryfikowany plan wielokrotnego zwiększenia produkcji, zapasy komponentów, rotacja technologiczna i pełna ocena efektów

14.1. Decyzje potrzebne w pierwszych 180 dniach

- 108.** Zatwierdzić wspólną klasyfikację systemów bezzałogowych, poziomy kwalifikacji i minimalne wymagania danych.
- 109.** Wybrać ograniczoną liczbę rodzin priorytetowych i uruchomić konkurencyjne testy w zakłóceniach.
- 110.** Utworzyć jeden bezpieczny system rejestracji misji, awarii, skuteczności, wersji sprzętu i oprogramowania.
- 111.** Wprowadzić model 80/20 lub funkcjonalnie podobny: przewaga finansowania dla systemów sprawdzonych i stała rezerwa innowacyjna.
- 112.** Uruchomić pilotaż sekcji dronowej w kompanii wraz z obsadą, logistyką i szkoleniem dowódców.
- 113.** Opracować program instruktorski wykorzystujący potencjał wojska, uczelni, przemysłu, WOT, rezerwistów i weteranów.
- 114.** Zbudować co najmniej jeden pełny moduł Tarczy Wschód do ćwiczeń, obejmujący również C-UAS, UGV, łączność i ukrycia.

14.2. KPI – mierzyć zdolność, nie liczbę zakupów

Tabela 19. Zestaw KPI

Obszar	Przykładowe wskaźniki
Operacyjne	odsetek skutecznych misji; czas wykrycie–decyzja–efekt; dostępność dobowo; odporność na zakłócenia
Ludzie	liczba załóg gotowych zmianowo; nalot/misje; wyniki recertyfikacji; liczba instruktorów i techników

Obszar	Przykładowe wskaźniki
Produkcja	miesięczna wydajność; czas zwiększenia produkcji; udział zatwierdzonych zamienników; odsetek braków
Logistyka	MTTR; dostępność części; czas wymiany baterii/modułu; liczba standardów zasilania i kontrolerów
Adaptacja	czas zgłoszenie–poprawka–test–wdrożenie; liczba aktywnych wersji; odsetek jednostek po aktualizacji
Ekonomia	koszt na skuteczną misję/efekt; koszt godzin szkolenia; relacja kosztu interceptora do celu
C-UAS	czas detekcji i identyfikacji; prawdopodobieństwo przechwycenia; fałszywe alarmy; pokrycie chronionych obiektów

15. Rekomendacje końcowe

Polska ma już polityczne i organizacyjne podstawy dronizacji. O wyniku zdecyduje tempo przejścia od programów i testów do powtarzalnej zdolności w jednostkach.

- 115. Przyjąć Narodowy System Zdolności Bezzałogowych** – obejmujący UAS, UGV, USV/UUV, autonomię, dane, C-UAS, szkolenie i przemysł.
- 116. Ustalić ograniczoną liczbę rodzin systemów** – z otwartymi interfejsami, wieloma dostawcami i kontrolą konfiguracji.
- 117. Masowo pozyskiwać klasy podstawowe** – mikro/mini ISR, FPV, cele szkolne/pozorne, interceptory i UGV logistyczne.
- 118. Nie sprowadzać masowości do najniższej ceny** – stosować koszt potwierdzonego efektu oraz pełny koszt systemu i wsparcia.
- 119. Wprowadzić model 1:1 jako punkt wyjścia** – dla ręcznego FPV i certyfikować one-to-many wyłącznie dla konkretnych systemów autonomicznych.
- 120. Zbudować kwalifikacje wielopoziomowe** – dla operatorów, dowódców misji, techników, analityków, WRE i instruktorów.
- 121. Połączyć wojska specjalistyczne z organicznymi sekcjami** – aby standardy i innowacja były centralne, a reakcja na szczeblu taktycznym natychmiastowa.
- 122. Wprowadzić zakupy oparte na danych** – z większością środków dla rozwiązań sprawdzonych i stałą pulą na innowacje.
- 123. Projektować odporność WRE od początku** – GNSS-denied, zmienne łącza, retranslacja, mesh, procedury utraty sygnału i cyberbezpieczeństwo.

- 124. Rozwijać C-UAS równolegle** – od pasywnej ochrony i sensorów po WRE, interceptory, broń lufową i efektory wysokoenergetyczne.
- 125. Włączyć przemysł do systemu lessonslearned** – z bezpieczną, krótką pętlą informacji między użytkownikiem, szkołą, instytutem i producentem.
- 126. Wykorzystać Federację** – w szkoleniu świadomościowym, OPSEC, odporności, kadrze instruktorskiej i konsultowaniu programów, po odpowiedniej certyfikacji.
- 127. Zintegrować moduł dronowy z Tarczą Wschód** – razem z łącznością, schronami, energią, logistyką, WRE, C-UAS i ochroną ludności.
- 128. Utrzymywać zapas komponentów i moce mobilizacyjne** – a nie tylko magazyn gotowych konstrukcji o szybko starzejącej się konfiguracji.
- 129. Ćwiczyć w warunkach najgorszego przypadku** – nocą, przy złej pogodzie, bez GNSS, z zakłóceniem, stratami, awarią i presją czasową.

KONKLUZJA Przewagę uzyska nie ten, kto pokaże najbardziej efektowny prototyp, lecz ten, kto potrafi co miesiąc dostarczać tysiące kompatybilnych systemów, wyszkolić i odtwarzać załogi, naprawiać sprzęt blisko użytkownika, aktualizować oprogramowanie szybciej od przeciwnika i chronić własne wojska przed jego dronami.

Aneks A. Macierz operator–platforma

Szybka pomoc do planowania obsad i szkolenia.

Tabela A1. Planowanieobsad

System	Obciążenieoperatora	Minimalnaobsada	Czynnikograniczający
Ręcznymikro/mini ISR	1 aktywny	pilot + obserwator	teren, obraz, raportowanie
Ręczny FPV	1 aktywny	pilot + dowódca/nawigator	precyzja, łącze, stres, końcowa faza
FPV sekwencyjne	wieleprzygotowanych, 1 aktywny/pilot	2–4 osoby	tempo przygotowania i zmiana pilotów
Bombowiec	1 aktywny	2–4 osoby	ładunek, stabilność, BDA, odzysk
VTOL/stałopłat ISR	1 system/załoga	2–4+ osoby	start, sensor, długotrwałość, przestrzeń
Relay automatyczny	2–5/nadzorca	1–2 osoby	alarmy, energia, redundancja
Interceptor z automatycznymcueingiem	kilka/nadzorca	załoga C-UAS	identyfikacja, ROE, dekonflikcja

System	Obciążenie operatora	Minimalna obsada	Czynnik ograniczający
Rój	tylko według certyfikacji	dowódcami siły + wsparcie	nie przenosić wyniku demonstracji wprost do etatu

Aneks B. Karta oceny produktu dla producentów

Lista kontrolna przed zgłoszeniem systemu do testów wojskowych.

130. Czy profil misji jest opisany w mierzalnych kategoriach?
131. Czy podano wyniki testów przy zakłóceniu GNSS i łącza?
132. Czy system ma bezpieczne zachowanie po utracie łączności i błędzie nawigacji?
133. Czy opisano sygnaturę radiową, akustyczną, termiczną i wizualną?
134. Czy interfejsy danych i integracji są jawnie udokumentowane dla zamawiającego?
135. Czy oprogramowanie jest wersjonowane, podpisywane i możliwe do audytu?
136. Czy krytyczne komponenty mają zatwierdzone drugie źródło?
137. Czy producent zna wydajność miesięczną i czas jej wielokrotnego zwiększenia?
138. Czy każda partia jest identyfikowalna, a test końca linii zapisany?
139. Czy moduły można wymieniać w warunkach polowych?
140. Czy jest zestaw części na 30/90/180 dni i regionalny model serwisu?
141. Czy dostępny jest symulator, system szkolny i kurs instruktorski?
142. Czy przedstawiono koszt pełnego zestawu i koszt na skuteczną misję?
143. Czy dane eksploatacyjne mogą wracać do zamawiającego i producenta bez naruszania bezpieczeństwa?
144. Czy zmiana komponentu lub oprogramowania uruchamia kontrolowany test regresji?
145. Czy producent potrafi wykazać skuteczność w nocy, złej pogodzie i przy presji czasowej?
146. Czy platforma współpracuje z planowanym C2, WRE i C-UAS?
147. Czy plan mobilizacyjny obejmuje ochronę zakładu, energię, kadry i rozproszony montaż?

Bibliografia i materiały źródłowe

Źródła oficjalne i wcześniejsze materiały własne; stan dostępu: 10 sierpnia 2026 r.

Materiały własne Federacji

- 148. „Suwerenność Polski i wyzwania nowoczesnej wojny” – część dotycząca dronizacji, stałej obserwacji pola walki, obniżenia kosztu rażenia, C-UAS, WRE, maskowania i masowej produkcji.
- 149. „Wojna na Ukrainie a bezpieczeństwo państw NATO” – masowość dronów, walka elektroniczna, ekonomia obrony i odbudowa bazy przemysłowej.
- 150. „Dronowy moduł 10 km Tarczy Wschód” – ISR VTOL/stałopłat, retranslatory, interceptory i UGV.
- 151. „WB Electronics – SAFE” – autonomia bez GPS, odporność łączności, diagnostyka zakłóceń i zasilanie.
- 152. „Lekcje ukraińskiej sprawności wojskowej” – FPV, małe pododdziały, zespoły wsparcia i UGV.
- 153. „Tarcza Przeciwpancerna 2030” i materiały o strefie śmierci – integracja dronów, WRE, artylerii, maskowania i logistyki.
- 154. „Wnioski z podróży rekonesansowo-studyjnej” – systemowe ujęcie Tarczy Wschód, ochrona stanowisk, logistyki, łączności i personelu.

Źródła oficjalne i doktrynalne

- 1. [NATO, Innovation and technology adoption – Drone Edge, 2026](#)
- 2. [NATO, Allies invest 40 billion dollars in counter-drone capabilities and drone training, 7.07.2026](#)
- 3. [KPRM, P2 – Powołanie wojsk dronowych, stan na 30.06.2026](#)
- 4. [MON RP, Rewolucja dronowa w Siłach Zbrojnych RP, 22.07.2025](#)
- 5. [MON Ukrainy, Drone contracts totaling more than UAH 333 billion..., 17.07.2026](#)
- 6. [MON Ukrainy, Procurement demand based on frontline data, 10.03.2026](#)
- 7. [MON Ukrainy, Over 3 million FPV drones delivered in 2025, 27.12.2025](#)
- 8. [MON Ukrainy, Standardization of unmanned systems, 29.04.2025](#)
- 9. [MON Ukrainy, Categories and manufacturers of UAVs, 16.04.2025](#)
- 10. [MON Ukrainy, Basic Qualification Levels for UAV operators, 14.01.2025](#)
- 11. [MON Ukrainy, More than 800,000 verified drone strikes – official statement, 22.06.2026](#)

12. [DARPA, Collaborative Operations in Denied Environment \(CODE\)](#)
13. [U.S. Army, Media Roundtable – one-to-many control, 20.02.2026](#)
14. [U.S. Army, UAS Interoperability – modular open systems approach, 17.07.2026](#)
15. [U.S. Army, Unmanned Advanced Lethality Course, 18.08.2025](#)
16. [U.S. Army CALL, Honing Counter Drone Skills in Eastern Europe, 26.02.2026](#)
17. [NATO ACT, Innovation Challenge – fibre-optic FPV drones, 24.06.2025](#)
18. [NATO STO, Threat Counter Unmanned Aircraft Systems – UAS classes](#)
19. [NATO ACT, RFI clarification – Class I below 150 kg, 10.01.2025](#)

NOTA METODOLOGICZNA Dane o wynikach bojowych i liczbie trafionych celów pochodzące od strony konfliktu są przywoływane jako oficjalne deklaracje, a nie jako niezależnie zweryfikowany bilans. Wnioski raportu opierają się przede wszystkim na zbieżności doświadczeń instytucjonalnych, kierunkach zakupów, zmianach doktrynalnych i obserwowanej architekturze zdolności.