DRONY
NA WOJNIE

CZ. I „EUROPA SIĘ ZBROI”

Wszelkie prawa zastrzeżone!

Materiały na Konferencję:
„Dronizacja armii i służb – wyzwanie i realia w Świecie, a Polska”
Uniwersytet w Białymstoku 10 czerwca 2025 r.



Redakcja : Piotr Śmielak
Autorzy:
Tomasz Darmoliński
Piotr Śmielak
Współpraca: Mikołaj Susujew

Szczecin 20 marca 2025 r.

Wstęp

Szanowni Państwo!

Oddajemy w wasze ręce publikacje przed konferencyjną, której zadaniem jest szerokie przedstawienie problematyki dronizacji wojska (ale też służb) oraz współpracy na linii ministerstwo – wojsko(służby) – przemysł – ośrodki naukowe w kluczowych krajach europejskich.
W publikacji mogą pojawić się drobne niejasności, gdy kilka źródeł podaje różne dane lub różne wersję tej samej sprawy. Szczególnie jeśli dotyczy to Ukrainy, bądź też danych taktyczno –technicznych dronów. Mogą też być drobne potknięcia podczas tłumaczeń, szczególnie jeśli chodzi o nomenklaturę wojskową czy techniczną francuską i niemiecką. W kilku przypadkach nawet tłumacz nie był w stanie znaleźć polskich odpowiedników francuskich określeń niektórych poddziałów, które noszą historyczne nazwy. Dla przykładu – są kompanie w batalionach które pielęgnują tradycje pułków i często używają nieoficjalnej nazwy „pułk". Szczególnie w blogach militarnych z których korzystaliśmy. Innym przykładem może być marynarka wojenna i klasyfikacja nowo powstających jednostek dronowych. Natknęliśmy się na przypadki iż te same łodzie mają różne nomenklatury klasy w zależności z którego roku i kraju pochodzi źródło. Tak czy tak przepraszamy za te drobne nieścisłości czy „czeskie" błędy w tekście.

Wojna w Ukrainie pokazała że mamy de facto nowy rodzaj wojny. Tak jak przed II Wojną Światową decydujące było lotnictwo i czołgi, siła artylerii oraz przemysł z tym związany, tak teraz decydujące o sukcesie każdej operacji wojskowej będą drony, sztuczna inteligencja, zdolność do uderzania na dalekie zaplecze przeciwnika oraz szybkość przekształcenia prawidłowego rozpoznania w decyzje a potem rozkazy. A oprócz przemysłu konieczne będą ośrodki badawczo-rozwojowe oraz nowo powstające technologie.
O ile II Rzeczpospolita, nie miała środków na zbrojenia i co ważniejsze nie mogła sobie pozwolić w tak krótkim czasie na rozbudowę przemysłu zbrojeniowego, o tyle współczesną Polskę stać na jedno i drugie. Z tym iż konieczne jest, jak przed II Wojną Światową, całkowite „przemeblowanie" Sił Zbrojnych. To czego uczyliśmy się na szkoleniach i ćwiczeniach, w latach 90-tych lub na początku wieku, w większości musimy już odłożyć do muzeum. Nie każdemu może się to podobać. Dokładnie przestudiowaliśmy z kolegami motoryzacje armii z lat 1934-39 i problemy jakie te działania napotkały w wojsku (dla przykładu zamiast motoryzować istniejące pułki kawalerii, to musiano powoływać nowe, taki był opór). Dzisiaj być może mamy analogię, patrząc na efekty dronizacji po trzech latach wojny na Ukrainie. Odnosimy z kolegami wrażenie, że koncentrujemy się jako kraj nie na tych dziedzinach które potrzebuje kraj i nowoczesne Siły Zbrojne. A istotne elementy nowoczesnej wojny są lekceważone i w ogromny sposób nie dofinansowane. Powstaje wrażenie iż więcej wydajemy na uzbrojenie „schodzące" z pola walki niż na uzbrojenie przyszłości. Jednym z takich przyszłościowych elementów uzbrojenia jest właśnie branża dronowa.

Stąd pojawił się pomysł aby przedstawić punkt widzenia oficerów i podoficerów rezerwy oraz przedsiębiorców na rozwój branży dronowej i około dronowej w Polsce. Wzorem przedstawionych krajów, może okazać się on nie gorszy niż punkt widzenia zawodowych oficerów. Wystarczy spojrzeć na projekty, sposoby dronizacji i ekosystemy gospodarcze w tych krajach, aby się przekonać że istotny „napęd" dronizacji nadają ośrodki cywilno-wojskowe i często oficerowie rezerwy (np. na Ukrainie). De facto gdyby je wyłączyć, to by ni było żadnej dronizacji. Siły Zbrojne tych krajów koncentrują się tylko na „układaniu klocków", które w dużych ilościach dostarczają badawcze ośrodki cywilno-wojskowe oraz przemysł które są intensywnie sprawdzane przez armię na polu walki, bądź na ćwiczeniach. Ta symbioza wojska i prywatnego przemysłu, ze względu na specyfikę szybko zmieniającej się

DRAFT

technologii dronów, jest niezbędna do zbudowania nowoczesnych Sił Zbrojnych. Ostatnio zrozumiała to nawet Rosja. Bez wsparcia i udziału prywatnego przemysłu dronowego i szerokiego kręgu dostawców dla Sił Zbrojnych oraz służb (szczególnie Policji czy Straży Granicznej), nie da się przeprowadzić prawidłowej dronizacji armii i służb, choćby się wydało na to miliardy. To opracowanie i planowana przez nas Konferencja wskazuje że zrozumieli to we Francji, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Ukrainie i prawie we wszystkich krajach NATO. Stąd chcemy przedstawić w oparciu o doświadczenia tych krajów i własne przemyślenia, rozwiązania które szybko pozwolą nadrobić Polsce stracony czas oraz stać się czołowym krajem w UE i NATO, które wykorzystuje na każdym polu tak nowoczesne rozwiązania jakim są drony oraz rozwiązania anty dronowe i około dronowe. Mamy nadzieję że planowana Konferencja będzie początkiem, nie tylko dyskusji nas dronizacją kraju ale też głębokiej i szerokiej współpracy na niespotykaną w naszym kraju skalę, wielu ministerstw, służb, wojska, ośrodków naukowych oraz przede wszystkim przemysłu zbrojeniowego, zarówno prywatnego jaki i państwowego.

Zapraszamy do udziału w Konferencji.

Dziekan Wydziału Stosunków Międzynarodowych
dr hab. Adam R. Bartnicki, prof. UwB

Prezes Stowarzyszenia DUALTEC
Piotr Śmielak
Tel. 692 187 012

DUALTEC

Historia

W Wielkiej Brytanii pierwsze próby z wojskowymi dronami przeprowadzono już przed Drugą Wojna Światową. Wtedy, w 1935 roku powstał dron powietrzny "Queen Bee", oparty o wariant samolotu de Havilland Tiger Moth. Wyprodukowano go w ok. 400 egzemplarzach. W 1938 roku powstał sterowany radiem pierwszy dron zbudowany od podstaw - „Big Guff". W czasie Drugiej Wojny Światowej skonstruowano wiele modeli służących, jako cele powietrzne, takie jak OQ-2 i TDD-1. Po wojnie brytyjska armii skupiła się na używaniu dronów-celów oraz dronów rozpoznawczych artylerii (Surveillance Drone System - SDI). Już w latach pięćdziesiątych używano dronów z rodziny "Radioplane" firmy Northrop - SD-1 Observer. Używano ich zarówno w postaci celów powietrznych jak i SDI. W 1976 roku na wyposażenie British Army wszedł system CL-89 (opisany w rozdziałach dotyczących Francji i Niemiec), pod nazwą Midge i zastąpił min. konstrukcję SD-1. Był on na wyposażeniu dywizjonowej baterii lokalizacyjnej, która posiadała dwie wyrzutnie tego typu oraz była obsługiwana przez dwóch oficerów i około 70 żołnierzy. Używano go z modyfikacjami aż do 2000 roku, min. w 1991 roku w Kuwejcie. Zastąpiono do w 1999 roku Systemem Phoenix firmy BAE, wycofanym dopiero w latach 2006-2008. System ten już był nowoczesnym dronem z silnikiem tłokowym z czasem przygotowania do lotu - 60 minut i czasem lotu do 4 godzin. Został on następnie zastąpionym dronem firmy Thales Watchkeeper WK450.

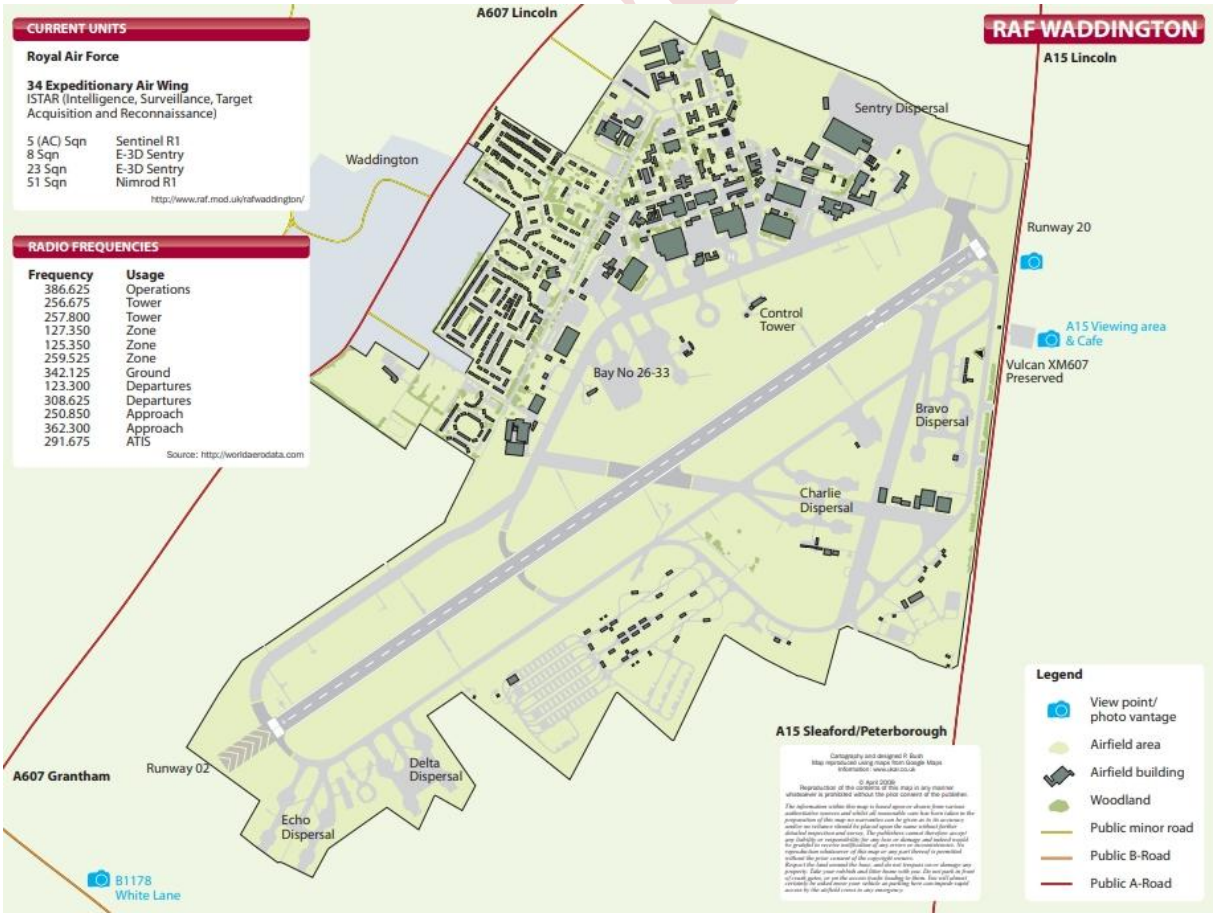


Rys. 1. Pierwszy od podstaw zbudowany dron sterowany radiowo – Big Guff, źródło: data/extra_images/2019/01/7456.jpg×

Jednak zanim omówimy współczesne drony brytyjskie warto wspomnieć o użytkowaniu dronów Predator. Brytyjskie doświadczenia z bezzałogowcami Predator sięgają stycznia 2004 roku, kiedy to 1115 Flt z 39 Dywizjonu RAF rozpoczął eksploatację amerykańskich MQ-1 w Afganistanie i Iraku, z zaangażowaniem 44 członków obsługi. Na skutek tych doświadczeń brytyjskie Ministerstwo Obrony podpisało dwuletnią umowę, w ramach pilnej potrzeby operacyjnej, pozyskania trzech statków powietrznych i dwóch mobilnych naziemnych stacji kontroli. W 2007 roku dywizjon ten przeniósł się do bazy Creech w USA (z wyjątkiem administracji). W tym też samym roku rozpoczął przezbrajanie na drony MQ-9 Reaper. Wycofanie z uzbrojenia Predatorów zakończono gdzieś pomiędzy 2009 a 2011 rokiem.

Bezpilotowe Statki Powietrzne

Pierwszy MQ-9A Reaper dla RAF został dostarczony do Afganistanu na początku października 2007 roku. W 2009 roku eskadra dysponowała 12 trzyosobowymi zespołami do pilotowania samolotów Reapera a łączna liczba personelu eskadry wyniosła około 90 osób. W kwietniu 2011 r. w służbie było pięć samolotów MQ-9A, a we wrześniu 2016 r. eskadra liczyła dziesięć sprawnych samolotów Reaper. W tym samym czasie dywizjon powrócił do Wielkiej Brytanii, ale połowę dronów musiał przekazać do 13 dywizjonu. W ten sposób RAF zdecydował się na posiadanie dwóch jednostek wyposażonych w drony. W 2013 roku rozpoczęto udane próby integracji pocisku Brimstone z MQ-9A. W 2015 roku rozpoczęto procedurę zakupu dodatkowych dronów dla lotnictwa – MQ-9Bpod nazwą Protector, które mają zastąpić użytkowaną wersję 9A. Początkowo planowano nabyć 20 sztuk, ostatecznie ograniczono się do zamówienia 16 sztuk, w tym jedna w wersji pokładowej dla lotniskowców.



Rys.2. Schemat bazy dronów RAF w Waddington, źródło: www.milairpix.com

W 2020 roku podpisano umowę na trzy pierwsze wersje MQ-9B. Kluczową różnicą między MQ-9B SkyGuardian/Protector a dotychczas posiadanymi Reaper-ami jest to, że nowy dron jest budowany zgodnie ze standardami, które pozwolą mu uzyskać certyfikat do swobodnego, (czyli niesegregowanego) poruszania się w przestrzeni powietrznej Wielkiej Brytanii. W 2022 roku rozwiązano 39 Dywizjon, przy czym jednocześnie zaczęto organizować w bazie RAF w Waddington, bazę szkoleniową, otwartą na międzynarodowe szkolenia. W 2023 roku dostarczono pierwszego drona RQ-9B. Obecnie w tego typu drony wyposażony jest 13, 54 i 56 Dywizjon RAF oraz ma być wyposażony 31 dywizjon. Wszystkie dywizjony zgrupowano w bazie Waddington, gdzie funkcjonuje centrum rozpoznania brytyjskiej armii, o którym jeszcze wspomnimy.

Jak już zaznaczono następcą drona Phoenix w Królewskiej Artylerii został Watchkeeper WK450. Watchkeeper został zbudowany wspólnie przez Thales UK i izraelską firmę Elbit Systems i jest oparty na dronie Hermes 450 firmy Elbit. Pierwotnie miał wejść do służby w czerwcu 2010 roku, ale lata opóźnień, problemów technicznych, modyfikacji sprzętu, trudności w wyszkoleniu wystarczającej liczby pilotów i incydentów sprawiły, że w pełni operacyjny stał się on pod koniec 2019 roku. Jest on na wyposażeniu Królewskiej Artylerii, a jego głównym celem jest wykrywanie stanowisk artylerii i systemów rakietowych. Watchkeepery w liczbie 54 zostały zbudowane w ramach kontraktu o wartości 1 miliarda funtów a łączna ich eksploatacja kosztowała ponad 1,5 mld funtów. Osiem tego typu dronów zostało rozbitych podczas testów i ćwiczeń w Wielkiej Brytanii. Ogromne problemy eksploatacyjne z tym dronem spowodowały, iż bardzo późno wszedł on do służby. Nie jest on lubiany przez operatorów i mechaników. Obecnie większość tych dronów pełni misje szkoleniowe, a kierowanie ich na zadania operacyjne charakteryzowały się krótkim czasem użytkowania. Całość floty tych dronów przydzielono do 47 Pułku Artylerii Królewskiej. Mimo iż planowano te drony używać do roku 2042, to w listopadzie 2024 roku, podjęto decyzję o ich wycofaniu do marca 2025 r. Wynikło to z doświadczeń wojny na Ukrainie, gdzie zaczęto używać znacznie nowocześniejszej, skuteczniejszej i tańszej technologii dronów rozpoznania.



Rys. 3. Watchkeeper WK450, źródło: www.militaryimages.net/ DMsquadron

Jeszcze w roku 2002 podjęto w Wielkiej Brytanii decyzję o zakupie małych dronów taktycznych. Wybór padł na dron Desert Hawk III, firmy Lockheed Martin. Dron ten w trakcie użytkowania przeszedł szereg modyfikacji. Zakupiono go w ilości, co najmniej 229 sztuk, na które przeznaczono około 70 mln funtów. Użytkowany był głownie w 32 Pułku Artylerii Królewskiej. W pewnym okresie drony te stanowiły 40% całości dronów używanych w siłach

zbrojnych w Wielkiej Brytanii. W grudniu 2022 w ramach programu Tiquila, wybrano następców tego drona, również produkt Lockheed Martin – drony Stalker i Indago 4. Co ciekawe przed pierwszymi dostawami w/w dronów, MON poinformowano, iż w 2023 roku wycofano wszystkie drony Desert Hawk III z użytkowania przez siły zbrojne. Jak się można domyśleć prawdopodobnie wzmocniły one Siły Zbrojne Ukrainy, (ZSU). Sam dron Desert Hawk III wystrzeliwany jest z linki „bungee", waży około 3,2 kg, może unosić się w powietrzu około godzinę w zasięgu 15 km.



Rys.4. Stalker VXE30 Havoc, źródło Lockheed Martin

Pod koniec 2022 r. jak podał Whitehall zawarto kontrakt w wysokości 129 mln funtów na zakup 159 wiropłatów Indago 4 i 105 stało płatowych dronów Stalker VXE30. Mają to być podstawowe drony rozpoznawcze artylerii brytyjskiej.
Stalker to płatowiec VTOL, o masie całkowitej 22 kg, z możliwością zabrania ładunku do 2,5 kg, o zasięgu komunikacji do 160 km, czasem lotu około 8 godzin (przy napędzie spalinowym) lub 4 godzin z napędem elektrycznym. Dron może wznosić się do wysokości ponad 3 500 m. Całość można zmieścić do pickupa lub minivana. Czas przygotowania do startu – około 20 minut przez dwu osobową obsługę. Całość umowy przewidywana jest na 10 lat gdzie Lockheed Martin zapewnia zarówno eksploatację jak i niezbędne modyfikację i modernizację tak, aby drony odpowiadały bieżącym wymogom pola walki. W międzyczasie opracowano dla VXE30 wersję Havoc i nie jest jasne czy pozyskane drony zostaną dostosowane do tej wersji. Wersja ta może przenosić mniejsze drony, ma dłuższy czas lotu i ciut większy udźwig. W tym miejscu warto zaznaczyć, iż Stalker został zaakceptowany przez wojska brytyjskie, po bardzo wymagających wielodniowych i wielogodzinnych próbach w trudnych warunkach pogodowych. Te niezależne próby zostały przeprowadzone przez: Joint UAS Test and Evaluation Flight (JUAS TEF) z 744 Naval Air Squadron, Air & Space Warfare Centre oraz DE&S TIQUILA Delivery Team. Jak widać są to trzy wyspecjalizowane, niezależne zespoły, gdzie każdy z nich wykonał osobny, niezależny raport z prób. A teraz porównajmy do polskich procedur przyjmowania dronów na uzbrojenie. No comments.
Drugim dronem przyjętym na wyposażenie w tym samym programie był Indago 4. Jest to dorn o masie całkowitej ok. 2,27 kg, z czasem lotu 50-70 minut, zasięgu łącza do 10 km. Warto dodać, że w 2024 roku Indago 4 został zintegrowany z System Halo firmy Elsight, co dało mu możliwość lotu poza zasięgiem wzroku (BVLOS).
Dostawy w ramach programu TIQUILA miały się zakończyć do końca 2024 roku. Zaś produkcja dronów została umieszczona na terenie Wielkiej Brytanii, z tym, iż w zwycięskim konsorcjum jest spora grupa przedsiębiorstw, w tym małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP), które motywowane modelem projektu, dołączyły do konsorcjum firmy Lockheed Martin UK. Oba modele dronów weszły na wyposażenie artylerii, głównie 32 Pułku Artylerii Królewskiej. Pułk

ten został w 2024 roku podporządkowany Połączonemu Lotnictwu Dowództwa (JAC). O czym jeszcze wspomnimy.



Rys.5. Dron Indago 4, źródło: Lockheed Martin UK

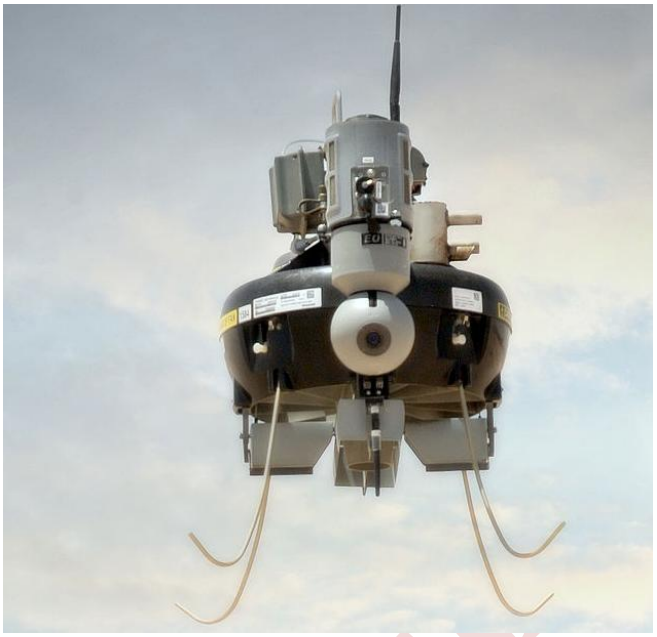
O ile w/w drony stały się podstawowym wyposażaniem artylerii brytyjskiej o tyle podstawowym wyposażeniem brytyjskich wojsk zmechanizowanych i piechoty prawdopodobnie zostanie Parrot Anafi USA oraz Black Hornet 4. Ten ostatni to najmniejszy pozyskany dron przez brytyjskie ministerswo obrony (MoD). 160 sztuk z nich zakupiono jeszcze w 2013 r. (w innej wersji) za 20 mln funtów, głównie do użytku w Afganistanie, a następnie wycofano je w 2017 r. Jednak w 2019 roku zamówiono 30 kolejnych Black Hornet 3 w norweskiej firmie FLIR Systems kosztem 1,4 miliona funtów. W sierpniu 2022 r. Wielka Brytania ogłosiła, że wspólnie z rządem norweskim zamawia kolejnych 850 dronów Black Hornet 4, które mają też zostać dostarczone siłom ukraińskim w ramach umowy o wartości 9,2 mln USD. Sam dron opiszemy w rozdziale dotyczącym armii francuskiej. Drugim dronem, który wszedł dopiero ostatniej jesieni na wyposażenie British Army jest dron Parrot Anafi USA. Niestety nie udało się ustalić liczby zakupionych dronów, ale musi ona być znaczna, skoro rozpoczęły się szkolenia w wojskach lądowych. Drona firmy Parrot także opiszemy przy omawianiu armii francuskiej.

Podobnie jak Francja, również Royal Navy weszła w posiadanie dronów Puma AE. Dron ten zostanie omówiony przy okazji rozdziału o dronach we francuskiej armii, więc nie będziemy powtarzać tych informacji. Wielka Brytania przetestowała w/w system na okrętach Royal Navy oraz w jednostkach piechoty morskiej. Nieznaną liczbę dronów tego typu Wielka Brytania nabyła przed rokiem 2020. Być może tylko do testów. Jesienią 2021 roku Królewska Marynarka Wojenna ogłosiła, że pozyskała kolejne 12 dronów Puma dla eksperymentalnego dywizjonu - 700X Naval Air Squadron. Obecnie istnieje dziewięć operacyjnych zespołów R-20 Puma AE – sześć z nich jest na wyposażeniu Royal Marines z 40 i 45 Commando, pozostałe są testowane na okrętach w tym na HMS Trent i Spey.

Specjalistycznym pojazdem autonomicznym nabytym po raz pierwszy przez armie brytyjską w roku 2009 (dostawy w 2010) był mikrodron powietrzny RQ-16A T-Hawk, czyli Tarantula-Hawk, firmy Honeywell. Dron ten jest dedykowany do przeciwdziałania zagrożeniom ze strony improwizowanych ładynków wybuchowych. Napędzany silnikiem benzynowym, RQ-16 waży 8,4 kilograma, ma czas lotu około 40 minut, pułap lotu do 3200 m i promień działania około 11 km. W 2013 roku zakupiono kolejne drony tego typu, zwiększając ich liczbę do 13, uzasadniając to pilną potrzebą operacyjną. W międzyczasie drony te weszły w skład systemu poszukiwania i rozminowania IED o nazwie Talisman. W skład tego systemu wchodzi powyższy dron, pojazd patrolowy Mastiff 2, koparka inżynieryjna JCB o wysokiej mobilności,

DRAFT

zdalnie sterowany robot rozminowania firmy Talon, pojazd przeciwminowy z wysięgnikiem – Buffalo. Nie jest jasne ile obecnie tych dronów jest na wyposażeniu armii brytyjskiej, gdyż ostatnie informacje o ich użytkowaniu pochodzą sprzed 8 lat.



Rys.6. T-Hawk podczas działań na pustyni w roku 2012, źródło: Captain Dave Scammell/MoD

Osobnym rozdziałem w zakupach brytyjskich są programy, które mają bądź to sprawdzić, bądź przygotować siły zbrojne do nowych technologii. Są to nie duże ilościowo zakupy dronów, które są używane przez jednostki doświadczalne, testowe, bądź wybrane jednostki operacyjne.

Pierwszym takim ciekawym programem realizowanym przez armie brytyjską jest program „robotyki i systemów autonomicznych" (RAS). W ramach niego prawdopodobnie siły zbrojne nabyły do testów (wg informacji Elbit Systems), „pięć autonomicznych rojów po sześć systemów Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP) każdy". Powszechnie się uważa, iż chodzi o zakup systemów Thor. Jest to mini dron w/w izraelskiej firmy, o wadze 3 kg, zasięgu radiowego do 10 km, locie do 75 minut i maksymalnym pułapie około 3 km.
Izraelska firma Elbit Systems również ogłosiła, iż w ramach uzupełnienia w/w systemu w styczniu 2023 roku otrzymała kontrakt z brytyjskim Ministerstwem Obrony (Ministry of Defence – MoD) na dostarczenie armii brytyjskiej mikrodrona Magni-X. Są to quadrakoptery VTOL ważące ok. 2 kg i mogące przenosić różne ładunki, w tym czujnik elektrooptyczny/podczerwony. Czas lotu wynosi do 1h.



Rys.7. Dron Thor, źródło: www.gladiusds.com

Magni-X jest specjalnie zaprojektowany do rozpoznania krótkiego zasięgu (SRR) w terenie zurbanizowanym, zapewniając dzienne i nocne rozpoznanie, zasilane przez zaawansowane algorytmy sztucznej inteligencji dla taktycznych jednostek bojowych. Magni-X jest zasilany przez system NEVO – zaawansowane oprogramowanie misji, które dostarcza operatorowi wszystkich niezbędnych danych dotyczących lotu i obrazów wideo w czasie rzeczywistym, aby umożliwić skuteczne wykonanie misji.



Rys.8. BSP Magni-X, źródło Elbit Systems

W maju 2022 roku firma Marlborough Communications ogłosiła, iż dostała zamówienie od Rządu Zjednoczonego Królestwa na nieokreśloną liczbę dronów Skydio X2D, na kwotę około 3 mln funtów. Zamówienie jest realizowane przez Grupę ds. Przyszłych Zdolności Ministerstwa Obrony (MoD's Future Capabilities Group) w ramach modelu zamówień typu "kup i wypróbuj na dużą skalę", który dostarcza zaawansowany technologicznie sprzęt do rąk żołnierzy znacznie szybciej, niż można by to tradycyjnie uzyskać. Zakup ma ten za zadanie przetestowanie inteligentnych dronów i min. możliwości mapowania przez nie nieznanego terenu. Nie znamy wyników testów brytyjskiej armii, ale w 2024 roku nieznana ilość dronów Skydio została dostarczona na Ukrainę, co zakończyło się dla nich katastrofą. Podczas pierwszego patrolu na linii frontu, drony Skydio zboczyły z kursu i zaginęły, padając ofiarą rosyjskiej wojny elektronicznej. Od tego czasu amerykańska firma wróciła do przysłowiowej „deski kreślarskiej", aby de facto drony opracować od nowa. Zatem co można się domyślać również British Armii ograniczyła swoje plany co do ich użycia. Co interesujące wszystkie małe drony amerykańskich start-upów nie sprawdziły się w walce na Ukrainie, co rozwiało nadzieje tych firm, na posiadanie w swoim portfolio, dronów sprawdzonych w boju.



Rys.8. Skydio X2D, źródło: wikipedia

DRAFT

W roku 2022 Royal Navy przystąpiła do realizacji projektu „Vampire”, mającego na celu pozyskanie tanich płatowców działających z pokładu lotniskowców do działań wywiadowczych, obserwacyjnych i rozpoznawczych, a także do symulacji zagrożeń.



Rys.9. Banshee z napędem odrzutowym podczas prób na HMS Prince of Wales. Źródło: Royal Navy

Docelowo mają one zastąpić około 2030 roku śmigłowce Merlin HM2 Crowsnest. Zwycięzcą projektu okazała się firma QinetiQ, która otrzymała kontrakt o wartości 6,7 miliona funtów na realizację pierwszej fazę projektu Vampire. Pierwsza faza projektu Vampire będzie realizowana, jako projekt 4-letni z opcją przedłużenia. W ramach projektu podpisana umowa min. obejmuje: 4 drony, z opcją zakupu do 10 dodatkowych i opcją przedłużenia umowy do 31.03.2026 r., jedną naziemną stacją kontroli z możliwością zakupu jeszcze do 2 sztuk dodatkowych, szkolenia dla operatorów w latach 2022-23, z powtórką w latach 2024-25 oraz szkolenia obsługi w latach 2022-23, z powtórką w latach 2024-25. Projekt opiera się o drona Banshee Jet 80+ firmy QinetiQ, o udźwigu od 25 do 100 kg, zasięgu do 100 km i prędkości do 720 km/h i pułapem do 7600 m. Jest on wyposażony w dwa silniki turbinowe o ciągu 45 kg, co daje łącznie 90 kg ciągu statycznego. Ciekawostką jest, iż drony Banshee Jet 80 zostały użyte przez ZSU jako drony kamikadze z głowica 7 kg. Nieznana jest liczba przekazanych tego typu dronów na Ukrainę.
Ciekawym dronem nabytym przez MoD jest Ghost 4 firmy Anduril. Nazwa pochodzi od cichego trybu lotu i nabyto je dla Royal Marines i RAF Regiment. Ten wielozadaniowy dron jest instalowany z platformą oprogramowania Lattice AI do wykonywania 32 bilionów operacji na sekundę, czyli 100 razy szybciej niż istniejące prędkości obliczeniowe innych bezzałogowych statków powietrznych. Dron może jednocześnie przenosić różne ładunki, takie jak systemy walki elektronicznej, sprzęt przekaźnikowy łączności, markery, reflektory, systemy sensoryczne i głośniki. Dzięki temu operatorzy mogą przełączać się między różnymi profilami misji w jednym locie. Ghost 4 może być obsługiwany z dowolnego miejsca na świecie za pomocą lokalnych, bezpiecznych sieci o zamkniętej pętli i szyfrowanych sieci dosyłowych do operacji rozproszonych. Dron może latać z prędkością ponad 130 km/h, czas lotu wynosi do 100 minut lotu, przy udźwigu do 16 kg. Drony mogą się łączyć w roje i wspólnie wypełniać misje nie osiągalne dla innych dronów. Część źródeł podaje, że MoD nabył wcześniejszy model Ghost o czasie lotu około 55 minut i zasięgu 12 km.

DRAFT

Prawdopodobnie dron był testowany na Ukrainie przez siły brytyjskie. Ale bliższych danych brak.



Rys. 10. Ghost X firmy Anduril na próbach w USA, źródło: U.S. Army, zdjęcie Staff Sgt. LaShic Patterson

Innym ciekawym nabytkiem Wielkiej Brytanii jest dron Drone40 (D40) australijskiej firmy DefendTex. Tutaj również nieznana jest liczba nabytych i używanych dronów. Tym bardziej, iż były one używane na misjach w Afryce. Dron ten jest o tyle ciekawy, iż jest wystrzeliwany z granatnika 40 mm. Dron może być wymiennie wyposażony w kamerę, ładunek przeciwpancerny, mini bombę paliwowo-powietrzną, świecę dymną czy inne materiały wybuchowe. Czas lotu drona wynosi pomiędzy 12 a 20 minut, jego waga to 190 gram, zasięg do 20 km. Z pełnym ładunkiem 300 gram, osiągi te nieznacznie spadają.



Rys. 11. Dron D40 firmy DefendTex, źródło: https://drones-camera.com/

Pod koniec 2020 roku do sił zbrojnych Wielkiej Brytanii trafiło 30 zestawów dronów Bug opracowanych przez UAVTEK przy współpracy z BAE Systems. Drony te nabyto dla Wojak Lądowych (WL) w ramach przewidywanych testów. Zostały one sprawdzone podczas ćwiczeń Army Warfighting Experiment (AWE) zorganizowanych przez Grupę ds. Przyszłych Zdolności brytyjskiego resortu obrony. Bug waży 196 g z baterią o żywotności 40 minut, zasięg wynosi do 2 km i co interesujące może latać przy wietrze 80 km/h (co potwierdzono na w/w ćwiczeniach). Dron Bug ma udźwig do 50 g, ale ma możliwość przenoszenia ładunków do 100 g, pozostając przy tym w limicie wagowym do 250 g. Bezzałogowy statek powietrzny jest wystrzeliwany i odzyskiwany ręcznie. Dron może przenosić szereg systemów, takich jak mikrofon, głośnik, światło białe, podczerwone (IR), kamera mapująca, kamera termowizyjna Drony Bug były używane operacyjnie podczas misji zagranicznych w Afryce. Najnowsza wersja, Bug 4.1, waży mniej niż 350 g i ma zasięg 3 km. Nie jest jasne czy MoD dokonał zakupów najnowszej wersji i czy nadal używana jest starsza wersja.



Rys.12. Dron Bug w 2020 roku podczas prób w WL Wielkiej Brytanii, źródło: uasweekly.com

W listopadzie 2020 r. drony T150 firmy Malloy Aeronautics zostały wykorzystane przez Royal Marines podczas ćwiczeń Grupy Reagowania Przybrzeżnego na Cyprze. Drony były szeroko wykorzystywane do latania z OKRĘTU na brzeg z amunicją, żywnością i zaopatrzeniem, aby uzupełnić zapasy komandosów na ziemi. Nie jest znana liczba dronów T 150 jaką nabyło MoD do testów. Wiadomym jest, iż Royal Navy intensywnie wykorzystuje je do prób, między innymi, jako drona ratownictwa morskiego, drona logistycznego, drona uzbrojonego w torpedę czy też, jako rój dronów. Dopiero w 2024 roku złożono zamówienie na 22 sztuki drona T 150. Kolejne dwa zamówiła Japonia. Jednocześnie trzeba zaznaczyć, iż prowadzone są też intensywne próby z dronami T 600 i T 400. Także nieznana liczba T150 została dostarczona Ukrainie przez Wielką Brytanię, jako pomoc wojskowa podczas wojny rosyjsko-ukraińskiej. Służyły one do dostarczania krwi, amunicji i innych kluczowych artykułów ukraińskiej piechocie morskiej operującej na Dnieprze.

Z kolei w lutym 2023 roku Ministerstwo Obrony przyznało firmie Schiebel kontrakt o wartości 20 milionów funtów na budowę Camcoptera S-100 z Thalesem, jako integratorem systemów. Nieuzbrojony dron będzie przeznaczony głownie do misji rozpoznawczych, wywiadowczych i obserwacyjnych dla okrętów operujących w Zatoce Perskiej. Drona szerzej opisaliśmy w rozdziale dotyczącym Francji.



Rys.13. Rój sześciu Malloy TRV150 wspierających 40Ccommando Royal Marines w 2022 roku. Był to pierwszy wojskowy rój dronów w Wielkiej Brytanii. Źródło: www.defenceimagery.mod.uk

Od około roku 2005 brytyjski MoD zainteresował się próbami wykonywanymi przez drony Zephyr. W roku 2006 MoD zdecydował się na zakup 3 sztuk dronów Zephyr 8 za sumę około 15 mln funtów. W grudniu 2021 r. MoD oświadczyło że dąży do uzyskania zdolności do "ultra trwałej komunikacji o dużym zasięgu z ISR, przy użyciu stratosferycznych bezzałogowych systemów powietrznych, którymi można szybko manewrować w obszarze zainteresowania w dowolnym miejscu na świecie" i ogłosiło w tym zakresie projekt Aether.



Rys.14. Obsługa naziemna pomaga startować dronowi Zephyr. Źródło Airbus/Christian Otto

W 2023 roku oficjalnie podano, że Sierra Nevada Corporation (SNC) i spółka zależna Airbusa AALTO (która obecnie jest właścicielem drona Zephyr) – zostały wybrane do rywalizacji w drugiej fazie Projektu Aether. Nie jest jasne, w jaki sposób MoD wykorzystywało wcześniej nabyte egzemplarze Zephyr 8. Prawdopodobnie jeden został utracony lub uszkodzony, gdyż ich stan na 2024 rok wynosił dwa sprawne egzemplarze. Producenci Zephyra przewidują, że jeden dron może zastąpić 250 masztów telefonii komórkowej, może być używany do prowadzenia działań wywiadowczych, obserwacyjnych i rozpoznawczych (ISR) z szerokim wizualnym pokryciem terenu 20×30 km oraz może być wyposażony w technologie radarowe, LIDAR i na podczerwień.

W sierpniu 2013 roku Ministerstwo Obrony podpisało dwuletni kontrakt z AugustaWestland (obecnie Leonardo Helicopters) o wartości 2,3 miliona funtów na opracowanie koncepcji Rotary Wing Unmanned Aerial System (RWUAS), który był finansowany w ramach programu Anti-Submarine Warfare Spearhead. Do prób i eksperymentów wykorzystywano bezzałogowy wiropłat SW-4 Solo z PZL Świdnik, będący pochodną śmigłowca SW-4 Puszczyk. SW-4 Solo wykazało zdecydowaną przewagę wobec rozważanego amerykańskiego konkurenta MQ-8 Fire Scout. W 2017 r. podpisano umowę drugiej fazy projektu o wartości 8 milionów funtów, finansowaną wspólnie przez Leonardo i MoD, w celu kontynuowania rozwoju SW-4 solo. W lipcu 2022 roku uruchomiono dla Royal Navy projekt Proteus. MoD przyznało firmie Leonardo kontrakt o wartości 60 mln funtów na zaprojektowanie i opracowanie demonstratora bezzałogowego śmigłowca dla Royal Navy, który ma być używany do zwalczania okrętów podwodnych i innych scenariuszy. W 2025 roku zademonstrowano wyniki prac, zaś w dziewiczy lot demonstratora jest przewidywany na połowę tego roku. Interesujące jest to, iż Leonardo przy opracowaniu projektu bogato korzystało z doświadczeń polskiego bezzałogowego śmigłowca SW-4 Solo, choć na docelową platformę wybrano lekki śmigłowiec AW 09. Prawdopodobnie gdyby nie polski projekt Leonardo nie wygrałoby konkursu w Wielkiej Brytanii.



Rys.15. Koncepcja Projektu Proteus wg Leonardo(kontrakt łącznie na ok. 70,3 mln funtów), gdzie w początkowych pracach głównie wykorzystano polskie doświadczenia. To za ile sprzedaliśmy cały PZL Świdnik? 339 mln PLN (67,8 mln funtów)?

Warto jeszcze wspomnieć o programach, które są prowadzone przez brytyjski MoD, ale ich efekty końcowe nie są znane lub programy zostały przerwane albo są kontynuowane, ale

niedokończone. Ilość tych programów jest imponująca, jednak efektywność przedstawia wiele do życzenia, o czym jeszcze wspomnimy.

Taranis to samolot demonstracyjny finansowany wspólnie przez Ministerstwo Obrony i BAE Systems. Został zaprezentowany w 2010 roku i przeszedł serię testów w locie i prób w Australii. Taranis miał trzy tryby lotu: ręczny, automatyczny i autonomiczny. Projekt prawdopodobnie został zawieszony po 2016 roku. Jego następcą został projekt Tempest. W latach 2012-2014 Wielka Brytania i Francja podpisały umowy i zobowiązały się do finansowania rozwoju nowego angielsko-francuskiego bezzałogowego statku powietrznego, nazwanego Future Combat Air System (FCAS). Ten nowy dron miał być oparty na programie Taranis i opracowany jako nEUROn. Jednak po Brexicie, w 2017 roku Francja podpisała umowę z Niemcami na opracowanie innego samolotu, a program angielsko-francuski został zawieszony. Wielka Brytania ogłosiła, że opracowuje nowy "opcjonalnie załogowy" FCAS o nazwie "Tempest" i przeznaczyła 2 miliardy funtów na początkową fazę projektu we współpracy z Włochami i Szwecją. W 2022 r. ogłoszono, że prace nad Tempestem będą prowadzone z Włochami i Japonią w celu opracowania nowego "myśliwca nowej generacji". Od 2024 roku do prac stara się być włączona Arabia Saudyjska. Nie jest obecnie znana dalsza przyszłość programu.
Brytyjskie Ministerstwo Obrony od kilku lat prowadzi prace rozwojowe nad potencjalnym użytkowaniem rojów dronów (m.in. w ramach projektu Alvina), niestety informacje w tym zakresie są niejawne. W maju 2023 r. Laboratorium Nauki i Technologii Obronnej (Defence Science and Technology Laboratory – DSTL) zorganizował próbę pod auspicjami AUKUS II, w ramach, której, jak stwierdzono, "wspólnie rozmieszczano australijskie, brytyjskie i amerykańskie systemy oparte na sztucznej inteligencji we wspólnym roju w celu wykrywania i śledzenia celów wojskowych w reprezentatywnym środowisku, w czasie rzeczywistym". Próba, która odbyła się na równinie Salisbury, wykorzystała różne drony powietrzne i naziemne celem przetestowania zdolności identyfikacji celów. Użyto min: bezzałogowe statki powietrzne Blue Bear Ghost (Wielka Brytania), Boeing/Insitu CT220, czołg Challenger 2, pojazd opancerzony Warrior i bezzałogowy pojazd naziemny (UGV) Viking, a także komercyjnie wynajęte działo samobieżne FV433 Abbot i BMP OT-90.
W zeszłym roku Wielka Brytania przetestowała również po raz pierwszy współpracę samolotów i autonomicznych dronów typu jet-to-jet. W ramach próby, która odbyła się we współpracy z Laboratorium Nauki i Technologii Obronnej (DSTL), Królewską Marynarką Wojenną oraz Centrum Wojny Powietrznej i Kosmicznej (ASWC), samolot odrzutowy firmy QinetiQ wystartował z bazy Ministerstwa Obrony (MOD) Boscombe Down w Salisbury, podczas gdy zmodyfikowany dron Banshee Jet 80 został wystrzelony z poligonu MOD u północno-zachodnich wybrzeży Szkocji. Lecąc z Boscombe na Hybrydy, samolot wkrótce przejął kontrolę nad dronem Banshee, a dron otrzymał polecenia od samolotu wykonania zadania, które wykonał, lecąc z prędkością ponad 500 km/h. Mało tego, w trakcie testu podłączono wirtualnie kolejne drony, które zaczęły skutecznie działać w skoordynowany sposób.
Warto jeszcze wspomnieć, iż w 2021 roku MoD planowało nabyć nieznaną ilość amunicji krążącej Switchblade do firmy AeroVironment. Jednak nie wiadomo ani czy ta transakcja doszła do skutku (potwierdzają ją niektóre źródła), ani jaki typ Switchblade został nabyty. W każdym bądź razie nie ma ani zdjęć z jej użycia ani nie ma oficjalnych źródeł potwierdzających ich nabycie. Być może zostały wysłane na Ukrainę, ale tam jak wiadomo się nie do końca się sprawdziły w 2022r. i być może zakupów nie kontynuowano.
Na końcu warto dodać, że w grudniu 2024 Ministerstwo Obrony (MOD) ogłosiło, że firma Modini Limited otrzyma kontrakt o wartości 7,5 miliona funtów na dostawę systemów FPV dla projektu ASGARD. Modini był jedynym dostawcą, który był w stanie spełnić wymagające kryteria MoD, takie jak masa ładunku, skalowalność produkcji, zasięg, prędkość maksymalna i możliwości lotu bez GPS.

DUALTRO

Drony lądowe Drony

Rozpoczynając temat robotów naziemnych armii brytyjskiej warto się cofnąć o parę lat i wspomnieć legendarnego robota Wheelbarrow Mk8B. Był to zdalnie zaprojektowany robot do usuwania ładunków wybuchowych i wszedł na wyposażenie w roku 1972, gdzie głównie służył w Irlandii Północnej a później w innych punktach zapalnych Świata. W trakcie całej swojej służby zniszczeniu uległo ponad 400 robotów tego typu, ratując życie wielu, bardzo wielu żołnierzom. Robota wycofano z użycia dopiero w 2019 roku. W jego miejsce weszła nowa konstrukcja L3 Harris T4.



Rys. 16 Robot legenda - Wheelbarrow, źródło: wikipedia

W 2010 roku brytyjskie siły zbrojne wprowadziły do użytku wspomniany wyżej system wykrywania i usuwania improwizowanych ładunków wybuchowych – Talizman. W skład systemu wszedł robot Talon. Wiadomo, iż co najmniej 13 tego typu systemów było na wyposażeniu wojsk brytyjskich. Robot Talon, to produkt amerykańskiej firmy Foster-Miller, która została wykupiona przez brytyjską firmę QinetiQ. Robot z ramieniem ma wagę 45 kg, udźwig ramienia to 9 kg, ale sam robot może uciągnąć ciężar do 340 kg. Czas pracy z dodatkową baterią to ponad 8 godzin. Robot tego typu pracował min. przy usuwaniu gruzów z WTD w 2011 roku, pracując bez awarii 45 dni. Rok później nabyło go Wojsko Polskie. W późniejszym okresie, robota tego wyposażono także w różnego rodzaju uzbrojenie. Nie jest jasne, w jakiej liczbie i czy nadal używają go brytyjskie siły zbrojne.


Rys.17 Robot Talon, źródło:, www.gizmohighway.com

W 2009 roku, razem z systemem Talisman, brytyjski MoD nabył 80 ultralekkich robotów Dragon Runner 10. Z tym, iż armia brytyjska zażyczyła sobie odmianę gąsiennicową, która jeszcze była niedopracowana. Później zwiększono jeszcze zamówienie do 100 sztuk za sumę 12 mln funtów.


Rys.18 Dragon Runner w trakcie prac na pustyni, źródło: www.epequip.com

Prawdopodobnie roboty są używane do dnia dzisiejszego, niestety nie jest znana ich liczba ani czy zostały dokupione nowsze wersje (choć to prawdopodobne, gdyż pojawiła się informacja o cenie jednostkowej 140 000 funtów). Dragon Runner przeszedł liczne próby przed wprowadzeniem go do służby, takiej jak wyrzucenie go z trzeciego piętra czy ciężarówki pędzącej z prędkością 72 km/h. Sam robot może poruszać się z prędkością do 32 km/h (wersja kołowa) i pracować intensywne przez 4 godziny. Jego waga może się wahać od 4,5 kg do 9 kg w zależności od wyposażenia. Robot może pełnić misje zwiadowcze, obserwacyjne, jak i być wyposażony w dodatkowy chwytak celem usuwania niebezpiecznych przedmiotów. Można go przenosić w plecaku. Brał udział w działaniach w Faludży, gdzie przetestowano jego przydatność w walkach w mieście.

W 2011 roku brytyjskie Ministerstwo Obrony zakupiło dziesięć platform MineWolf - MW240, wraz z systemami kamer i szeregiem narzędzi do usuwania ładunków wybuchowych, aby zwiększyć bezpieczeństwo i pomóc w walce z improwizowanymi ładunkami wybuchowymi w Afganistanie. Żołnierze brytyjscy używali ich, jako kluczowego narzędzia do oczyszczania tras z improwizowanych ładunków wybuchowych. Zakup 7 sztuk tego sprzętu dokonała również Bundeswehra. Jest to duża maszyna rozminowująca z waga ponad 8 ton i możliwością zamontowania bijaka, glebogryzarki lub innych urządzeń z przodu. Prawdopodobnie nie jest już używana przez siły zbrojne Wielkiej Brytanii. Zaś sama firma zbankrutowała.

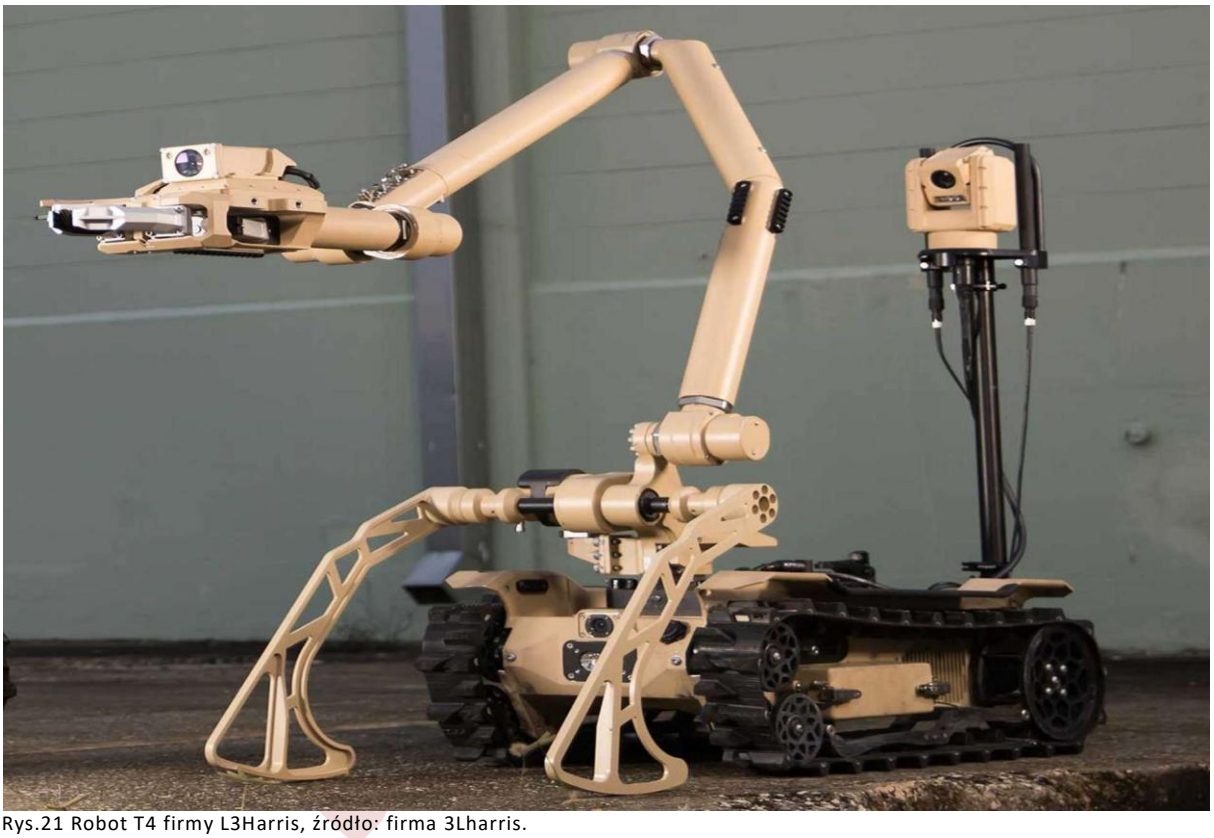


Rys.19 MW 240 firmy MineWolf, źródło: armyrecognition.com



Rys.20 T7 firmy L3Harris, źródło: L3Harris

W 2017 roku brytyjska armia zamówiła 56 robotów T7 od amerykańskiej firmy Harris Corporation, za sumę 55 mln funtów. Roboty te wsparły zespoły zajmujące się usuwaniem materiałów wybuchowych (EOD) i zastąpiły wcześniej omawiane Wheelbarrow Mk8B. W 2019 roku zwiększono zamówienie do 122 robotów. Roboty te mają wagę 332 kg, około 8-godzinny czas pracy, maksymalny udźwig powyżej 100 kg, prędkość maksymalną do 8 km/h a zasięg działania wynosi do 1000 m. Robot ten został opracowany od podstaw i ma szerokie zastosowanie od oczyszczania materiałów niebezpiecznych (HAZMAT), usuwania materiałów wybuchowych (EOD), misji wywiadowczych, obserwacyjnych i rozpoznawczych (ISR) do misji specjalnych i taktycznych (SWAT). W zeszłym roku przeprowadzono próby z wyposażeniem WRE oraz systemem zwalczania bezzałogowych statków powietrznych.



Rys.21 Robot T4 firmy L3Harris, źródło: firma 3Lharris.

Ministerstwo Obrony Wielkiej Brytanii ogłosiło 10 maja 2024 r. zakup za 21 milionów funtów 50 robotów do usuwania bomb L3Harris T4. Roboty te są specjalnie zaprojektowane do pracy w trudnych warunkach, takich jak wąskie przestrzenie miejskie i trudny teren, a nawet mogą poruszać się po schodach. Jednostki T4 wejdą do służby w 29 Grupie Obrony Terytorialnej i Poszukiwawczej (29 EOD & Search Group), Grupie Zagrożeń Podwodnych i Eksploatacji (Diving Threat and Exploitation Group), Królewskim Pułku Gibraltarskim (RG) oraz Cypryjskiej Jednostce Wsparcia Operacyjnego (Cyprus Operational Support Unit – COSU). Robot ten waży 70 kg (z akumulatorami) + 33 kg ramię manipulatora. Czas pracy wynosi ok. 7 godzin.

W latach 2020-22 w ramach programu „Robotic Platoon Vehicles Programme" brytyjskie MoD zamówiło 15 pojazdów firmy Rheinmetall Canada – Mission Master SP. Pojazdy te zamówiono w różnych konfiguracjach: Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance (ISTAR) oraz najliczniejsze pojazdy cargo. Zamówienia dokonano w ramach trzech kolejnych konkursów „Spiral". Mission Master SP to pojazd elektryczny, z możliwością modułowej, wszechstronnej zabudowy, o długości 305 cm, szerokości 152 cm i wysokości zaledwie 102 cm. Jego waga to 1134 kg, z możliwością zamontowania jeszcze 1 tony sprzętu.

Pojazd rozpędza się do 40 km/h a jego zasięg wynosi do 54 km. Co interesujące ma on zdolności amfibijne, porusza się po wodzie z prędkością od 4 do 8 km/h i może zabrać ze sobą 300 kg ładunku. Może być przemieszczany droga powietrzną jak również być ciągniony za pojazdem z prędkością do 70 km/h. Mission Master SP mogą też działać na zasadzie roju wzajemnie się wspierając w wykonaniu misji i to przy udziale jednego operatora.



Rys.22 Pojazd bezzałogowy Mission Master SP, firmy Rheinmetall w konfiguracji cargo, źródło: Rheinmetall



Rys.23. Titan to w pełni modułowy, hybrydowy bezzałogowy pojazd naziemny (UGV) opracowany wspólnie przez Milrem i QinetiQ North America (QNA). Bazuje on na opracowanym przez Milrem systemie THeMIS, źródło: www.army-technology.com

Charakterystyczną cecha armii brytyjskiej jest przeprowadzanie wszechstronnych testów istniejących konstrukcji UGV. Dla przykładu w grudniu 2018 roku w ramach ćwiczeń Army

Warfighting Experiment 2018 w Salisbury Plain użyto czterech pojazdów Milrem Robotics, w tym dwa skonfigurowane przez QinetiQ do standardu TITAN.
Pojazd autonomiczny Titan firmy QinetiQ, opracowany wspólnie z estońską firmą Milrem, składa się z systemu gąsienicowego opartego na modułowej architekturze oraz systemu misji wykorzystującego LIDAR (technologię teledetekcji wykorzystującą lasery) i widzenie stereoskopowe, jako podstawowe środki wykrywania otoczenia. Pojazd napędzany jest hybrydowym silnikiem elektrycznym z akumulatorem kwasowo-ołowiowym i osiąga prędkość maksymalną 20 km/h przy ładowności do 750 kg.
Celem ćwiczeń podczas czterotygodniowych działań było sprawdzenie jak można zwiększyć przeżywalność i skuteczność żołnierzy na współczesnym polu walki. Testy zostały przeprowadzone w trzech fazach: prowadzenie działań bojowych bez korzystania z nowych technologii; prowadzenia operacji bojowych z wykorzystaniem nowych technologii, ale bez zmiany taktyki; i wreszcie, prowadzenia operacji bojowych z wykorzystaniem nowych technologii i dostosowywania taktyki do możliwości robotów i nowej technologii. Dla przykładu: jeden z UGV był skonfigurowany, jako WEM, drugi współpracował z dronem na uwięzi, kolejny wyposażony był w zestaw czujników, w tym kamery elektrooptyczne i termowizyjne oraz radar pola walki, zaś ostatni, w uzbrojenie firmy Kongsberg. Nota bene, proszę wskazać tak wszechstronne ćwiczenia w Polsce z użyciem różnego rodzaju UGV?
Dwa lata później MoD zakupiło do testów po trzy systemy bezzałogowych pojazdów naziemnych Viking firmy Horiba Mira, za sumę 2,3 mln funtów i dwa firmy QinetiQ (oparty o system firmy Milrem) za sumę ok. 2,7 mln funtów. Oba zakupy były dokonane w ramach wsparcia projektu Theseus, którego celem było zbadanie możliwości wdrożenia autonomicznych platform w celu zwiększenia płynności i wydajności logistyki na polu walki.
Viking to 6-kołowy pojazd, który może poruszać się z prędkością 50 kilometrów na godzinę (km/h) nawet w trybie elektrycznym. Pojazd wykorzystuje zaawansowaną autonomię opartą na sztucznej inteligencji, opartą na wizualnym rozpoznawaniu terenu, z możliwością nawigacji bez GPS i udźwigiem do 600 kg. Rok później DSTL ogłosiło inwestycję w wysokości 1,5 miliona funtów (2,08 miliona dolarów) i podpisało umowę z Horiba Mira na opracowanie pojazdu odpornego na chemikalia, biologię, radiologię i broń jądrową (CBRN).



Rys.24.Ppojazd Viking, źródło: Horiba Mira

Drugi pojazd to pojazd autonomiczny Titan firmy QinetiQ, opracowany wspólnie z estońską firmą Milrem, składa się z systemu gąsienicowego opartego na modułowej architekturze oraz systemu misji wykorzystującego LIDAR (technologię teledetekcji wykorzystującą lasery) i widzenie stereoskopowe, jako podstawowe środki wykrywania otoczenia. Pojazd napędzany jest hybrydowym silnikiem elektrycznym z akumulatorem kwasowo-ołowiowym i osiąga prędkość maksymalną 20 km/h przy ładowności do 750 kg.
Wspomniany wyżej zakup pojazdów Mission Master SP nie zakończył eksperymentów armii brytyjskiej z pojazdami UGV. W marcu 2023 r. w Wielkiej Brytanii przeprowadzono próby ciężkich (o wadze powyżej 5 ton) bezzałogowych systemów naziemnych (H-UGV). Przez ponad dwa tygodnie odbywały się rygorystyczne próby w Armoured Trials and Development Unit w Bovington w hrabstwie Dorset. W próbie wybrano trzy firmy, które wzięły udział w prezentacji swoich platform: Elbit z jego Robust, Milrem i jego Type X oraz Rheinmetall z Wieselem. Celem ćwiczeń była przede wszystkim wymiana doświadczeń i oczekiwań pomiędzy armią i przemysłem i określić, co ciężkie platformy mogą zrobić obecnie a co może być do osiągnięcia w przyszłości.



Rys. 25. Ćwiczenia w 2023 w Bovington, na pierwszym planie Wiesel, źródło: www.defenseadvancement.com



Rys. 26. Ćwiczenia w 2023 w Bovington, Type-X Robotic Combat Vehicle firmy Milrem Robotics, wyposażony w wieżę CPWS II firmy John Cockerill, źródło: www.unmannedsystemstechnology.com

Roboty nawodne i podwodne

Największą uwagę w zakresie wyposażenia w pojazdy autonomiczne, Royal Navy przykłada do sił przeciwminowych. Biała księga obronna z 2021 r. potwierdziła, że wszystkie istniejące statki MCMV zostaną wycofane i zastąpione systemami autonomicznymi. Co ciekawe w 2021 r. na lata 2019-29 nie przyznano żadnych środków na zastąpienie załogowych okrętów przeciwminowych innymi okrętami przeciwminowymi. Ale jest to wynikiem konsekwentnej polityki zastępowania załogowych zespołów przeciwminowych, zespołami bezzałogowymi.
Już w maju 2015 r. podpisano umowę z Atlas Elektronik UK na dostawę bezzałogowych okrętów nawodnych (USV) systemu ARCIMS do autonomicznego rozminowywania. W sumie do 2021 roku zakupiono pięć 11-metrowych wariantów tego typu (RNMB Hussar, Hazard, Halcyon, Harrier i Hydra) i przydzielono je do Mine Threat and Exploitation Group w HMNB Clyde. Okręty zostały zakupione w ramach programu Mine Hydrographic Capability (MHC) i są wyposażone w systemy akustyczne, elektroniczne i magnetyczne, które mogą emitować sygnały przez holowaną jednostkę, aby wywołać detonację min. Łodzie mogą pracować z załogą, być zdalnie sterowane lub być wstępnie zaprogramowane do autonomicznego wykonywania misji. Zakupiono też szóstą jednostkę, 15-metrowy wariant przeciwminowy (RNMB Hebe). Większy rozmiar Hebe pozwala mu na umieszczenie w nim Przenośnego Centrum Operacyjnego na wodzie, które pozwala kontrolować siostrzane statki, jednocześnie koordynując autonomiczne operacje.



Rys.27. RNMB Harrier przed wysłaniem do Zatoki Perskiej, prowadząc intensywne próby na Clyde w towarzystwie RNMB Hebe, marzec 2022 r. źródło: Ministry of Defence.

Kolejnymi komponentami programu Mine Hunting Capability (MHC) jest brytyjsko-francuski program Maritime Mine Counter Measures (MMCM), który ma dostarczyć cztery zestawy systemów przeciwminowych dla Royal Navy i 7 zestawów dla Marine Nationale. System ten udało się dopracować dopiero w roku 2024 i został on zaprezentowany przez firmę Thales, jako Pathmaster MCM. Jego dostawy planuje się na początek 2025 roku.
W skład każdego systemu wchodzą: Przenośne Centrum Operacyjne (POC) umieszczone w 20-stopowym kontenerze, dwa 12-metrowe bezzałogowe okręty nawodne firm Thales /L3Harris (USV - Apollo), holowany sonar T-SAM (Synthetic Aperture Multiviews), firmy Thales oraz system neutralizacji min – Multi-Shot Mine Neutralisation System - MuMNS. Każda z dwóch 12-metrowych USV firm L3HarrisASV/Thales, zdolna jest do rozmieszczenia, wystrzelenia i odzyskania holowanego sonaru Thales T-SAM (sonar SAMDIS zdolny do wykrywania,

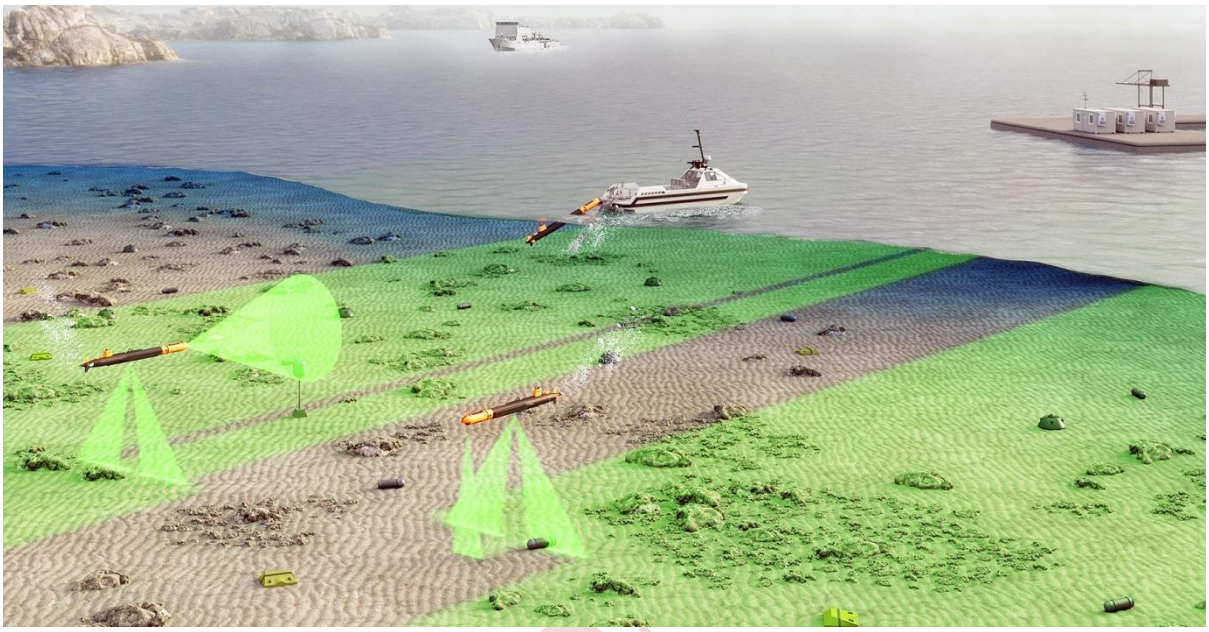
klasyfikowania i lokalizowania zagrożeń minowych- funkcje DCL) oraz szwedzkiego robota ROV Saab MuMNS (Multi-Shot Mine Neutralization System) zdolnego do ich przemieszczania i neutralizacji. Każdy pakiet Pathmaster zawiera również bezzałogowe pojazdy podwodne (w przypadku Royal Navy – UUV firmy Atlas Elektronik) wyposażone w sonary, które mogą być używane razem lub oddzielnie przez inne systemy.



Rys.28. RNMB Apollo 12-metrowy bezzałogowy okręt firm Thales/L3Harris, źródło: Royal Navy/Stuart Dickson


Rys.29. ROV Saab MuMNS (Multi-Shot Mine Neutralization System) na pokładzie RNMB, źródło: Zespół testowy RN Maritime Autonomous Systems Trials (x.com)

W kwietniu 2022 r. firma AEUK otrzymała kontrakt o wartości 32 mln funtów na dostawę dziewięciu bezzałogowych robotów podwodnych SeaCat. Jest to kontynuacja projektu MHC. SeaCat to modułowy robot podwodny z możliwością umieszczenia sonaru z syntetyczną aperturą (SAS) oraz zaawansowanego oprogramowania do planowania i analizy - Seebyte Neptune. AEUK nawiązał współpracę ze szwedzkimi specjalistami, firmą Lidan Marine, w celu opracowania systemu startu i odzyskiwania (LARS), dzięki czemu SeaCat może być wykorzystywany zarówno z RNMB Harrier i jego siostrzanych łodzi, jak i z łodzi klasy SEA.



Rys. 30. Koncepcja SeaCat MCM źródło: AEUK

Interesującym rozwiązaniem w programie MHC jest to, iż planowana fregata typu 32 częściowo zastąpi obecne okręty przeciwminowe i będzie działać, jako "okręt-matka" dla przyszłych zdolności marynarki wojennej w zakresie bezzałogowych środków przeciwminowych. W 2023 r. w ramach programu MHC, zakupiony został przez Royal Fleet Auxiliary, statek MV Island Crown, który ma pełnić rolę platformy próbnej do dalszego rozwoju koncepcji wykorzystania statków-matek do wspierania autonomicznych systemów poszukiwania min. Powstaje pytanie: jak daleko od tego typu rozwiązań jest nasza Marynarka Wojenna z nowo wprowadzonymi (załogowymi!) niszczycielami typu Kormoran?



Rys. 31. MV Island Crown, źródło: NavyLookout (twistter)



Rys.32. XV Patrick Blackett, źródło: NavyLookout

W 2021 roku w ramach rozwoju autonomicznych sił nawodnych, Royal Navy (RN) nabyła pojedynczą łódź ASV Madfox (MAritime Demonstrator For Operational eXperimentation) firmy L3Harris. Jest to łódź rozpoznania, obserwacji i ochrony większych jednostek, operujących w pobliżu wybrzeży. RN w ten sposób chce przygotować się do szerszego zakupu podobnych jednostek morskich, stąd nie bagatelizowałbym tego zakupu.
W podobnych celach zakupiono statek eksperymentalny Patrick Blackett. Statek pływa pod bandera państwową (pomocniczą?), ale nie bojową RN. Ten 270 tonowy statek, wszedł do służby w 2023 roku. Posiada tylko 5 osobową załogę (maksymalnie może pomieścić 12 osób) i przeznaczony został, jako jednostka doświadczalna dla nowych technologii, w tym bezzałogowych pojazdów podwodnych, bezzałogowych pojazdów nawodnych i nawigacji kwantowej. Ma możliwość zamontowania dwóch kontenerów, nośność jego tylnego pokładu wynosi 100 ton a jego żurawiki mogą podnosić z wody ciężar do 4 ton.

Warto też wspomnieć o brytyjskich robotach podwodnych. W 2001/2 roku RN nabyła roboty REMUS 100 firmy Hydroid Inc. REMUS 100 to autonomiczny pojazd podwodny używany do mapowania dna morskiego, pomiarów podwodnych oraz poszukiwań i odzyskiwania, a także do misji zwalczania min. Jego maksymalne zanurzenie wynosi 100 metrów, może pracować z prędkością do 5 węzłów (9,3 km/h) i ma wytrzymałość do 22 godzin przy standardowej prędkości przelotowej 3 węzłów (5,6 km/h). Wszystkie roboty są użytkowane do dzisiaj. Z tym, iż obecnie właścicielem konstrukcji jest firma Huntington Ingalls.



Rys.33. Robot podwodny REMUS 100, firmy Huntington Ingalls, źródło: navalnews. com

Bezzałogowe pojazdy podwodne typu REMUS mogą być szybko rozmieszczone z dowolnego okrętu i zapewniają pokrycie dużego obszaru podczas jednej misji, co czyni je idealnymi także do operacji SAR. Sonar ze skanowaniem bocznym i precyzyjna nawigacja dostarczają bardzo dokładnych danych dla lokalizacji celów, w tym zestrzelonych samolotów i zatopionych

okrętów, ale też pól minowych. Dlatego Royal Navy zakupiła w roku 2007 większą wersje w/w robota – REMUS 600. Na jej wyposażeniu też są roboty REMUS 300. Ostatni zakup robotów tego typu miał miejsce w roku 2024 gdzie RN nabyła 3 szt. robotów Remus 100 i 5 sztuk Remus 300. Kilka sztuk robotów REMUS 100 zostało przekazane Ukrainie, ale nie jest jasne czy były to nowe roboty czy też wcześniej używane przez RN. Oprócz robotów typu REMUS na wyposażeniu znajdują się tez roboty M500, ale nie jest znana ich liczba.



Rys.34. Robot podwodny REMUS 600, firmy Huntington Ingalls, źródło: www.unmannedsystemstechnology.com

Wielka Brytania nie pozostaje także w tyle, jeśli chodzi o budowę bardzo dużych bezzałogowych pojazdów podwodnych (XLUUV). Już w 2019 roku MoD ogłosił konkurs na budowę demonstratora XLUUV. Zlecenie na budowę XLUUV za sumę 2,4 mln funtów, pod nazwą Program Manta, otrzymała brytyjska firma MSubs z Plymouth. Po zakończeniu w/w programu, Firma MSubs Ltd otrzymała w 2022 roku, w ramach programu Cetus, kolejny kontrakt o wartości 15,4 miliona funtów (niektóre źródła podaja kwotę 21,5 mln funtów), tym razem na budowę pierwszego XLUUV (Extra Large Uncrewed Underwater Vehicle) należącego do Royal Navy. Program Cetus przewiduje budowę 17 tonowego okrętu podwodnego o długości 12 metrów i 2,2 metra średnicy. Konstrukcja obejmuje dwa zbiorniki ciśnieniowe oddzielone centralną komorą ładunkową. Warto zauważyć, że statek będzie w stanie nurkować głębiej niż jakikolwiek okręt w obecnej flocie okrętów podwodnych i będzie miał zasięg ponad 1000 mil. Jest to konstrukcja modułowa z opcjonalną dodatkową sekcją logistyczną, którą można dodać w celu podwojenia pojemności statku, a zasięg można zwiększyć, instalując dodatkowe akumulatory. Całość programu ma trwać 6 lat, zaś pierwsze próby morskie są przewidywane już w tym roku. Warto dodać, że wielki przegrany programu Cetus – BAE Systems, prowadzi własny program XLUUV – Herne, w kooperacji z Kanadyjską firmą Cellula Robotics. O ile Cetus powstaje, jako całkowicie nowa konstrukcja, to Herne jest rozwinięciem platformy Cellula Solus-XR. Herne przeszedł już próby w Wielkiej Brytanii w roku 2024 i jest lżejszą platformą od Projektu Cetus. Na tyle lekką, iż mieści się w 40-stopowym kontenerze lub może być zrzucany na spadochronie przez A400M.

DRAFT



Rys.35 Wizualizacja programu Cetus, źródło: www.defensa.com

Szkolenia

Całość szkolenia z rekruta na operatora drona w Królewskiej Artylerii podzielona jest na 3 stopnie. Pierwszy, podstawowy stopień obejmuje 13-sto lub 14-sto tygodniowe przeszkolenie podstawowe. Nie można przy tym przekroczyć 35,5 roku życia. Po tym szkoleniu następuje drugi stopień, gdy żołnierz zostaje skierowany do koszar w Larkhillna na kolejne 15 tygodniowe szkolenie. W trakcie tego szkolenia uczy się żołnierzy jazdy samochodem terenowym z przyczepą, przetrwania w terenie oraz wyrabia tężyznę fizyczną (codzienne ćwiczenia sportowe). Po tym kursie żołnierz otrzymuje uprawnienia na samochód (B+E), europejskie prawo jazdy, umiejętność obsługi komputera i technologii informacyjnej (CLAIT), szkolenie w Instytucie Przywództwa i Zarządzania. Dopiero po obu tych kursach (po prawie pół roku) żołnierz jest kierowany albo do 32 albo do 47 pułku artylerii, gdzie przechodzi trzeci stopień szkolenia, czyli szkolenie w zakresie obsługi drona danego typu. Jeśli jesteś niepełnoletnim żołnierzem (masz 16 lat lub więcej), zostajesz skierowany na 48 tygodniowy kurs dla młodocianych żołnierzy, co wraz z urlopem pozwala Tobie osiągnąć wiek 17 roku, aby być dorosłym żołnierzem. I dopiero potem jesteś kierowany do któregoś z pułków artylerii na szkolenie na pilota drona. Żołnierz w pierwszym roku służby ma zagwarantowany żołd w wysokości 25 200 funtów.

Szkolenia w obu pułkach przeprowadzają instruktorzy (czyli żołnierze z dużym doświadczeniem), wg z góry założonego programu (niestety nie udało się nam dojść do jego szczegółów). Jednak w wypadku przezbrajania się na całkowicie nowy sprzęt, wojsko zatrudnia firmę zewnętrzną, która pomaga we współpracy z producentem (w tym wypadku Lockheed Martin UK), wdrożyć nowy system na uzbrojenie pułku. Tak jest w wypadku projektu Tiquila, gdzie misję szkoleniową wdrażania dronów Indago 4 i Stalker VXE30 powierzono firmie Inzpire Limited. Inzpire świadczy usługi w zakresie analizy potrzeb szkoleniowych, projektowania szkoleń i dostarczania szkoleń instruktorom bezzałogowych systemów powietrznych armii brytyjskiej, w tym w Królewskiej Szkole Artylerii w Larkhill. Eksperci Inzpire dostarczą teoretyczne i realizowane w praktyce treści szkoleniowe, zapewniając, że armia otrzyma dostosowany do potrzeb pakiet szkoleniowy, który stale ewoluuje, aby wspierać cykl życia nowo pozyskanego sprzętu. Firma najpierw przeszkoli żołnierzy z dużym doświadczeniem, którzy są już na etatach w Jednostkach Wojskowych (JW), aby pełnili oni rolę instruktorów we własnych pododdziałach. Otrzymają oni od Inzpire pakiet szkoleniowy (np. konspekty, plany pracy, metodologie) oraz stałe wsparcie w ramach dalej rozwijanych w/w pakietów szkoleniowych. Trzeba w tym miejscy dodać dwie uwagi. Inzpire Limited został wybrany dla projektu Tiquila na zasadzie konkursu (a nie układów wewnątrz wojskowych, czy sztucznie zarządzonej „pilnej potrzeby operacyjnej"), po drugie projekt tak dużego i szerokiego szkolenia dla British Army, jest pierwszym projektem realizowanym na tak szeroką skalę. Trzeba dodać, że Inzpire Limited ma ogromne doświadczenie w usługach zdalnie sterowanych systemów powietrznych (RPAS) i ISR, popartą wiedzą zatrudnionych wojskowych ekspertów, z których ponad połowa z to rezerwiści RAF, regularnie odbywający szkolenia wojskowe, gdzie realizują i wspierają operacje ISR i RPAS na pierwszej linii.

O ile podstawowymi dronami artylerii brytyjskiej zostały Indago 4 i Stalker VXE30, o tyle podstawowymi dronami piechoty i wojsk zmechanizowanych zostały prawdopodobnie Black Hornet i Parrot Anafi USA. Decyzja o zakupie tych drugich w większej ilości zapadła dopiero ostatniej jesieni. Aby zostać operatorem w/w dronów w brytyjskiej armii trzeba ukończyć trzytygodniowy kurs operatora np. drona Anafii USA (osobny jest dla Black Hornet). Organizowane jest ono często przez instruktorów w jednostkach brytyjskich. Generalnie szkolenie prowadzone jest w trzech kierunkach:

DRAFT

Rekonesans – żołnierz używa dronów do obserwacji własnych pozycji, lokalizowania pozycji przeciwnika i przekazywaniem informacji do własnego pododdziału, wszystko w zasięgu wzroku,
Złożone misje – żołnierz wykonuje lot poza polem widzenia, utrzymuje łączność wideo, zdolność działań telemetrycznych oraz kontakt z dowództwem oraz ogólną kontrolę nad dronem, przez maksymalnie 32 minuty (czas lotu),
Wrażliwe operacje – żołnierz otrzymuje bezpieczne łącze bezprzewodowe i szyfrowanie kartą SD dla misji, która musi wykonać.

Prowadzone są również szkolenia w batalionach z zakresu kierowania ogniem moździerzy i dział przy pomocy drona, zarówno w kompaniach strzeleckich jak i kompanii wsparcia. Loty podczas szkolenia wykonuje się zarówno w złych warunkach pogodowych jak i o różnych porach dnia, wykorzystując przy tym wszystkie możliwości techniczne drona. Szkolenie jest też powiązane z wchodzącą kompatybilnością sprzętu z oprogramowaniem battlefield ATAK, dzięki której min. odróżnia się drony obce od własnych.

W połowie 2024 roku Dowództwo Strategiczne postanowiło w ramach JHub (o którym niżej) otworzyć Drone Academy, czyli akademię skupioną na początku na szkoleniu w obsłudze dronów FPV. Powołanie Drone Academy ma na celu zwiększenie zdolności Sił Zbrojnych poprzez szybsze wdrażanie innowacyjnych technologii. Przy współpracy z Centrum Ćwiczeń Bojowych Wojsk Lądowych (Army's Combat Manoeuvre Centre), w ramach projektu Drone Academy opracowano i dostarczono rozproszone rozwiązania szkoleniowe w zakresie latania FPV dla wszystkich trzech rodzajów sił zbrojnych. Trzeba dodać, że szkolenie w akademii obejmuje też szkolenia z zakresu SmartShooter SMASH (Smart Weapon Sight Fire Control System) w celu zestrzeliwania zagrożeń ze strony UAV.
W ramach prowadzonych działań, początkowym zadaniem było wyselekcjonowanie spośród już służących operatorów dronów, żołnierzy, którzy mają szczególne predyspozycje do lotów na dronach FPV. Mają oni być zaczątkiem kadry instruktorskiej. Pierwsze takie selekcje przeprowadzono w 16 Brygadzie Desantowo-Szturmowej latem 2024 roku. Jest to jednostka, która pierwsza testuje nowe rozwiązania związane z dronami. Wyselekcjonowani żołnierze symulowali operację dronem FPV przy użyciu 5-calowego (13-centymetrowego) bezzałogowego statku powietrznego (UAV) i gogli wirtualnej rzeczywistości. Laptop został również wykorzystany do wyświetlania symulowanych przeszkód i innych scenariuszy, które miały wspomóc proces selekcji. Szczególnym ciężarem dla uczestników był brak GPS i oprogramowania stabilizacyjnego, montowanego w konwencjonalnych UAV. W ramach szkolenia wybrani operatorzy korzystający z kompaktowych i ekonomicznych dronów FPV nauczą się zarówno namierzania celu za pomocą systemów w jednorazowego użytku, jak i zrzucania ładunków za pomocą systemów wielokrotnego użytku. Żołnierze ćwiczą z dronami FPV zaprojektowanymi specjalnie do treningu i używają wyrafinowanych symulatorów, aby doskonalić swoje umiejętności. Wg otrzymanych informacji szkolenie pilotów dronów FPV ma być rozwijane w całych siłach zbrojnych. Trzeba też dodać, iż projekt Drone Academy jest częścią „Projektu Lewes", którego celem jest, pisząc w skrócie – zwiększenie śmiertelności przeciwnika za pomocą nowoczesnych technologii i innowacji.
Co ciekawe armia brytyjska stworzyła również „klub FPV", który zachęca żołnierzy do zainteresowania się tym rodzajem dronów. Stąd na początku obecnego roku zorganizowano po raz pierwszy konkurs FPV. Najlepsi „laureaci" mają trafić do jHub Drone Academy a w przyszłości mają szansę stać się instruktorami w tej instytucji.

DUALITY



Rys.36. Żołnierz z 2 batalionu Pułku Spadochronowego, podczas symulowanego lotu dronem Aquila Beta FPV, 2024 źródło: British Army

Warto się zatrzymać na owym konkursie gdyż być może stanie się on konkursem cyklicznym i może służyć dopracowaniu systemu szkoleń w brytyjskiej armii jak również wyselekcjonować przyszłych instruktorów w Drone Academy. Konkurs odbył się w Wellington Barracks w Westminsterze, gdzie każda jednostka 1 Dywizji wystawiła swój zespół pilotów dronów (każda jednostka – to nie pomyłka!). W sumie zebrano 30 czteroosobowych zespołów, które otrzymały najnowocześniejsze drony FPV zbudowane z węglowodorów i zestawy słuchawkowe Point of View (POV). Zespoły musiały rywalizować ze sobą w skomplikowanej strefie bitwy, składającej się ze zrujnowanych budynków i uszkodzonych pojazdów. Następnie, po przedarciu się w całkowitej ciemności przez okopy, stanęli w obliczu scenariusza operowania poza liniami własnymi. Tam wykonywano planowane misje jako jeden zespół, aby wydobyć jak najwięcej danych wywiadowczych, zanim bezpiecznie zawrócą drony z tego obszaru „do domu". Co ciekawe zmagania mogli obserwować na żywo żołnierze każdej z jednostek, jednocześnie analizując przebieg misji.

Jak już wcześniej wspomniano brytyjska armia lądowa nie ogranicza się tylko do ćwiczeń symulowanych, ale prowadzi też ćwiczenia i szkolenia z dronami w terenie, jednocześnie łącząc różne domeny w działaniu. W marcu 2021 r. stacjonujący na Cyprze 2 batalion pułku Yorkshire został wybrany na Batalion Doświadczalny Armii. Batalion, wzmocniony przez specjalistów ds. wsparcia bojowego i wsparcia logistycznego z całej armii, funkcjonuje jako Zespół Bojowy Nowej Generacji (Next Generation Combat Team) wspierający rozwój wszystkich rodzajów sił zbrojnych. Jednostka testuje wszystkie rodzaje nowego lub koncepcyjnego uzbrojenia i wyposażenia, oferowanego brytyjskiej armii, od celowników po roboty i ocenia zarówno ich przydatność jak i opracowuje koncepcje użycia nowej technologii. Ten Batalion Doświadczalny znajduje się w czołówce integracji człowiek-maszyna, definiując architekturę tego jak współpraca z robotami i dronami ma wyglądać na polu bitwy przyszłości. W 2022 r. aktywowano Wojskową Grupę Doświadczalną i Próbną (Experimentation and Trials Group - ETG). 2 Batalion pułku Yorkshire stanowi rdzeń ETG, uzupełniony o jednostki specjalistyczne lub eksperymentalne.
Dla przykładu, jesienią zeszłego roku przeprowadzono w ramach Experimentation and Trials Group (ETG) ćwiczenia gdzie elementami było stawianie min przez drony, ewakuacja rannych dronami, zaopatrywanie przez drony, zestrzeliwanie obcych dronów (za pomocą celownika

DRAFT

Smartshooter SMASH, który montuje się na standardowym karabinie szturmowym SA80 A3), oraz obserwacja i korygowanie wsparcia logistycznego i ogniowego za pomocą dronów. Tam też przetestowano po raz pierwszy w Europie amunicję krążącą Spike Firefly, która może pozostać niewykryta nad celem przez dłuższy czas, a która może mieć głowice bojową do 350 g i czas pracy 15-30 minut. Ćwiczenia uwypukliły znaczenie posiadania cyfrowo połączonej sieci oraz wymóg bardziej zaawansowanego i złożonego szkolenia na najniższym poziomie.

Jak już wcześniej wspomniano rozpoczęty w 2009 r. program Urban Experimentation (URBEX) został zastąpiony w 2017 r. serią corocznych ćwiczeń Army Warfighter Experiment (AWE). AWE to główny program innowacyjny, koncentrujący się na łączeniu żołnierzy z maszynami wyposażonymi w sztuczną inteligencję. Jest on prowadzony w ścisłej współpracy z przemysłem w celu identyfikacji i oceny obecnych i powstających technologii pod kątem ich potencjału operacyjnego. Każdego roku cały program AWE jest podzielony na trzy poziomy. Na poziomie A dokonuje się wyboru sprzętu wśród oferentów, takiego, który odpowiada bieżącym celom, bądź tematom, nad którymi pracuje zespół AWE. Poziom B to badanie bezpieczeństwa sprzętu, który zespół AWE decyduje się włączyć do poziomu C, czyli fazy eksperymentalnej. Zintegrowana ocena poziomu C, z udziałem pododdziałów, zwykle przeprowadzana jest w listopadzie. Zatem po prawie roku interakcji między armią a partnerami przemysłowymi, przeprowadza się intensywne testy terenowe, przeprowadzane nie tylko przez specjalistów wojskowych, ale głównie przez żołnierzy z wykorzystaniem wybranego uzbrojenia lub sprzętu. Jeszcze raz podkreślę - informacje zwrotne od żołnierzy stały się nieocenionym aspektem ćwiczeń, potwierdzającym lub obalającym użyteczność danego systemu w rzeczywistych warunkach. Testy mogą być przedłużone przez całą zimę dla dodatkowego sprawdzenia sprzętu w trudnych warunkach pogodowych i terenowych. Co zwykle jest dobrym znakiem dla oferentów przemysłowych.



Rys.37 Szereg bezzałogowych statków powietrznych i bezzałogowych pojazdów testowany przez armię brytyjską 2021 r..
Źródło: Korona Copyright 2021

Każdego roku AWE ma inne określone cele. Dla przykładu w 2018 skoncentrowano się na HMT, czyli zagadnieniami łączącymi żołnierzy z autonomicznymi maszynami wykorzystującymi sztuczną inteligencję w celu zwiększenia efektywności operacyjnej. W 2019 skoncentrowano się na temacie poziomu autonomii robotów, a także łączności cyfrowej między szeroką gamą systemów i platform. Rok później na dowodzeniu, kontroli i łączności, ale też obejmowały szeroki zakres zagadnień związanych z dowództwem na polu walki, począwszy od mobilnej infrastruktury, agregacji danych i analityki, a skończywszy na odporności dowództwa i wsparciu decyzji. Cykl 2022-2024 koncentruje się na operacjach miejskich z myślą o optymalizacji zdolności brygad, grup bojowych i innych jednostek w tym trudnym środowisku. Jak trudnym jest AWE dla przemysłu, niech świadczą projekty z 2022 roku - "Sustain" i "Protect". Projekt "Sustain" koncentrował się na inteligentnej logistyce, ewakuacji medycznej i ewakuacji pojazdów przy użyciu systemów autonomicznych, natomiast projekt "Protect" koncentrował się na ochronie fizycznej i nie fizycznej, w tym na zastosowaniach anty-UAV (C-UAV). Spośród 159 systemów pierwotnie zgłoszonych do rozpatrzenia przez branżę, tylko 20 zostało ostatecznie wybranych do udziału w wydarzeniu poziomu C, które odbyło się w listopadzie 2022 r. Rok później odbyła się chyba najciekawsze ćwiczenie AWE z punktu widzenia Polski. Celem było zbadanie, w jaki sposób siły lądowe mogą zmaksymalizować przewagę w bitwie granicznej, poprzez osłabienie natarcia przeciwnika za pomocą organicznej i dalekosiężnej siły ognia z istotnym udział dronów. Chodziło o to, aby doprowadzić do wczesnego wytracenia impetu natarcia przeciwnika. Co interesujące w ćwiczeniach zastosowano atrapy rozwiązań, które się dopiero przewiduje do wprowadzenia w ciągu 3-6 lat, jak na przykład ciężki dron VTOL Hydra XL 400 z atrapami trzech wyrzutni pocisków powietrze-ziemia Brimstone. Ciekawe, że w Polsce się nie przeprowadziło tego typu ćwiczeń przy udziale dronów, choć wpisuje się to w polskie plany obrony granicy.



Rys.38. Żołnierze z 2 batalionu pułku Yorkshire przemieszczają się z budynku do budynku, osłaniani z autonomicznego pojazdu plutonowego z zamontowanym karabinem maszynowy, to zdjęcie dobitnie pokazuje, że Wojsko Polskie staje się armią drugiej kategorii w NATO, źródło: Crown Copyright 2024

W ćwiczeniu w roku 2024 ETG rozmieściła grupę bojową wzmocnioną dronami i systemami autonomicznymi, w skład, której weszli saperzy, artyleria, środki walki elektronicznej (EW) i bezzałogowe statki powietrzne. Jednostka rozmieściła UGV i UAV do wsparcia operacji ISR. W ćwiczeniu wzięły również udział UGV z zamontowanymi karabinami maszynowymi, które zapewniały wsparcie ogniowe siłom desantowym. Najbardziej interesującym elementem było stworzenie plutonu zrobotyzowanego (Robotic Platoon Vehicle - RPV). Systemy testowane w ramach plutonu RPV obejmowały pojazdy Multiple-Utility Tactical Transport (MUTT) oraz różne konfiguracje zdolnego do rozwijania roju pojazdu Rheinmetall Mission Master SP. Wyposażone w sztuczną inteligencję pojazdy bezzałogowe podążały za swoją jednostką bez bezpośredniego sterowania i autonomicznie poruszały się po trudnym terenie, aby przeprowadzać misje ISTAR lub logistyczne. Dalsze prace nad zrobotyzowaniem pododdziałów będą kontynuowane w ramach Ekspedycyjnego Centrum Wiedzy Specjalistycznej Robotyki Armii (Army's Expeditionary Robotics Centre of Expertise - ERCoE). Przekrój tych wszystkich ćwiczeń pokazuje jak daleko Wojsko Polskie odstaje od krajów NATO. A ta różnica zaczyna się pogłębiać z zastraszającym tempie.
W 2021 roku Ministerstwo Obrony ogłosiło, że AWE przechodzi na format wieloletni, zapewniając partnerom przemysłowym dłuższe możliwości zaangażowania i bardziej szczegółową współpracę z armią, a także z Laboratoriami Nauki i Technologii Obronnej (Defence Science and Technology Laboratories - DSTL) oraz agencją Sprzętu i Wsparcia Obronnego (Defence Equipment and Support - DE&S) . O nich opowiemy w innym rozdziale.



Rys. 39. Zdjęcie prawdopodobnie przedstawiające część systemu Gladiator, źródło: RAF

Osobny opis powinniśmy poświęcić bazie RAF w Waddington. Jest to centrum brytyjskiego wywiadu, nadzoru, namierzania i rozpoznania celów (ISTAR) oraz główna baza operacyjna dla samolotów i bezzałogowych systemów wywiadu powietrznego. W niej to znajduje się Centrum Szkolenia Przestrzeni Powietrznej (The Air Battlespace Training Centre), które oferuje system treningowy dla wszystkich rodzajów sił zbrojnych, w tym także w zakresie dronów, korzystając zarówno z symulatorów jak i całej sieci urządzeń treningowych podłączonych do jednego systemu syntetycznego szkolenia „Gladiator". Niestety wiele danych nie jest dostępnych a część informacji (tych jawnych, ale nie obecnych w OSINT) otrzymanych drogą prywatną nie będziemy zamieszczać.

.

Uwarunkowania i problematyka użytkowania BSP

Wielka Brytania nie tylko szybko wyciągnęła wnioski z wojny na Ukrainie ale podjęła też kroki aby wnioski przekuć na rozwiązania. Zauważono że szybki charakter adaptacji technologicznej, mierzony czasami w tygodniach, stanowi wyzwanie dla dotychczasowych brytyjskich schematów realizowania zamówień wojskowych oraz rozwoju technologicznego. Zmusza to Zjednoczone Królestwo do zmiany podejścia do zamówień publicznych oraz tempa reakcji na szybko zmieniające się warunki działania na polu walki. Stwierdzono że AI i technologie bezzałogowe stają się coraz ważniejszą częścią si zbrojnych. Aby mieć przewagę na polu bitwy nad równorzędnym przeciwnikiem trzeba przede wszystkim zacieśnić współpracę z przemysłem (szczególnie z szybko reagującymi na zmiany technologiczne MiŚ), jednocześnie tworząc jeden ekosystem z siłami zbrojnymi w zakresie innowacji i nowych technologii. W wydanej w roku 2024 Strategii Dronów Obronnych jasno określono że Wielka Brytania ma stać się światowym liderem w dziedzinie bezzałogowych systemów obronnych, wykorzystując przy tym możliwości badawczo-rozwojowe i produkcyjne kraju oraz wspieranie eksportu dronów. Fundamentem tej strategii mają stać się inwestycje w wysokości ponad 4,6 miliarda funtów w ciągu najbliższych 10 lat w zdolności bezzałogowych pojazdów i statków.
Główne obszary które ma poprawić ta strategia to:

1. <u>Reforma systemu zamówień sprzętu, aby skrócić drogę, potrzeba operacyjna – wdrożenie sprzętu.</u> Na pierwszym miejscu stawia się zasadę przejrzystości pozyskiwania sprzętu, zarówno wobec dużych korporacji jak i małych i średnich firm. Czyli na coś, co jest przeciwieństwem w polskim MON, jeśli chodzi o pozyskiwanie dronów. MoD zawraca uwagę iż ta otwartość powinna być zarówno w odniesieniu do konkretnych wymagań i standardów projektowych, ale też w stosunku do pozostawienia rynkowi miejsca na dostarczanie innowacyjnych rozwiązań, których projekt nie przewidywał. A które mogą być istotne dla celów realizacji projektu. Zwraca się tutaj uwagę na doświadczenia ukraińskie i ogrom adaptacji przemysłu ukraińskiego w stosunku do potrzeb wojska oraz kompletnie zmieniającym się, na skutek szybkiej ewolucji technologii, systemem zamówień. Wskazana tutaj jest reforma która powinna uwzględniać zdolności rozwojowe przedsiębiorstw aby te zdolne były do elastycznej ewolucji w miarę potrzeb pola walki. Przy projektach kładziony nacisk powinien być na rozwój iteracyjny czyli metodę budowania, i udoskonalania projektu w tracie jego trwania oraz jego testowania i wprowadzania poprawek. Aż do etapu osiągnięcia optymalnego końcowego rezultatu. Czyli całkowite odejście od metody koncepcyjno-analitycznej, która jest preferowana w Wojsku Polskim. Poza tym MoD zamierza kłaść nacisk w przyszłości na zmniejszanie kosztów jednostkowych prac badawczo-rozwojowych jak samej produkcji dronów.

2. <u>Zbudowanie silnej i nie zależnej bazy przemysłowej dla przemysłu dronowego UK.</u> Brytyjczycy kładą nacisk na posiadanie zdolności produkcji na dużą skalę, bezpieczeństwo łańcuchów dostaw (szczególnie w trakcie dużego konfliktu zbrojnego) oraz rozbudowę własnej bazy produkcyjno-rozwojowej dla kluczowych komponentów. W dalszym kroku chcą osiągnąć suwerenność przemysłową, jednocześnie pracując na rzecz obniżenia kosztów jednostkowych. Stawiają na usuwanie barier dla małych i średnich innowacyjnych firm (także cywilnych), dając im możliwość badań i prac rozwojowych mających na celu dostosowania ich platform do potrzeb wojskowych (lub innych ministerstw), jednocześnie czynnie wspierając ich eksport cywilny jak i wojskowy. Na końcu podkreślają konieczność organizacji regularnych imprez branżowych na których dochodziłoby do dzielenia się wiedzą, doświadczeniem oraz prezentowało się wymagania jakie reprezentuje Rada Ministrów względem planów pozyskiwania nowych platform, także dla innych ministerstw niż tylko MoD.

DRAFT

3. Zdefiniowanie architektury cyfrowej, kompatybilnej i zdolnej do szybkiej integracji z innowacyjnym sprzętem. Chodzi tutaj przede wszystkim o bezpieczeństwo cyfrowe oferowanych systemów autonomicznych, ale też o „domyślne" korzystanie nowo wprowadzonego sprzętu z otwartej architektury i kompatybilności działań z już istniejącymi rozwiązaniami i platformami. Wskazuje się na współprace z sojusznikami, tak aby pewne komponenty (jeśli nie wszystkie) mogły z nimi współdziałać na polu walki. Kładzie się tutaj szczególny nacisk na pozyskiwanie wiedzy i danych z Ukrainy i innych teatrów działań, tak aby osiągnąć stan ciągłego doskonalenia możliwości technologicznych oraz dostosowywania go i ulepszania w stosunku do osiągnięć potencjalnych przeciwników.

4. Wspieranie kultury innowacji. Tutaj główny nacisk kładzie się na dostosowanie prac badawczo-rozwojowych do wyzwań stale zmieniającego się środowiska operacyjnego i tworzenie kontrolowanych obszarów testowych (jak to nazwano - "piaskownic") w Wielkiej Brytanii i za granicą oraz uczenie się na podstawie doświadczeń z całego Świata. Stawia się w tym zakresie na bardzo bliską współpracę z cywilnymi i wojskowymi organami regulacyjnymi, w tym z Urzędem Lotnictwa Cywilnego i Urzędem Lotnictwa Wojskowego, w celu sprostania wyzwaniom regulacyjnym i wspierania producentów w testowaniu i ocenie ich produktów w Wielkiej Brytanii we wszystkich domenach.

Jeśli chodzi o współpracę międzynarodową w dziedzinie dronów, to pierwszym priorytetem Brytyjczyków nie są już Stany Zjednoczone tylko współpraca z Ukrainą (to nie żart, pytanie jak wygląda w tym zakresie nasz MON?). Zakłada się ją w długoterminowym czasie, przy zwiększającym się wsparciu w zakresie dostarczania dronów na Ukrainę opłacanych z funduszy międzynarodowych oraz zwiększania produkcji u siebie, aby osiągnąć zadawalający poziom masowego wytwarzania dronów w oparciu o własną bazę produkcyjną. W przyszłych pracach nad rozwojem branży dronowej MoD chce się skoncentrować nad sześcioma punktami:

- Badania i rozwój
- Analiza operacyjna, sprzętowa i rynkowa
- Standardy cyfrowe, integracyjne i bezpieczeństwa
- Koordynacja i wykorzystanie testów i ocen
- Polityka, regulacje i ryzyko
- Pryncypia przemysłowe i elastyczność handlowa

Wydaje się że wydany dokument ma bardziej znaczenie marketingowe niż prezentuje szczegółowy strategiczny plan rozwoju dronów w Wielkiej Brytanii. Pozbawiony grafiki i zdjęć zajmuje zaledwie 5,5 strony. Dokument strategiczny nie zawiera żadnych szczegółów na temat harmonogramów, programów, wydatków czy nawet kategorii systemów bezzałogowych, na których MoD będzie się koncentrował. W sumie nadaje tylko ogólny kierunek rozwojowy branży dronowej i chyba bardziej służy uzasadnieniu wydatku miliardów funtów na rozwój dronów. Niezależnie od powyższych założeń strategii, nie da się ukryć iż brytyjski system zamówień publicznych, a także finansowania badań i rozwoju, w ostatnim okresie przestał się sprawdzać i potrzebuje głębokiej reformy o czym niżej. Całość strategii w oryginale prezentujemy w załączniku 1.

Jednak jak wspomnieliśmy są dosyć poważne rysy na tej strategii. Spośród obecnych 32 programów MoD dotyczących dronów, tylko siedem zaowocowało pozytywnymi wdrożeniami do służby (do 2024 r), w tym jeden to dron morski do celów tylko szkoleniowych. Kolejne

DUALITEC

cztery dotyczą dronów, które dopiero mają wejść do służby w przyszłości. Spośród pozostałych programów, siedem dotyczy dronów, które zostały wycofane lub mają zostać wycofane w 2024 roku! Pięć projektów dotyczy prób (gdzie w dwóch wypadkach już się zakończyły), a dwa finansują szeroko zakrojone badania. Zaś kolejne dwa finansują programy niezwiązane z rozwojem wojskowych bezzałogowych statków powietrznych. Nazwy pięciu innych programów zostały utajnione. W sumie wszystkie programy dały około 250 dronów wojskowych będących obecnie w służbie, a kolejne 250 ma wejść do służby w ciągu najbliższego roku lub dwóch. To daleko od deklarowanego tysiąca o których mówiło Ministerstwo Obrony w grudniu 2023 r. Wszystkie programy dronowe finansowane ze środków MoD, które zostały oficjalnie przekazane prasie prezentujemy w załączniku nr 2.

Istotnym zjawiskiem towarzyszącym programom dronowym wydaje się być powszechne przekraczanie kosztów. Dla przykładu 214 dywizjon RAF utworzony w 2000 r. w celu testowania rojów dronów, nie przeprowadził jeszcze żadnych takich testów. Zatem dowództwo armii w zakresie organizacji i prac na dronami ma jeszcze wiele do poprawienia. Na ile jest to poważny problem, niech świadczy fakt iż nowy Rząd brytyjski przewiduje bardzo poważną reformę w DE&S (Defence Equipment and Support) w zakresie systemu zamówień sprzętu o czym piszemy niżej. Jak stwierdził szef MoD będzie ona przebiegała w trzech obszarach:

- Ujednolicenie zamówień publicznych w dziedzinie obronności we wszystkich pięciu obszarach w celu ograniczenia marnotrawstwa i powielania działań,
- Zapewnienie standaryzacji NATO, współpraca z sojusznikami i prowadzenie kampanii eksportowych,
- Realizacja nowej strategii przemysłowej w sektorze obronności.

Prawdopodobnie zapadną też decyzję personalne na najwyższych szczeblach MoD odpowiedzialnych za system zamówień armii.

Innym problemem w rozwoju przemysłu dronowego są rygorystyczne przepisy dotyczące użytkowania dronów, także przez wojsko. Generalnie małe drony (poniżej 20 kg) mogą latać w Wielkiej Brytanii w celach rekreacyjnych lub komercyjnych, ale nie mogą latać na odległość większą niż 400 stóp (ok. 122 m) lub bliżej niż 50 metrów od osoby, samochodu lub budynku. A co najważniejsze, dron musi znajdować się w zasięgu wzroku operatora. Operatorzy dronów powietrznych muszą uzyskać w Urzędzie Lotnictwa Cywilnego (CCA) statut "operatora" i "identyfikator pilota" przed rozpoczęciem korzystania z drona, które są przyznawane razem, po zdaniu egzaminu teoretycznego online. Drony poniżej 250 g nie wymagają rejestracji szczególnie jak są zabawką lub nie posiadają kamery. Muszą jednak latać w zasięgu wzroku. Drony większe (powyżej 20 kg) oraz te, które chcą latać poza linią wzroku (BVLOS) operatora/pilota, muszą obecnie ubiegać się o specjalne zezwolenie Urzędu Lotnictwa Cywilnego (ULC) na wykonywanie lotów. Trudno firmom jest starać się o takie zezwolenie na każdą ewentualną próbę demonstratora lub prototypów. Ograniczenia te są postrzegane jako poważna przeszkoda w rozwoju wykorzystania bezzałogowych dronów. W kontekście wojskowym wykorzystanie dronów ogromnie wzrosło w ciągu ostatnich 12 lat, a kręgi usługowe i przemysłowe od pewnego czasu naciskają na otwarcie cywilnego nieba dla komercyjnych wersji tych systemów. Na co nie chce się zgodzić ULC ze względów na nie rozwiązane wyzwania z którymi branża dronowa musi się zmierzyć.

Po pierwsze, bezpieczeństwo. Chociaż duże drony są regularnie używane przez wojsko od ponad 20 lat, łączność z nimi jest regularnie tracona i nadal ulegają awariom z różnych powodów. Drony bez pilota nadal nie są w stanie samodzielnie unikać niebezpieczeństwa, nawet jeśli jest ono bliskie i widoczne. Branża dronów opracowuje elektroniczne systemy "wykrywania i unikania" (DAA), które mają rozwiązać ten aspekt bezpieczeństwa lotu bez pilota. Ale technologia ta musi jeszcze przekonać organy regulacyjne przestrzeni powietrznej,

DRAFT

że jest gotowa do użycia. Poza tym pracuje się nad aplikacjami, które będą automatycznie ograniczać drona do przestrzeni powietrznej dla niego dostępnej. Niejako będzie obowiązek jej wgrywania w sprzedawane drony na rynku komercyjnym. W wypadku jej przekroczenia dron będzie albo automatycznie zawracał albo lądował.
Drugą barierą do pokonania jest opinia publiczna, która boi się lotów dronów, szczególnie tych dużych nad terenami zamieszkałymi. Dla większości osób doświadczenia osobiste z dronami jest postrzegana jako natrętna i hałaśliwa. Ponadto istnieją również wyraźne obawy dotyczące bezpieczeństwa i prywatności.

Obecny kierunek Rządu brytyjskiego to zachęcanie odpowiednich Urzędów do projektów pilotażowych, w którym umożliwiano by dużym dronom latanie poza zasięgiem wzroku (choćby w tymczasowo ograniczonej przestrzeni powietrznej) a jednocześnie wspieranie rozwoju technologii DAA. Np. Urząd Lotnictwa Cywilnego pomaga Ministerstwu Obrony w planach segregacji przestrzeni powietrznej wokół bazy RAF Waddington w celu latania nową wersją uzbrojonego drona RQ-9B i testowania jego zdolności do DAA. Trzeba też pamiętać że jeśli drony uzyskają nieograniczony dostęp do brytyjskiej przestrzeni powietrznej, prawdopodobnie będzie to miało znaczący negatywny wpływ na prywatność w Wielkiej Brytanii. Nie ma powodu, aby sądzić, że prywatne firmy, siły policyjne i agencje rządowe nie będą używać dronów do zwiększenia nadzoru i gromadzenia danych. Problem ten będzie występować w całej Europie, w Polsce też.



Rys.40 Mini-helikopter "Jackal" firmy Flyby Technology z Yorku, może wystrzeliwać pociski Martlet o wadze do 16 kg na odległość 6,5 km. Powstaje pytanie - jaki jest sens zakupu AH-64 w ilościach aż 96 sztuk (16-32 sztuki by wystarczyły), skoro za 4-8 lat taka technologia się okaże powszechna także w wymiarze większych dronów, zaś koszt zakupu 96 sztuk AH-64 będzie równy zakupowi ok. 1200 – 1800 sztuk takich dronów, które przewyższą wielokrotnie siłą ognia wszystkie zakupione 96 sztuk AH-64? Dodajmy iż są już próby umieszczenia na dronach zarówno broni strzeleckiej jak i rakiet powietrze – ziemia, powietrze - powietrze. Źródło: The Irish Sun.

Struktura Wojsk Lądowych i miejsce w niej dronów

Aby w skrócie omówić obecną strukturę brytyjskich WL musimy się cofnąć do roku 2010. Wtedy to po analizie w Strategicznym Przeglądzie Obronności i Bezpieczeństwa 2010 (Strategic Defence and Security Review 2010) podjęto decyzję o likwidacji Armii Renu i wycofanie większości jednostek na teren Wielkiej Brytanii oraz o ogólnym zmniejszeniu sił zbrojnych. Powstał plan „Armia 2020". W dużej ogólności, w ramach jego zlikwidowano trzy dywizje piechoty (2,4,5) tworząc w ich miejsce Dowództwo Wsparcia, którego zadaniem było przesunięcie części jednostek do rezerwy a części do rozformowania. Pozostawiono dwie dywizje ogólno wojskowe (1 i 3) o odmiennych strukturach. 3 Dywizja składała się z trzech brygad: 1 Brygady Piechoty Pancernej, 12 Brygady Piechoty Pancernej i 20 Brygady Piechoty, gdzie rotacyjnie jedna była w stanie natychmiastowej gotowości bojowej, jedna prowadziła ćwiczenia a jedna regenerowała się i uzupełniała stan po ćwiczeniach. 1 Dywizja składa się z siedmiu brygad piechoty (4,7,11,38,42,51 i 160brygady) różnej wielkości, z których każda składa się z par sił regularnych i wojsk armii terytorialnej, wywodzących się z puli jednostek Adaptable Force (sił Adaptacyjnych). Samodzielność miała 16 Brygada Desantowo-Szturmowa która miała wysoką gotowość bojową i wsparcia sił w dowolnym zakątku Świata. Oczywiście reformę Armia 2020 przekazaliśmy w dużym uproszczeniu.



Rys.41. 1st The Queen's Dragoon Guards (QDG) na ćwiczeniach w Polsce w styczniu 2025 roku

Już w 2015 rozpoczęto pracę nad korektą planu Armia 2020. Zdecydowano się wnieść istotne korekty i stworzono plan „Army 2020 Refine". Najważniejszą zmianą miało być utworzenie dwóch nowych "brygad uderzeniowych", które miały zostać sformowane poprzez przekształcenie brygady piechoty pancernej i brygady piechoty. Powstała też Wyspecjalizowana Grupa Piechoty w składzie 4 batalionów, których zadaniem głównym było szkolenie i współpraca bojowa z sojusznikami z poza Europy. Planowano także stworzyć dwie brygady które miały się składać z zarówno z żołnierzy zawodowych, jak i cywilów specjalistów. Zadaniem ich byłaby walka w wojnie hybrydowej, tworzenie brytyjskiej komunikacji strategicznej oraz zbieranie danych wywiadowczych, w tym również pochodzących z OSINT. Decyzję o zmianach planów podjęto po tym jak zrealizowano dużą część zadań wynikających z planu Armii 2020 ale nie zakończono jeszcze wszystkich procesów. W 2019 zrestrukturyzowano całość armii powołując przy tym 6 Dywizję której głównym zadaniem była łączność, WRE, wywiad i rozpoznanie.

W 2021 podjęto decyzję o najbardziej radykalnej transformacji brytyjskich Wojsk Lądowych od czasu rozwiązania Armii Renu. Plan nazwano „Żołnierz Przyszłości" (Future Soldier) i ma być zrealizowany do 2030 roku, z tym iż większość reorganizacji JW ma się dokonać do końca

2025 roku. Trzeba zaznaczyć iż zarówno wyposażenie poszczególnych pułków, ich przynależność taktyczna jak i operacyjna jest obecnie w trakcie intensywnych zmian, nie zawsze zgodnych z planem Future Soldier. Zatem trudność w opisie zmian strukturalnych British Army bierze się stąd iż nawet plan przyjęty w roku 2021 już jest zmieniony i to w sposób znaczny. Dla przykładu planowana w dokumencie z 2021 roku 6 Dywizja, właśnie została rozwiązania jesienią 2024 roku. Ale to nie ostatnie takie zmiany jakie zostały dokonane w listopadzie 2024, wbrew dokumentowi z roku 2021. Część brygad zmieniła przynależność operacyjną. Zatem aby nie wprowadzać w błąd czytelnika zamieściliśmy pełen dokument Żołnierz Przyszłości, prezentowany w roku 2021 w załączniku 3. A także w załączniku 4, dostępny nam stan organizacyjny brytyjskiej armii w listopadzie/grudniu 2024. Zgodnie z planem z 2021 r. sama armia ma być zredukowana do ok. 73 000 żołnierzy + około 30 000 czynnych rezerwistów. Plan zakłada reorganizację sił w Brygadowe Zespoły (Grupy) Bojowe, które zintegrują pełen zakres zdolności bojowych na najniższym możliwym poziomie, w tym artylerię, załogowe systemy powietrzne, cyberbezpieczeństwo, obronę powietrzną, saperów, łączność i wsparcie logistyczne. Słowem taka BGT uzyska samodzielność nie spotykaną w żadnej innej armii (może poza USA). Armia brytyjska twierdzi, że zwiększona samodzielność tych formacji ułatwi dowództwu większą elastyczność operacyjną i taktyczną. Bardzo ważną zmianą będzie stworzenie Brygadowego Zespołu Bojowego Głębokiego Rozpoznania i Rażenia (Deep Recce Strike Brigade Combat Team). Ma on połączyć misje rozpoznawcze ze zdolnością do precyzyjnego rażenia dalekiego zasięgu. Oprócz ulepszonych zdolności w zakresie walki elektronicznej, łączności i cyberbezpieczeństwa, planuje się, że Deep Recce Strike BCT otrzyma zdolność do uderzenia na odległość do 500 km już w tym roku.

„Future Soldier" przewiduje że siły brytyjskie będą stacjonować w sposób bardziej trwały i długookresowy, w trzech „obozach lądowych" – W Niemczech, Omanie i Kenii. Dotyczyć to ma zarówno sprzętu jak i żołnierzy. Piechota armii brytyjskiej zostanie zreorganizowana w cztery administracyjne dywizje piechoty: Dywizję Królowej, Dywizję Unii (dywizja ta obejmuje jednostki z wszystkich krajów Korony – stąd nazwa), Lekką Dywizję oraz Dywizję Gwardii i Spadochroniarzy. Podkreślmy to – mają to być dywizje administracyjne a nie bojowe. Podobnie jak Pancerny Brygadowy Zespół Bojowy (Armoured Brigade Combat Transition Team), który skupi się na "synchronizacji" wycofywania starych pojazdów z wprowadzaniem nowych pojazdów. Deklarowanym celem jest w pełni zmodernizowana flota zdigitalizowanych wozów bojowych do 2030 roku. W Future Soldier ujawniony jest również program cyfryzacji armii brytyjskiej - THEIA. THEIA będzie przewodzić planom armii brytyjskiej mającym na celu modernizację całości "mobilnego systemu cyfrowego", z modernizacją obejmującą zarówno dowodzenie ekspedycyjne, jak i ulepszone połączenie sensorów w sieć, a także dowództw i efektorów. „Future Soldier" będzie też wdrażać Program Transformacji Armii Rezerwowej, gdzie każda część Armii Rezerwowej będzie też odgrywać rolę bojową. Inaczej rzecz ujmując mają to być typowe jednostki bojowe, zastępujące w kraju np. jednostki zawodowe, które zostaną skierowane na misje. A w razie misji mają one uzupełniać komponent zawodowy! Żołnierzom Armii Rezerwowej już zmieniono wymagania (np. fizyczne), aby osiągnęli oni wyższy stopień gotowości bojowej ale nie jest to tematem naszej pracy.

Osobnym tematem w planach „Future Soldier" jest wykorzystanie doświadczeń eksperymentalnego 2. batalionu "The Royal Yorkshire Regiment" oraz całego Experimentation and Trials Group (ETG). Według bardzo nie oficjalnych informacji na podstawie doświadczeń w/w batalionu ma być sformowany batalion operacyjny. Na jego bazie najpierw jedna a potem druga brygada zrobotyzowana. Każda z nich ma wejść w skład 1 lub 3 dywizji. Nie są znane ani kamienie milowe ani czas do kiedy ma się zakończyć ten proces. Prawdopodobnie pierwszy batalion ma osiągnąć zdolność operacyjną około roku 2030. Informacje te pochodzą z blogów prywatnych i ciężko je zweryfikować.

DRAFT

W 2024 zapadła ważąca decyzja o utworzeniu Połączonego Dowództwa Lotnictwa (Joint Aviation Command), co oznacza przekształcenie Połączonego Dowództwa Śmigłowców (JHC) w nową organizację, która połączy systemy załogowe i bezzałogowe w jedną strukturę. Co interesujące w skład nowej struktury wejdzie 32 pułk artylerii, dysponujący od 2024 roku, obok 47 pułku artylerii, dronami typu: Stalker VXE30 i Indago 4. Warto dodać iż 47 pułk artylerii już w roku 2019 zmienił berety na jasnobłękitne berety RAF.

Aby zrozumieć obecną strukturę Armii Brytyjskiej trzeba wyjść od tego iż dowodzi nią Szef Sztabu Generalnego, któremu podlegają z-ca Szefa Sztabu - DCGS (de facto nr 2 w sztabie brytyjskim zajmuje VCGS – ale odpowiedzialny jest on obecnie za sprawy budżetowo-organizacyjne i pominęliśmy tutaj jego osobę), Dowódca Korpusu Krajowego (CHC), Dowódca Sojuszniczego Korpusu Szybkiego Reagowania (CARRC) oraz Dowódca Armii Polowej (CFA).

ARRC od 2024 roku podporządkowane są następujące pododdziały:

- 1 Brygada Łączności
- 104 Brygada Wsparcia Teatru Działań
- 7 Grupa Obrony Powietrznej
- 8 Brygada Inżynieryjna
- 1Brygada Łączności

Zatem są to typowe jednostki korpuśne, odpowiedzialne za prawidłowe działanie i ochronę sztabu korpusu ARRC.

CHC (Dowództwo Krajowe), skupia w swoim ręku takie instytucje jak: Sekretarz Wojskowy (Military Secretary) - odpowiedzialny za mianowanie, awansowanie, obsadzanie stanowisk i dyscyplinowanie wysokich rangą oficerów armii brytyjskiej, Centrum Personalne Armii – odpowiedzialne za rekrutację, szkolenie indywidualne (oficerów i żołnierzy); zarządzanie karierą zawodową i delegowanie pracowników, Wydział Rekrutacji i Szkolenia Armii oraz Królewską Akademię Wojskową w Sandhurst. W skład Dowództwa Krajowego wchodzi również Dowództwo Regionalne, które zapewnia wsparcie instytucjonalne armii (emerytury, kadeci, zakwaterowanie, itp.).

CFA od 2024 podlegają:

<u>1 Dywizja (przeznaczona do działań poza europejskich):</u>

- 16 Brygadowa Grupa Bojowa Desantu Powietrznego (służy za „królika doświadczalnego" armii jeśli chodzi o implementacje UAV, posiada własne pododdziały dronowe)
- 4 Lekka Brygadowa Grupa Bojowa
- 7 Lekka Brygadowa Grupa Bojowa Zmechanizowana
- 19 Lekka Brygada (Rezerwowa)
- 102 Brygada Wsparcia Operacyjnego
- 1 Brygada Żandarmerii Wojskowej

<u>3 Dywizja (przeznaczona na europejski teatr działań):</u>

- 1 Brygadowy Zespół Bojowy Głębokiego Rozpoznania (w tym pododdziały rozpoznania wyposażone w UAV jak 1st The Queen's Dragoon Guards)
- 12 Pancerna Brygadowa Grupa Bojowa
- 20 Pancerna Brygadowa Grupa Bojowa
- 25 Grupa inżynieryjna Bezpośredniego Wsparcia
- 101 Brygada Wsparcia Operacyjnego
- 7 Grupa Łączności

DUALTEC

Oddziały Armii Polowej

- Grupa WRE (w składzie: pułk ochrony cybernetycznej, pułk EWSI (WRE), pułk EWSI)
- Grupa Wywiadu, Obserwacji i Rozpoznania (powstała z 1 Brygady ISR, podstawą był/jest do 2024 r. 32 pułk artylerii królewskiej uzbrojony w drony, obecnie, po listopadzie 2024, skład nieznany poza batalionem WRE i batalionem wywiadu,
- Grupa Analiz (wywiadu)
- Zespół Efektów Działań Cybernetycznych i Elektromagnetycznych
- Centrum Wojny Lądowej (Land Warfare Centre), (zarządza szkołami wojsk lądowych, ośrodkami szkolenia i ćwiczeń, w tym za granicą, jednostkami eksperymentalnymi, jak np. 2 batalion królewskiego pułku Yorkshire oraz jednostkami szkoleniowymi)
- 2 Grupa Medyczna
- Brygada Operacji Specjalnych Armii (4 bataliony rangersów, kompania łączności i zespół anty terrorystyczny),
- 77 Brygada (PSYOPS)
- 11 Brygada Wsparcia Sił Bezpieczeństwa

Co do struktury pododdziałów wyposażanych w drony w WL armii brytyjskiej to trudno coś konkretnego powiedzieć ze względu na zmiany organizacyjne jak i trwające przezbrojenie na nowe typy dronów. Z uzyskanych informacji wynika iż prawdopodobnie każdy pluton piechoty ma dysponować systemem UAV (Parrot Anafi USAlub/i Black Hornet 4), ale na jakim etapie wdrożenia to jest – nie wiadomo. Jeśli chodzi o artylerię to sprawę mają rozwiązać pułki artylerii 32 i 47. Z tym iż 32 pułk artylerii królewskiej przeszedł do JAC. Zatem wynika z tego że żadna brygada artylerii nie ma organicznego rozpoznania UAV, a będzie ono przydzielane w razie potrzeb lub też będzie współpraca z jednostkami rozpoznania. Ciągłe zmiany w British Army uniemożliwiają de facto przedstawienie aktualnych struktur pododdziałów wyposażanych w drony, tym bardziej iż podporządkowanie organizacyjne zbyt często zmienia się nawet na poziomie kompanii, która potrafi być przenoszona nie tylko ze batalionu do batalionu ale nawet z brygady do innej brygady a dodatkowo całkowicie przezbrajana.



Rys. 42 Żołnierze 23 Spadochronowego Pułku Inżynieryjnego z czworonożnymi robotami V60, podczas prób 6 września 2022 roku. Źródło: Ministerstwo Obrony Wielkiej Brytanii - DE&S

Pozyskiwanie sprzętu, współpraca i wsparcie dla przemysłu

Przegląd instytucji odpowiedzialnych za rozwój technologiczny i wyposażenie brytyjskich sił zbrojnych zacznijmy od agencji Sprzętu i Wsparcia Obronnego (Defence Equipment and Support - DE&S). Jest to największa jednostka organizacyjna wsparcia technicznego i innowacyjnego British Army. Początek DE&S bierze się w roku 1971 gdy powołano wspólną organizację zajmującą się zakupami w MoD dla wszystkich trzech rodzajów sił zbrojnych. Tą organizacją był Zarząd Zamówień Publicznych MON (The MoD Procurement Executive – PE). W 1999 roku, po Strategicznym Przeglądzie Obronnym, postanowiono PE przekształcić w Agencję Zamówień Obronnych (Defence Procurement Agency - DPA) z siedzibą w Bristolu. Agencja odpowiedzialna była za pozyskiwanie materiałów, sprzętu i usług dla brytyjskich sił zbrojnych. Po kolejnym Strategicznym Przeglądzie Obronnym zauważono na znaczny rozrost DPA oraz pokrywające się kompetencje z Organizacją Logistyki Obronnej (Defence Logistics Organisation – DLO), która była odpowiedzialna za wspieranie sił zbrojnych na różnych etapach operacji lub ćwiczeń, od szkolenia podstawowego, rozmieszczenia, szkolenia w ośrodkach ćwiczeń, prowadzenia operacji, aż po odbudowę czy rekonwalescencję żołnierzy. Zdecydowano się połączyć te dwie organizację tworząc agencję Sprzętu i Wsparcia Obronnego (Defence Equipment and Support - DE&S). Była też inna przyczyna połączenia tych agencji. W DE&S początkowo zatrudniano około 29 000 pracowników cywilnych i wojskowych (77 procent cywilnych i 23 procent wojskowych). Do ok. 2022-24 r. liczba pracowników DE&S zmniejszyła się do około 11,5 tys. – 12,5 tys. osób, w tym większość zatrudniona jest w głównej siedzibie w Bristolu (ponad 7900 pracowników).



Rys.43 Główna siedziba DE&S, źródło: shutterstock

DE&S jest niezależnym organem Ministerstwa Obrony z autonomicznym systemem zarządzania oraz delegowanymi uprawnieniami przez Ministerstwo Skarbu i Urząd Rady Ministrów. Ma odrębną strukturę i dużą autonomię działania oraz zarządzania zasobami ludzkimi w ramach przyznanego budżetu. DE&S zarządza ponad 600 programami zamówień i

wsparcia w dziedzinie obronności dla brytyjskich sił zbrojnych o łącznym budżecie ponad 13 miliardów funtów. W jej skład wchodzi wiele wyspecjalizowanych zespołów zadaniowych, obsługujących wszystkie rodzaje sił zbrojnych we wszystkich zakresach.

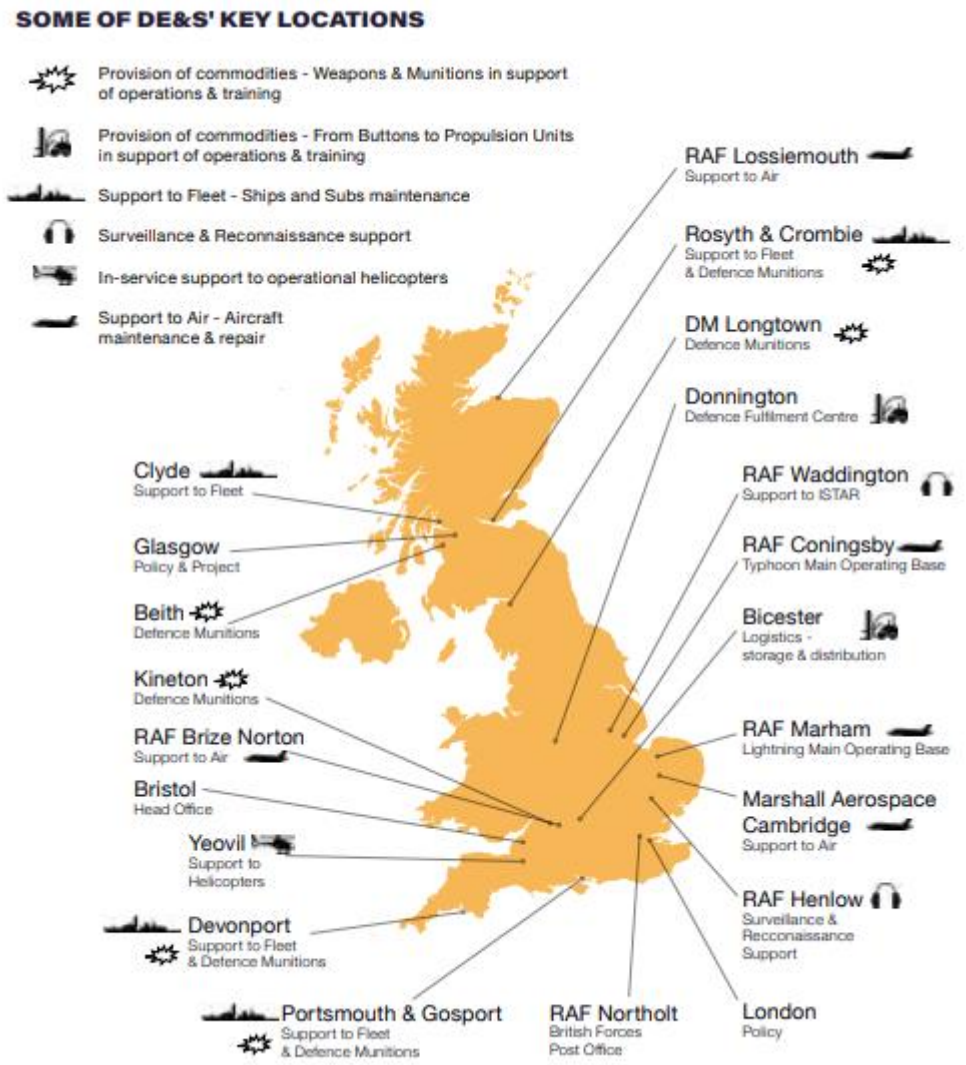


Rys.44 Rozmieszczenie pracowników DE&S (2016), źródło: DE&S

DE&S także współpracuje z brytyjskimi organizacjami przemysłowymi min.: Brytyjskim Stowarzyszeniem Handlu Technologiami (The UK's technology trade association), MAKE UK (The Manufactures Organisation, MAKE UK), ADS Group, co ułatwia szereg przedsięwzięć i projektów. To właśnie w oparciu o DE&S Ministerstwo Obrony Wielkiej Brytanii (MoD) ogłosiło w 2024 roku program przyspieszenia rozwoju dronów o wartości 4,5 miliarda funtów, mających być zainwestowane w ciągu najbliższych 10 lat. Co ciekawe zwykle DE&S kieruje nie zawodowy żołnierz (generał jak jest w Polsce) ale cywilny urzędnik państwowy z długoletnim stażem i doświadczeniem w prowadzeniu i nadzorowaniu projektów w sektorze obronnym i najczęściej oficer rezerwy w jednej osobie.

Mimo iż DE&S zajmuje się głównie zakupami, eksploatacją, wycofaniem z eksploatacji i utylizacją sprzętu, to posiada w swojej organizacji szereg zespołów, wspomagających jej prace. Dla przykładu - Zespół ds. Przyszłych Zdolności (technologicznych) - Future Capability Innovation (FCI) to grupa około 100 osób, która odpowiada za wdrożenie metodologii Agile do realizowanych projektów. Metodologia Agile (w skrócie) to podejście do zarządzania projektami, które polega na dzieleniu projektu na etapy i kładzenie nacisku na ciągłą współpracę (z innymi uczestnikami projektu), elastyczność podejścia i doskonalenia projektu

w trakcie prac . Stąd często zespół ten znajduje rozszerzenie zastosowań opracowywanych innowacji, bądź przy pomocy już istniejących rozwiązań, opracowuje rozwiązania „uzupełniające" które mogą dać projektowi nowy wymiar. Dla przykładu projekt Heavy Lift Challenge zakładał badanie możliwości dronów w zakresie przenoszenia zaopatrzenia –z i –na okręty w granicach 50-150 kg . Dzięki działaniom zespołu okazało się że przy nie dużych nakładach drony mogą przenosić ciężary do 300 kg, a tym samym zastąpić śmigłowce, które mogą być dedykowane do innych zadań.



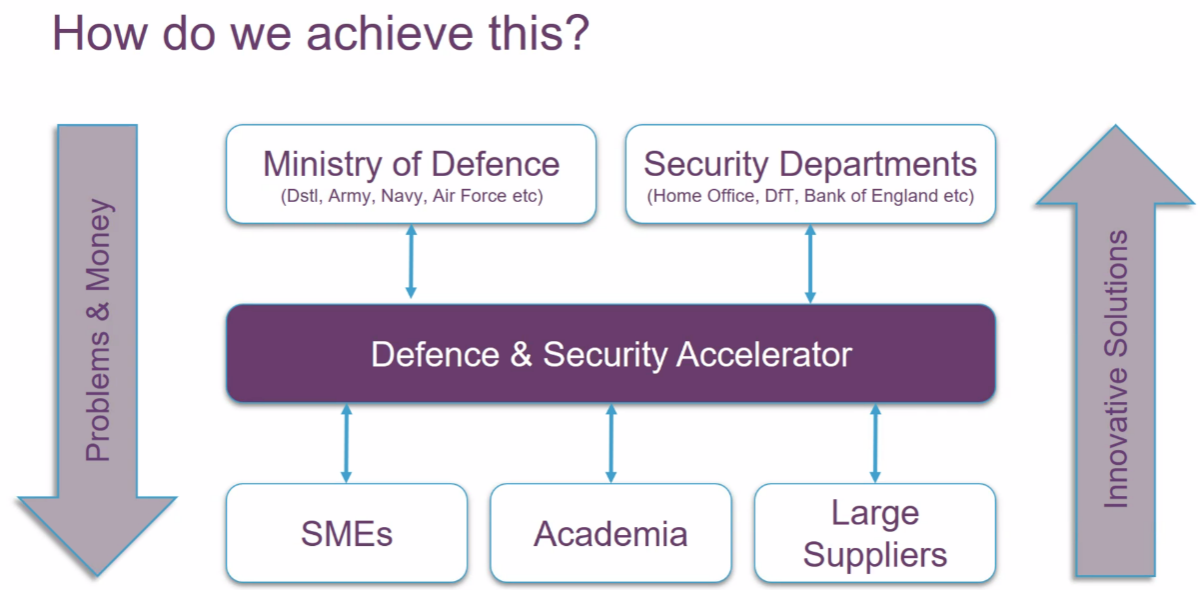
Rys.45. Rozmieszczenie placówek DE&S w roku 2022, źródło: DE&S

Innym zespołem, jest powołane w 2024 roku Wydzielone Centrum Robotyki i Ekspertyz (Expeditionary Robotics Centre of Expertise - ERCoE). Utworzone w maju 2021 r. przez DE&S i Wojska Lądowe, ERCoE ma być centralnym ośrodkiem prowadzenia i koordynowania kluczowych projektów z zakresu robotyki obronnej i systemów autonomicznych. Oprócz programu FPV są to m.in. nano-UAV, autonomiczne zaopatrywanie wysuniętych pododdziałów oraz dodatkowy rozwój HMT. ERCoE jest zarządzane przez Future Capability Group (FCG) w DE&S. Uwzględnienie w strukturze ERCoE zarówno elementów DE&S, jak i jednostek wojskowych zapewnia, że perspektywa użytkownika końcowego jest priorytetowa podczas prac rozwojowych i wdrożeniowych. ERCoE skupia ekspertów w dziedzinie robotyki i systemów autonomicznych z całego sektora obronności, środowisk akademickich oraz

przemysłu. ERCoE działa z MoD Abbey Wood w Bristolu oraz z Army BattleLab w Dorset, działając jako punkt centralny dla bieżących innowacyjnych projektów, jednocześnie oceniając niezbadane, ryzykowne, ale szybko dojrzewające technologie. Projekty badane przez ERCoE obejmują zdalnie sterowane pojazdy lądowe, bezzałogowe systemy powietrzne, autonomiczne zaopatrzenie żołnierzy oraz sposób, w jaki tworzy się zespoły człowiek-maszyna, a także program Heavy Lift Challenge z Royal Navy.

W DE&S funkcjonują też platformy które ułatwiają kontakt z potencjalnymi dostawcami jak i firmami z którymi ta agencja współpracowała. Na przykład Forum Dostawców Obronnych (Defence Suppliers Forum – DSF), to zamknięta grupa, gdzie podejmuje się dyskusje na tematy strategiczne. Poprzez tą platformę MoD i szerzej pojęty Rząd, przekazuje kluczowe komunikaty, priorytety czy plany średnim i małym dostawcom MoD. Portal Pozyskiwania Sprzętu Wojskowego (Defence Sourcing Portal - DSP) to platforma e-sourcingu i punkt kompleksowej obsługi dla potencjalnych dostawców, którzy chcą rozpocząć współpracę z MoD, bądź są zainteresowani konkretnym projektem. DSP informuje o warunkach zawierania umów, zasad przetargów i wszystkich innych informacji na temat możliwości współpracy z wszystkimi jednostkami organizacyjnymi Ministerstwa Obrony.

W ekosystemie innowacji MOD są też inne organizacje sprzyjające rozwojowi innowacji i badań nad nowymi technologiami. W 2008 roku zostało powołane Centrum Przedsiębiorczości Obronnej (The Centre for Defence Enterprise – CDE), którego głównym celem było finansowanie innowacyjnych badań, które mogą doprowadzić do uzyskania przewagi w zakresie koszt-efekt dla brytyjskich sił zbrojnych i bezpieczeństwa narodowego. W ciągu 8 lat swojej działalności CDE zawarło 1059 umów, z czego 43% z małymi i średnimi przedsiębiorstwami (MiŚ), 29% z przemysłem i 28% ze środowiskiem akademickim. Głównymi zadaniami CDE było między innymi organizowanie regularnych konkursów tematycznych oraz promowanie konkurencyjności pomiędzy firmami. W 2016 roku CDE zostało przekształcone w Akcelerator Obronności i Bezpieczeństwa (Defence and Security Accelerator - DASA) podlegający bezpośrednio brytyjskiemu MON.



Rys. 46. Schemat działania DASA, źródło: SWCSC

DASA to międzyrządowy zespół reprezentujący różne środowiska, w tym obronność, bezpieczeństwo, sektor prywatny i środowisko akademickie. Swoja działalnością obejmuje,

poprzez 12 regionalnych klastrów (o których niżej), całą Wielką Brytanię, co pozawala działać jemu też na rynkach lokalnych. Głównym jego zadaniem jest wyszukiwanie na rynku i finansowanie możliwych do wykorzystania w siłach zbrojnych innowacji technologicznych. Prowadzi warsztaty, webinaria oraz konferencje, mające za zadanie wzmacniać współprace pomiędzy firmami, uczelniami a przemysłem obronnym i potrzebami sił zbrojnych. Posiada też instrumenty doradztwa i porad dla firm z rynku cywilnego, które chcą rozpocząć działalność na rynku militarnym. Od niedawana też oferuje we współpracy z Innovation UK, wsparcie w postaci pożyczek (od 100 tys. do 1 mln funtów) dla MiŚ celem zakończenia całych projektów bądź też poszczególnych faz. W ostatnim roku budżetowym DASA wydała 57,75 mln funtów głównie na projekty konkursowe w tym 55% dla MiŚ. Ale to nie jedyne zadanie DASA. Współpracuje ona z akceleratorami które reprezentują poszczególne rodzaje wojsk, tworząc wspólne projekty i pozyskują dodatkowe fundusze na konkretne projekty. Pierwszym takim dużym funduszem był program Innovation and Research Insights Unit (IRIS) z roku 2016 roku gdzie w ciągu 10 lat zaplanowano wydanie ok. 800 mln funtów funtów na programy grantowe mający zachęcić firmy, studentów oraz absolwentów kierunków technicznych do zgłaszania pomysłów na innowacje technologiczne. Powołana rada Innovation and Research Insights Unit wyłoniła najciekawsze propozycje, finansując dalsze prace badawczo-rozwojowe. Generalnie DASA zajmuje się projektami we wczesnej lub średniej fazie rozwoju i stara się je doprowadzić do stanu demonstratora lub prototypu.
Na końcu warto wspomnieć o Giełdzie Pomysłów (Ideas Marketplace) jaką w 2021 roku powołała DASA. Jest to platforma internetowa, na której innowatorzy, firmy i organizacje zarejestrowane w Wielkiej Brytanii mogą współpracować, dzielić się pomysłami i prezentować swoje projekty ewentualnym inwestorom lub instytucjom wojskowym, w tym użytkownikom końcowym (pododdziałom). Wystarczy przesłać tam pomysł innowacji aby był on oceniony lub sprawdzony co do szans realizacji. Można tam też dowiedzieć się o szansach na otrzymanie finansowania, grantu czy też skontaktować się z liderami przemysłu obronnego. Wartość funduszy przeznaczonych na Ideas Marketplace sięga 250 mln funtów rocznie! Być może to był pierwowzór ukraińskiego klastra Brave1.

Jak wspomniano powyżej, obok akceleratora DASA istnieją liczne mniejsze, wojskowe mini akcelatory działające na rzecz różnych rodzajów wojsk. Zadaniem tych akceleratorów jest testowanie i rozwijanie nowych projektów które uwzględniają specyfikę poszczególnych rodzajów wojsk lub które ze względu na innowacyjność nie były brane pod uwagę w publicznym procesie zamówień. Poza tym akceleratory te, sprawdzają one czy wnioskodawca projektu jest w stanie go ukończyć i posiada odpowiednie zasoby do ewentualnego jego wdrożenia. Starają się też łączyć innowacyjne firmy z końcowym użytkownikiem projektu jakim jest wojsko. Współpracują z DASA, skąd często otrzymują informację o planowanych projektach i bieżących obszarach zainteresowania DASA. Informacja też idzie w druga stronę i często to oddolnie pododdziały wojskowe (a Sztab Generalny czy MON) informują o swoich potrzebach w zakresie technologii i wyposażenia.
Do takich akceleratorów można zaliczyć:

- Armijne Centrum Innowacji (Army Innovation Hub)dla wojsk lądowych, które np. powołało Wojskowe Laboratorium Badań, Innowacji i Eksperymentów (Army Research, Innovation and Experimentation Laboratory – ARIEL),
- RAFX (Royal Air Force Innovation Hub) funkcjonujący w North Yorkshire w bazie RAF Leeming, który działa na rzecz sił powietrznych
- Royal Navy Innovation Hub (NavyX).

Każdy z tych hubów powołuje zespoły zadaniowe. Dla przykładu NavyX posiada zespoły: NELSON (Cyfrowe centrum marynarki wojennej) , MarWorks (przepływ danych i bezpieczna komunikacja), DARE (najnowocześniejsze technologia, prototypy technologiczne wypływające

DRAFT

min. z konkretnych zapotrzebowań pododdziałów) i OCTO (technologie przyszłości które są przedstawiane wyższym czynnikom dowódczym).

Kolejną instytucją funkcjonującą w ekosystemie MoD jest Obronne Centrum Sztucznej Inteligencji (Defence Artificial Intelligence Centre – DAIC). DAIC promuje, umożliwia i wprowadza innowacje w zakresie sztucznej inteligencji (AI) w całym MoD, współpracując z rządem, przemysłem, środowiskiem akademickim i sojusznikami. DAIC stworzony w 2021 roku rozpoczął działalność w 2022 roku, a więc jest kolejną „świeżą" instytucją w MoD. Zakłada się, że DAIC wykorzystując wiodącą pozycję w dziedzinie sztucznej inteligencji, będzie w przyszłości kierować rozwojem technologii w całej Wielkiej Brytanii poprzez tworzenie odpowiedniego środowiska rozwoju w całym kraju, jednocześnie dalej pełniąc funkcje wiodącą.

Inną rolę pełni Laboratorium Nauki i Technologii Obronnej (Defence Science and Technology Laboratory – DSTL). DSTL świadczy specjalistyczne i wrażliwe usługi dla Ministerstwa Obrony i szeroko pojętego rządu, współpracując z partnerami zewnętrznymi w przemyśle i środowisku akademickim oraz na całym świecie, zapewniając badania eksperckie, specjalistyczne porady i wsparcie operacyjne. Przykładami takich prac są: technologie gamingowe wykorzystywane do wspomagania procesu podejmowania decyzji w sektorze obronnym, studium reakcji w sytuacji kryzysowej bądź zamachu terrorystycznego, czy też kierowanie Centrum Eksperymentów Obronnych i Gier Wojennych (Defence Experimentation and Wargaming Hub).

Wspomniano też powyżej o Defence BattleLab, utworzonym w 2022 r. jako wspólny projekt Jednostki Innowacji Obronnych, DSTL, DASA, Rady Hrabstwa Dorset i Dorset Local Enterprise Partnership. Ma on wypełnić lukę między Ministerstwem Obrony a firmami które opracowały w Wielkiej Brytanii innowacje światowej klasy, zwłaszcza w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw. Defence BattleLab gromadzi personel wojskowy, instytucje akademickie i firmy z sektora prywatnego w celu testowania i eksperymentowania z najnowocześniejszymi technologiami. Ośrodek udostępnia firmom między innymi:

- Dostęp do jedynego w Wielkiej Brytanii poligonu wielodomenowego w Lulworth, obejmującego nieograniczony dostęp do przestrzeni powietrznej do wysokości 4500 m., dostępną powierzchnię morską oraz poligon zdolny do prowadzenia prób z amunicją, bądź materiałami wybuchowymi,
- Trzy stanowiska testowe 5G, które pozwolą na testowanie w bezpiecznej, zamkniętej sieci,
- Możliwość przeprowadzania prób na żywo lub warsztatów pokazowych dotyczących technologii cyfrowych oraz fizycznych,
- Możliwość czasowego lub stałego wynajęcia biura, skorzystania z doświadczeń personelu wojskowego czy wyposażenia technicznego.

Defence BattleLab nie ma ściśle wyznaczonych celów, ma raczej za zadanie testowania nowych pomysłów, sprawdzać koncepcje, testować prototypy pod kontem ewentualnej przydatności dla bezpieczeństwa narodowego lub działań obronnych. Stąd uczestnicy mają nie tylko wszechstronne wsparcie sektorowe, ale też pomoc w znalezieniu finansowania, docelowego odbiorcy, doradztwa specjalistów wojskowych i cywilnych czy też wsparcie w przypadku eksportu gotowego już produktu.

Najmniej wiadomo o działalności JHub. Założony w 2017 r. jHub jest centrum innowacji Dowództwa Strategicznego, którego celem jest przyspieszenie wdrażania nowych technologii w obronności, szczególnie na tzw. „pierwszej linii". Poza tym jHub poszukuje innowacji i nowych technologii w celu wzmocnienia i ulepszenia dowodzenia siłami zbrojnymi Wielkiej

DRAFT

Brytanii oraz zarządzania Państwem w okresie kryzysów. jHub osiąga to poprzez adaptację i łączenie najnowszych i dostępnych na rynku technologii na potrzeby obronności. Koncentrując się na dojrzałych rozwiązaniach i technologiach podwójnego zastosowania, jHub działa jako broker, łącząc dostawców technologii i lokalne talenty innowacyjne z użytkownikami z sektora obronnego. jHub współpracuje z użytkownikami w celu analizowania konkretnych problemów, identyfikowania potencjalnych rozwiązań, finansowania projektów pilotażowych oraz szybkiego dostosowywania rozwiązań. Przez cały czas niezbędna jest współpraca z przemysłem i środowiskiem akademickim, gdzie powierzają im znajdowanie i wdrażanie nowych technologii, a także prowadzenie projektów najbardziej rokujących sukces. Sam zespół jHub to niewielka grupa kierowników projektów innowacyjnych z różnych środowisk, w tym wojskowych, służby cywilnej i przemysłu, który często współpracuje z małymi i średnimi firmami, w tym, z tymi, które tradycyjnie nie współpracowały z obronnością. W ciągu ostatnich 3 lat zajmował się 25 projektami. Dla przykładu:

- projekt EFFINGO, który polega na stworzeniu replik wrogich dronów, zapewniając dokładne odwzorowanie w większości parametrów,
- projekt SPIELBERG, który dostarcza technologię realistycznej symulacji efektów bitewnych, wykorzystywanych przez wojska lądowe, RAF, Ministerstwo Obrony, policję i inne formacje szkoleniowe, eliminując konieczność stosowania drogiej amunicji bojowej jak i ślepej, przy jednoczesnym zachowaniu realistycznych warunków treningowych,
- projekt ROSETTA, który przyjmuje innowacyjne podejście w celu przyspieszenia nowoczesnej nauki języków obcych. Ograniczając podstawowy kurs do 9 dni!

W 2024 roku JHub podpisał umowę o współpracy ze U.S. Defense Innovation Unit, co jest rzadkością w tej ostatniej instytucji.

Ciekawą organizacją są Regionalne Klastry Obronności i Bezpieczeństwa (Regional Defence and Security Clusters - RDSC). Organizacja ta jest wspierana finansowo przez brytyjskie ministerstwo obrony. Nie będziemy opisywać tutaj samej organizacji RDCS ale ich zadaniem jest wspieranie współpracy pomiędzy lokalnym przemysłem, środowiskiem akademickim a Ministerstwem Obrony (i innymi ministerstwami zajmującymi się bezpieczeństwem) i samym DASA. Pomagają też pozyskać odpowiedniego rodzaju finansowanie dla konkretnych projektów, badań i rozwiązań technicznych rozwijanych przez regionalne firmy pod ewentualne potrzeby wojska.
Warto też wspomnieć że od 2021 roku istnieje Brytyjskie Dowództwo Kosmiczne (UK Space Command) obsadzone przez oficerów wszystkich rodzajów wojsk, które też posiada własne projekty badawcze (mi. AI), ale tylko pośrednio dotyczą one dronów, zatem nie będziemy ich opisywać.

Powyżej przedstawiono tylko te źródła pozyskiwania finansowania na badania i rozwój dronów które podlegają brytyjskiemu MoD. Istnieją również granty na rozwój dronów o podwójnym zastosowaniu, które są finansowane z instytucji cywilnych bądź też programy cywilne są dofinansowane przez MON.

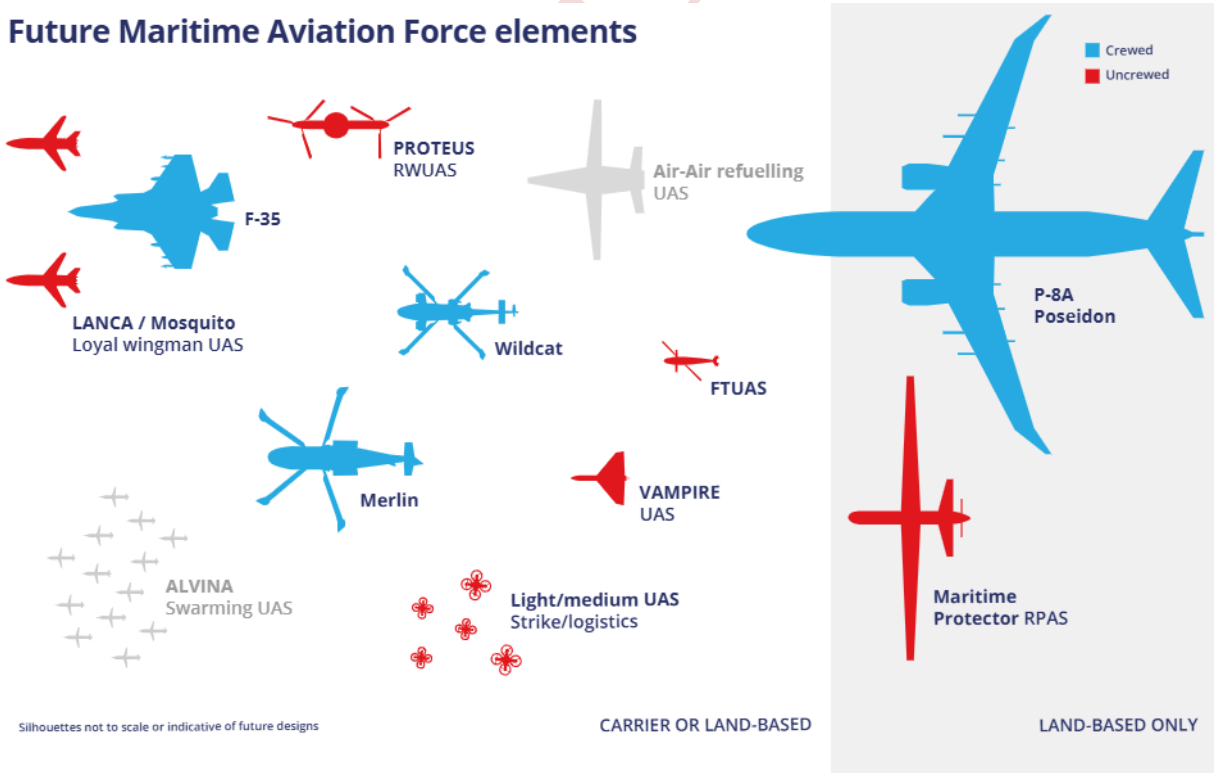
Taką cywilną organizacją jest brytyjski Urząd ds. Badań i Innowacji (UK Research and Innovation - UKRI). Uruchomiony w kwietniu 2018 r., jest on nie resortowym organem publicznym, sponsorowanym przez Departament Nauki, Innowacji i Technologii. Jego budżet na lata 2022-2025 został określony na 25,1 mld funtów(!) Dodatkowo może on otrzymać (bądź wydzielać) fundusze na programy celowe. Takim był w latach 2019-2024 realizowany przez agencję Innovation UK program rozwoju dronów „Future flight challenge" o wartości

DRAFT

125 mln funtów, który wspomógł ponad 40 firm w realizacji programów badawczych i rozwojowych. Innym programem z którego mogły skorzystać firmy z branży dronowej był współorganizowany przez Innovation UK ale i przez ministerstwo obrony w latach od 2017 do 2022 roku program „Robots for a safer Word" o wartości 112 mln funtów. Wspomniano tutaj tylko o niektórych cywilnych programach wsparcia firm dronowych w Wielkiej Brytanii.

Jak istotnym wsparciem dla rozwoju branży dronowej są fundusze państwowe i ich odpowiednia wielkość wskazaliśmy powyżej, pokazując instytucje które takie wsparcie oferują, jak i przykładową wielkość niektórych programów. Czas zatem przyjrzeć się niektórym osiągnięciom branży dronowej w Wielkiej Brytanii w zakresie programów wojskowych. Ogrom badań nad zastosowaniami dronów nie pozwoli nam na przedstawienie większej części programów obecnie realizowanych w tym zakresie w Wielkiej Brytanii. Poniżej przedstawimy bardziej szczegółowo kilka z programów, aby pokazać ich rozmach, kompleksowość oraz miejsce w nich dronów. Pierwszy to Marynarki Wojennej - Future Maritime Aviation Force (FMAF) czyli Przyszłych Sił Lotnictwa Morskiego (FMAF) na rok 2030, który pokazuje jak kompleksowo się tam opracowuje plany rozwoju i modernizacji Sił Zbrojnych. Zaś programy dronowe są tylko ich uzupełnieniem.

Poszczególne elementy FMAF obejmują rozwiązania, które wahają się od stosunkowo prostych celów do bardzo ambitnych. Chociaż FMAF jest przede wszystkim przedsięwzięciem Royal Navy (RM), obejmuje również znaczny udział RAF. FMAF nie przewiduje się pozbywania obecnie używanych samolotów ale będzie się skupiać na ich modernizacji. FMAF też koncentruje się na statkach bezzałogowych które mają odpowiednią wytrzymałość i będą działać jako mnożniki siły.



Rys. 47 FMAF, źródło www.navylookout.com

Spośród wszystkich koncepcji FMAF, projekt VIXEN (o którym już wspomnieliśmy) jest prawdopodobnie najbardziej złożony i wymagający, ponieważ zakłada rekonfigurację lotniskowców tak, aby zawierały katapulty i urządzenia zabezpieczające, umożliwiające

operację "lojalnego skrzydłowego" UAS do działań wspólnie z F-35. Vixen będzie prawdopodobnie pochodną bezzałogowego statku powietrznego Mosquito opracowywanego przez RAF w ramach projektu Lightweight Affordable Novel Combat Aircraft (LANCA).
Innym programem jest prawdopodobnie rój dronów o kryptonimie ALVINA do współpracy z samolotami Typhoon, w przyszłości planuje się również uzupełnienie programu przez F-35. Intencją jest operowanie dużą liczbą lekkich bezzałogowych statków powietrznych w nieprzewidywalnym roju, aby towarzyszyć załogowym statkom powietrznym w celu zmylenia, odwrócenia uwagi i zagłuszania elektronicznego w trudnych warunkach. Program prowadzi RAF i nie wiele o nim bliżej wiadomo, prawdopodobnie jest także częścią FMAF. Projekt jest utajniony i jego założenia prezentujemy w oparciu o opisy blogerów wojskowych.
Kolejny projekt PROTEUS zakłada opracowanie średniej wielkości RWAS-a zdolnego do polowania na okręty podwodne za pomocą UAV i sonaru zanurzeniowego, który uzupełniłby już funkcjonujące Merliny Mk2. Proteus będzie musiał być sporym dronem, ponieważ ma również zapewniać funkcje wyszukiwania nawodnego, zastępując system Crowsnest przenoszony przez Merliny.
Projekt VAMPIRE to kolejne pionierskie zamówienie na drodze do zrozumienia zasad obsługi stałopłatów UAS. Vampire będzie używany jako samolot-cel, aby zrekompensować utratę odrzutowców Hawk T1 używanych w roli agresora do szkolenia obrony powietrznej na żywo, ale cele projektu wykraczają poza symulację. Vampire musi być zdolny do przenoszenia ładunków, w tym radaru oraz kamer i będzie wykorzystywany do opracowywania procedur dowodzenia, kontroli i komunikacji UAS.
RN ogłosiła również przetarg na bezzałogowy statek powietrzny na uwięzi, który ma być przymocowany do poruszającego się statku i jest w stanie podnieść ładunek z wyposażeniem o wadze od 1 do 25 kg. Bezzałogowy statek powietrzny musi pozostawać w powietrzu przez co najmniej 24 godziny i będzie przekazywał obraz na żywo z kamery EO z większej wysokości i ze znacznie szerszym polem widzenia, niż można to osiągnąć za pomocą czujnika na maszcie statku. RN rozpoczęła również szeroko zakrojony program z lekkimi bezzałogowymi statkami powietrznymi do wykorzystania w logistyce, ISR i potencjalnie w roli uderzeniowej. Zakłada się też dalsze eksperymenty z technologią i statkami bezzałogowymi, nie ujętymi w programie ale będącymi na etapie demonstratora lub prototypu. Podstawowym warunkiem będzie posiadanie przez nie czynnika który zwiększy zdolności działania grup floty lub działania Royal Marines w środowisku wodnym i przybrzeżnym.
Dlaczego pokazujemy w skrócie te programy? Otóż po to aby mieć porównanie do programów obejmujących PMW i obecnie prowadzonych przez MON, gdzie nie mają one kompleksowości dla danego rodzaju sił zbrojnych, często brak jest kompatybilności ze sprzętem już istniejącym (np. w lotnictwie czy wojskach lądowych) oraz zazębiania się z innymi programami modernizacji (tutaj RAF zazębia się z RN). Dla przykładu czy ORKA, KORMORAN lub MIECZNIK zazębia się z AH-64, F-35 lub czy są prowadzone równoległe prace dla dronów dla nich? Szczególnie dla KORMORANA który jest już przestarzałą koncepcją, zanim zwodowano wszystkie okręty tej klasy (to osobiste zdanie redaktora opracowania).

Według Mod w ciągu ostatnich kilkunastu lat sfinansowało ono ponad 32 duże programy badawczo-rozwojowe dronów lub związanych z dronami, nie licząc dokonanych zakupów dronów z innych krajów oraz dronów które powstały poza finansowaniem MoD. Poza tym w MoD sfinansowano ponad 200 projektów związanych ze sztuczną inteligencją, w tym ok. 40 projektów związanych bezpośrednio bądź pośrednio z dronami do nich zaliczyć można min:

- Flexible Tactical Unmanned Air System (FTUAS)
- Future Combat Air System Technology Initiative (FCAS TI)
- Geollect
- Ground Autonomous Logistic Resupply
- Hydra (Robust Autonomy at Scale)

DRAFT

- Joint Tactical Autonomous Resupply and Replenishment (JTARR) Derisk
- Land Analysis
- Land Concept Demonstrators
- Multi-Domain Integrated Swarm
- Networked Unmanned Air System (UAS) across Future Commando Force (FCF)
- Unmanned Disruptor

Generalnie programy związane ze sztuczną inteligencją są utajnione a w niektórych przypadkach nie są podawane ich prawdziwe kryptonimy ani nazwiska osób uczestniczących w tych programach lub nadzorujące je.



Rys. 48 Operatorzy dronów RAF w bazie Waddington, źródło: independent.co.uk – Getty



Rys.49 Pierwsza na Świecie próba zrzutu torpedy z drona, w tym przypadku Malloy T-600, więcej na https://www.youtube.com/watch?v=_1559aXFh7k&t=70s źródło: firma Malloy

Podsumowanie

Brytyjskie Ministerstwo Obrony dzięki rozbudowanej i spoistej sieci instytucji zajmujących się rozwojem technologii i innowacji (w tym dronów) ma pełny przegląd prac prowadzonych prawie przez wszystkie firmy i uczelnie będące na jej terytorium. Potrafi w przypadku MiŚ prawie w 100% zagospodarować ich potencjał, podobnie jak potencjał uczelni. Zarówno firmy brytyjskie jak i uczenie a nawet kółka studenckie nie mają problemów z uzyskaniem grantów na innowacyjne programy dronowe, które prowadzą. Dzięki takiemu podejściu większość dronów użytkowanych przez siły zbrojne Zjednoczonego Królestwa, jest prominencji brytyjskiej, powstała przy udziale brytyjskich firm, bądź firm zagranicznych, które posiadają rozbudowane oddziały w Wielkiej Brytanii. Podobnie dotyczy się to modernizacji i remontów nabytych dronów.

Problemem są duże programy w które zaangażowane są potentaci przemysłu zbrojeniowego. Przykładem jest lista 32 programów które udostępniło prasie w tym roku MoD. Okazało się że w ciągu kilkunastu lat tylko 7 z nich zakończyło się wdrożeniem. Nie ujawniono zaś w pełni wydatków na wiele programów tłumacząc to ich utajnieniem, co wzburzyło brytyjska prasę i jednocześni pokazało że w dużych i kosztownych programach nie wszystko idzie, tak jak powinno iść. Ale mówimy tutaj głównie o skomplikowanych programach wielu domen lub pionierskich pracach jak „lojalny skrzydłowy".

Co warte podkreślenia – Wielka Brytania wydaje duże pieniądze na wsparcie Ukrainy w zakresie dronów i innego innowacyjnego sprzętu wojskowego produkowanego w Wielkiej Brytanii ale jednocześnie w oparciu o te doświadczenia wdraża u siebie rozwiązania, które wywodzą się z „ukraińskich lekcji". Przykładem niech będą drony FPV, których w Wielkiej Brytanii nie uważa się za drony „komunijne" ale za bardzo przydatny i uzupełniający sprzęt! Tylko do tego British Army nie doszła przy pomocy jednego, nie aktualnego raportu ale poprzez szereg obserwacji na Ukrainie a przede wszystkim prób i ćwiczeń dokonanych u siebie w kraju. Takie podejście pozwala to nie tylko wojsku ale i przemysłowi czerpać garściami z doświadczeń ukraińskich. Dzięki nim w znacznym stopniu są dokonywane bardzo istotne korekty w uzbrojeniu i wyposażeniu wojsk lądowych! Przykładem niech będzie natychmiastowa podmiana amerykańskich dronów Skydio X2D , które poniosły kompletną porażkę na Ukrainie, na francuskie drony Parrot Anafi USA. Podobnie rzecz się ma z systemami obrony powietrznej i przeciw dronowej. Dwa prototypy systemu obrony powietrznej zostały przetestowane na Ukrainie we wrześniu 2024 (w tym Gravehawk), a w tym roku pojawi się kolejnych 15! Co ciekawe znaczna część dostaw sprzętu na Ukrainę jest finansowana z poza budżetu brytyjskiego, najczęściej z nadzwyczajnych zysków z unieruchomionych rosyjskich aktywów państwowych lub inicjatyw europejskich. De facto w Wielkiej Brytanii nie zamawia się już sprzętu nie sprawdzonego wcześniej w warunkach ukraińskich. Oczywiście nie dotyczy to całości sprzętu, tylko tego którego jest możliwość przetestowania na Ukrainie.
Tutaj rodzi się pytanie do polskiego MON – po co w Polsce kupujemy sprzęt który nie został sprawdzony i przetestowany na Ukrainie? Dobrze już jest jak najpierw kupimy a potem przetestujemy w warunkach wojny na Ukrainie. Ale część sprzętu do tej pory nie została z sukcesem sprawdzona na Ukrainie, a kupujemy go za ogromne sumy. A to co jest sprawdzone na Ukrainie, a potrzebne, nie kupujemy.

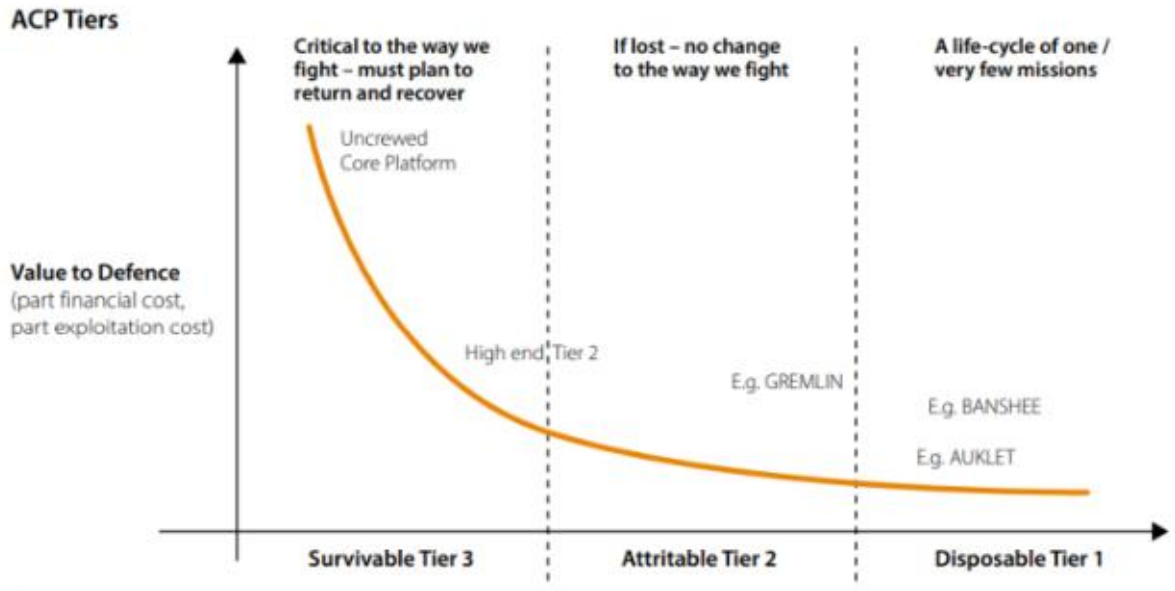
Jak już pisaliśmy marcu 2024 r. Ministerstwo Obrony Wielkiej Brytanii opublikowało „Strategię wobec dronów" (Drone Strategy). Jasno się w niej określa, iż część dronów będzie podatne na oddziaływanie WRE w wypadku wojny z równorzędnym przeciwnikiem. Dlatego, British Army a także RAF i RN nie mogą się opierać tylko o zdalnie sterowane systemy (Remotely Piloted Air Systems – RPAS), ale muszą rozwijać zdolności platform

DRAFT

autonomicznych (Autonomous Collaborative Platforms − ACP). W Strategii MoD zakłada, iż systemy robotyczne będą wykonywać różne zadania, ale kluczowym będzie wywalczenie przewagi powietrznej dla dronów oraz zniszczenie systemów oddziaływania przeciwnika na bezzałogowe systemy powietrzne. Zatem planowane systemy powietrzne powinny mieć przede wszystkim systemami nastawionymi ofensywnie. Strategia określa trzy "poziomy" ACP w oparciu o zdolność dronów do przetrwania w środowisku oddziaływania przeciwnika, w przypadku konfliktu wysokiej intensywności:

- Poziom 1 to drony jednorazowego użytku, których cykl życia wynosi jedną lub kilka misji,
- Poziom 2 to poziom "wysokiego ryzyka", w którym drony będą ponosić straty, jednak będą one akceptowalne do pewnego poziomu, jeśli osiągnie się zakładane cele a znaczna część dronów powróci do dalszych działań operacyjnych,
- Poziom 3 to drony, które mają wysoką wartość strategiczną, a ich utrata znacząco wpłynęłaby na dalszy sposób i możliwości prowadzenia walki.

Poza tym MoD zakłada, iż w toku dalszych prac nad platformami bezzałogowymi, w ramach uzyskanego ACP, pojedynczy operatorzy misji (dowódcy) będą w stanie dowodzić rosnącą liczbą dronów współpracujących nad wykonaniem postawionego zadania.
Brytyjczycy zakładają, że pierwszy poziom będzie operacyjny w ciągu roku-dwóch od publikacji Strategii, zaś drugi poziom osiągną około roku 2030 lub wcześniej gdyż BAE Systems ujawnia, że demonstrator autonomicznej platformy współpracy osiągnie zdolność do lotu w ciągu dwóch lat. Ponadto obserwując doświadczenia ukraińskie Brytyjczycy zakładają, iż w przyszłości będę musieli zejść z części standardów testów oraz ograniczać próby a przez to stawiać na drony o niższej jakości i wydajności, jeśli chcą mieć zdolność prowadzenia operacji we wszystkich trzech poziomach. Poza tym zakładają, iż ze względu na wysokie nakłady, drony poziomu trzeciego będą musiały być budowane wspólnie z sojusznikami, zaś poziom pierwszy i drugi będzie rozwijany w Wielkiej Brytanii. Warto zwrócić uwagę, że o ile w Wielkiej Brytanii prowadzone są prace nad dronami Poziomu 2, o tyle w Strategii wymienione są zaledwie dwa projekty Poziomu 1 - "AUKLET" i "Banshee", choć w dokumencie zaznacza się, iż RAF opracował niszowe rozwiązania Poziomu 1.



Rys.50 Diagram przedstawiający poziomy ACP w Strategii Dronów, źródło: dronewars.net

Obecnie armia brytyjska eksploatuje liczne lądowe systemy bezzałogowe. Główne zastosowania obejmują unieszkodliwianie materiałów wybuchowych (EOD), a także aspekty

wywiadu, obserwacji, namierzania celów i rozpoznania (ISTAR). Zainicjowany w marcu 2021 r. projekt Future Soldier ma na celu przygotowanie wojsk do walki nowej generacji. Obejmuje to reformy organizacyjne i nowe koncepcje operacyjne, ale kładzie również nacisk na integrację: sztucznej inteligencji (AI), zaawansowanych systemów bezzałogowych i sieci dowodzenia i kontroli. Robotyka i systemy autonomiczne (RAS) – w tym bezzałogowe pojazdy naziemne (UGV) i taktyczne bezzałogowe statki powietrzne (UAV) – są uważane za szczególnie obiecujące, jako mnożniki siły. Oczekuje się, że współpraca człowiek-maszyna (HMT) ułatwi rozproszone operacje na większe odległości, zapewniając mniejszym jednostkom zwiększone zdolności taktyczne jak i rażenia na odległość. We wrześniu 2021 r. MON formalnie uznał integrację RAS za ważny element koncepcji Future Soldier, rozszerzając obecne zdolności o sieć nowych sensorów i efektorów. Aby wesprzeć te wysiłki, Ministerstwo Obrony udoskonaliło niezbędną infrastrukturę testową i eksperymentalną na przykład w postaci Zespołu Bojowego Nowej Generacji czy Wojskowej Grupy Doświadczalnej i Eksperymentalnej (Army's Experimental and Trials Group - ETG). Obie te grupy testują wszystkie nowe koncepcyjne i wyposażenie oferowane armii, oceniają koncepcje działania, które zoptymalizują użyteczność nowej technologii. Podobnemu zadaniu służą coroczne ćwiczenia Army Warfighter Experiment (AWE), przeprowadzane od 2017 roku (wcześniej, jak pisaliśmy, był program Urban Experimentation - URBEX). AWE to główny czynnik innowacyjny, koncentrujący się na łączeniu żołnierzy z robotami i dronami wyposażonymi min. w sztuczną inteligencję. AWE jest prowadzony w ścisłej współpracy z przemysłem w celu identyfikacji i oceny obecnych i powstających technologii pod kątem ich potencjału operacyjnego.

Jeśli chodzi o Royal Navy to jasno ma ona określony plan budowy "hybrydowej" struktury sił, która wykorzystuje zarówno bezzałogowe pojazdy podwodne, jak i nawodne. Projekty Królewskiej Marynarki Wojennej osiągają różne poziomy na drodze do autonomii. Niektóre projekty brytyjskiej Królewskiej Marynarki Wojennej nie osiągnęły zamierzonych celów, inne sprawdziły się w swoich założeniach. Jest to wynikiem tego, że rozwój sztucznej inteligencji lub systemów autonomicznych wiąże się z ryzykiem wyzwań finansowych, technologicznych, prawnych i etycznych, o czym świadczy powolne tempo rozwoju rozwiązań autonomicznych nie tylko w domenie morskiej, ale we wszystkich domenach. Obecnie Królewska Marynarka Wojenna dąży do morskiej autonomii na tak zwanym "czwartym stopniu", w którym jej podwodne zasoby działają w pełni autonomicznie, bez udziału człowieka w pętli, choć człowiek nadal jest obecny w tej pętli. Obecnie udało się osiągnąć zdolności operacyjne tylko zakresie działań przeciwminowych, ale wydaje się to tylko początkiem w osiąganiu zdolności operacyjnych na kolejnych polach działania RN.

Chociaż drony były używane przez siły zbrojne Zjednoczonego Królestwa już przed wojną w Ukrainie, ten konflikt przyspieszył ich wdrażanie i ewolucję. Nie ma wątpliwości, że drony będą odgrywać coraz ważniejszą rolę w brytyjskiej obronie. W związku z tym prawdopodobne jest, że przyszły rozwój w dziedzinie dronów, w szczególności ten zainspirowany wnioskami z wojny w Ukrainie, będzie kształtował przyszłość zdolności wojskowych Wielkiej Brytanii.



DRAFT



Historia dronów

Pierwsze udane prace nad dronami w Niemczech prowadzono jeszcze przed II Wojną Światową. Jednak za początek badań nad tego rodzajem broni w Bundeswerze można uważać 1 stycznia 1960 roku kiedy to powołano Pierwszą Doświadczalną Grupę Rozpoznania - Aufklärungsversuchsgruppe 1 (AufklVsuGrp l) w bazie lotniczej Celle-Wietzenbruch. Jej stan osobowy to początkowo 3 oficerów, 12 podoficerów i 15 szeregowych. W 1963 rozwinięto jednostkę do Grupy Ćwiczebno-Doświadczalnej Dronów i podporządkowano ją Szkole Lotnictwa Wojsk Lądowych (Heeresfliegerwaffenschule), zaś w 1969 wraz z postępującymi pracami nad dronem CL-89, utworzono z niej Szkolno-Doświadczalną Eskadrę Dronów (Drohnen LVsuStff). Jej stan liczebny wzrósł do 85 żołnierzy. W 1973 roku rozwiązano eskadrę przeznaczając jej personel do obsługi dronów obserwacyjnych CL-89 lub przenosząc do nowo utworzonej Eskadry Doświadczalnej Lotnictwa Wojsk Lądowych. W 1981 na jej bazie utworzono 910 Eskadrę Doświadczalną Lotnictwa Armii, którą rozwiązano w roku 2008.

Ilość szt.	Nazwa	Kraj pochodzenia
1	Drohnensystem SD-1A	USA
1	AN/APS-85	USA
1	AN/APS-95	USA
1	AN/TPS-25	USA
1	AN/TPS-33	USA
2	AN/PPS-4	USA
3	MLV-2	Włochy
2	SDS-DR-MT-lA	Francja

Rys.51 Ilość i nazwa sprzętu używanego w Celle w 1961 r.

Od 1990 do 2008 roku na uzbrojenie Bundeswehry przyjęto rozwinięcie konstrukcji CL-89 – drona CL – 289 w liczbie 239 sztuk, produkowanego przy współpracy kanadyjsko -niemiecko-francuskiej. Od tego czasu rozpoczęto prace nad szerszą gamą dronów rozpoznawczych, różnej wielkości.

Bezzałogowe Statki Powietrzne

Pod koniec lat 90-tych w firmie Rheinmetall opracowano drona dla rozpoznania armijnego i oddziałów artylerii - KZO (Kleinfluggerät Zielortung). Na wyposażenie Bundeswery wszedł on w roku 2005. Był to pierwszy dron w pełni przetestowany zgodnie z normą homologacyjną dla bezzałogowych statków powietrznych w Niemczech. Do 2014 dostarczono 61 sztuk tego typu uzbrojenia, z czego w użytkowaniu było tylko 46 sztuk, pozostałe zostały utracone, bądź uszkodzone i nie nadające się do lotu. Dron ten jest już całkowicie przestarzałą konstrukcją i kompletnie nie odpowiada współczesnemu polu walki, stąd w 2017 r. podjęto prace nad

DRAFT

dronem Luna (Luftgestützte Unbemannte Nahaufklärungs Ausstattung) firmy EMT (EMT Ingenieurgesellschaft Dipl.-Ing. Hartmut Euer mbH). Same drony KZO były modernizowane a ich resurs został w 2023 roku przedłużony do roku 2026, do czasu wprowadzenia jego następcy.



Rys.52 Dron KZO (2010), źródło: Wikipedia

Prawie równocześnie z dronem KZO rozpoczęto prace nad BSP Luna. Pierwsze egzemplarze tego drona trafiły na wyposażenie Bundeswery w roku 2002, zamówiono 12 stacji i 40 dronów. Do 2014 roku dostarczono 142 drony z tym iż tylko 84 były sprawne, pozostałe utracono lub były uszkodzone. Ich wycofanie z uzbrojenia planuje się na rok 2028. Drony te nabyła też Arabia Saudyjska jak i Pakistan. Drony Luna mają być zastąpione przez drony Luna Next Generation (NG). W lipcu 2017 Bundeswera zamówiła trzy zestawy tego typu dronów, zaś w 2019 za 130 mln euro zakupiono dodatkowo jeszcze 9 zestawów + 1 zestaw treningowy. Ale w międzyczasie producent systemów, firma EMT zbankrutowała. Dopiero w 2022 roku EMT została przejęta przez Rheinmetall, a Bundeswera powtórzyła zamówienie na 13 zestawów dronów za łączną sumę 291 mln euro, zaś dostawy sprzętu przewidziano na lata 2025-28. Luna posiada zasięg ponad 100 km oraz czas lotu do 12 godzin. Podobnie jak jej poprzednicy potrzebuje rampy startowej i dopiero jej następcy będą posiadali zdolność VTOL. Co ciekawe jeden zestaw ma być przesłany na Ukrainę ale nie jest jasne czy będzie to jeden z 13 zestawów czy też dodatkowy zestaw.

Na początku XXI wieku w Niemczech rozpoczęła się dyskusja na temat wyposażenia jednostek zmechanizowanych i rozpoznania w bezpilotowe statki powietrzne rozpoznania. Jako jeden z pierwszych krajów NATO, Niemcy już w 2005 roku zaczęli wprowadzać drony rozpoznania do jednostek zmechanizowanych. Dziesięć lat później w jednostkach znajdowało się 145 zestawów dronów Aladdin (po dwa drony) firmy EMT z 323 dronów jakie zostały dostarczone do Budneswery od 2005 roku za sumę 53 000 euro za sztukę. Dron ten o wadze ok. 3,2 kg, czasie lotu do 60 minut i zasięgu 5-15 km (w zależności od konfiguracji) służy do dziś w siłach

zbrojnych Niemiec. Kolejnym mikrodronem który został przyjęty na wyposażenie Bundeswery w 2014 jest MIKADO (Mikroaufaufklärungsddrone fürden Ortsbereich) firmy AirRobot. De facto jest to wojskowa odmiana cywilnego AirRobot AR 100-B i to dotychczas jedyny kwadrakopter wprowadzony masowo na uzbrojenie Bundeswery. Do 2014 roku dostarczono do wojska 168 sztuk zestawów tych dronów, w średniej cenie ok. 93 180 euro.



Rys.53 dron Luna, źródło: Bundeswehr

Od roku 2022 jest przeprowadzana modernizacja tych dronów, zaś pierwsze zestawy po modernizacji miały być dostarczone w roku 2024. Dron ten waży ok. 1 kg, może unieść ok. 200 g ładunku, jego czas lotu to 30 minut zaś zasięg posiada do 1 km. Dron ten jest nadal używany. Należy też wspomnieć iż od 2009 roku w Bundeswerze używane jest też 10 systemów Black Hornet PD-100.



Rys.54 dron Aladdin, źródło:Bundeswehra

W 2024 roku BAAINBw, zgodnie z komunikatem na europejskiej platformie TED, otworzyło procedurę negocjacyjną z konkursem na dostawę 147 systemów rozpoznania, z opcją zakupu 600 dodatkowych dronów. Drony te mają zastąpić systemy Aladdin i muszą spełniać następujące warunki:

- maksymalna masa startowa 4 kg
- nieprzerwany czas lotu wynoszący co najmniej 90 minut
- minimalny zasięg łącza danych wynoszący 15 kilometrów w warunkach "linii wzroku (LOS)"
- czujnik elektrooptyczny i podczerwony (EO/IR) jako ładunek rozpoznawczy, który działa jako połączony ładunek zarówno w widmie widzialnym, jak i podczerwonym (okno dalekiej podczerwieni)
- być eksploatowane w kategoriach klimatycznych A1/A2/A3, B1 i C0 zgodnie z Umową Normalizacyjną (STANAG) 4370 w połączeniu z AECTP 200 Karta 2311/1 i być chronione przed wpływami środowiska i warunków atmosferycznych co najmniej zgodnie z IP53

Według dobrze poinformowanych kręgów możliwymi kandydatami, w kolejności alfabetycznej, na następcę ALADINA są ALADIN 2.0 firmy Rheinmetall, RQ-35 Heidrun duńskiego producenta Sky-Watch (dystrybuowany przez Dynamit Nobel Defence Digital) oraz Twistery niemieckiego specjalisty od dronów Quantum Systems. Prawdopodobnie zostanie też przeprowadzony konkurs na zastąpienie dronów MIKADO.



Rys.55 Dron MIKADO, źródło: Bundeswehr

Uzupełnieniem dronow rozpoznawczych Wojsk Lądowych (WL) w Bundeswerze będzie dron Vector firmy Quantum-Systems GmbH z siedzibą w Monachium. Wejdzie on na początek na wyposażenie wojsk specjalnych. W tym celu we wrześniu 2023 r. podpisana została umowa na pozyskanie do 32 systemów tych bezzałogowych statków powietrznych. Dostawa pierwszych systemów zaplanowana jest na 2024 rok. W wypadku Vectorów, po raz pierwszy przy zakupie dronów zastosowano nową procedurę zamówienia. Najpierw przeprowadzono przegląd wszystkich gotowych konstrukcji cywilnych, wybierając te najbardziej odpowiadające wymogom wojska a następnie poddano testom tak wybrane drony, wybierając najbardziej optymalną konstrukcję. Stąd pomiędzy zapotrzebowaniem rozpisanym przez wojsko a podpisaniem umowy upłynęło mniej niż rok! W październiku 2024

zapowiedziano też dalsze zakupy tego typu drona, tym razem dla wojsk rozpoznania. Sam dron jest o tyle ciekawy iż Ukraina zamówiła go ponad 800 szt. (zakup finansowany przez niemiecki budżet), USA przyznało dotację w wysokości około 20 mln dolarów na rozwinięcie linii produkcyjnej w USA, Australia podpisała kontrakt na zakup dronów na sumę 56 mln euro a także Nowa Zelandia i Rumunia zdecydowała się na jego zakup. Vector posiada system czujników nawigacyjnych AI, który umożliwia dronowi nawigację z najwyższą precyzją w dzień, w nocy i przy słabej widoczności, a także bez odbioru sygnałów nawigacyjnych. Według Quantum Systems, aktualizacja czujnika AI, zwana "Receptor AI", opiera się na chipie Nvidia Jetson Orin i kilku czujnikach dla drona zwiadowczego Vector. Oprócz nawigacji niezależnej od GNSS, Receptor AI ma również umożliwić automatyczne rozpoznawanie i identyfikację obiektów wspierany przez sztuczną inteligencję. Funkcjonalność stojąca za „Receptorem AI" opiera się na nawigacji wizualnej opartej na podczerwieni. Według firmy umożliwia to również autonomiczne loty nocne i przy złej pogodzie. Nie jest jasne które drony zostały wyposażone w w/w czujniki.

Drohnen der Bundeswehr

Bundeswehr-Bezeichnung (Herstellername)	Nutzende Teilstreitkraft	Bestand		
		2013	2017	2024
NANO UAS (Black Hornet)	Heer	Noch nicht eingeführt	10	50
MIKADO Basis (AR100-B)	Heer	164	145	116
MIKADO mobil (AR100-B-KS-Klapp)	Heer			23
ALADIN Aufklärung Nächstbereich	Heer	290	290	290
KZO Kleinfluggerät Zielortung	Heer	43	44	39
LUNA (ATP 01)	Heer	81	85	23
LUNA (ATP 01 Transponder)	Heer			64
HERON TP	Luftwaffe	Noch nicht eingeführt	Noch nicht eingeführt	5
HERON 1	Luftwaffe	3	6	Nicht mehr genutzt
LARUS (Puma II AE)	Marine	Noch nicht eingeführt	Noch nicht eingeführt	6
SEA FALCON (Skeldar V-200 GER)	Marine	Noch nicht eingeführt	Noch nicht eingeführt	2
Gesamt		**561**	**580**	**618**

Quellen: Beschaffungsamt BAAINBw, Bundeswehr, Hersteller

Rys.56 Przypuszczalny stan dronów Bundeswehry na 1 września 2024, źródło: www.reservistenverband.de

Widocznym problemem Bundeswehry jest wyposażenie jednostek zmechanizowanych w mikrodrony, głównie w kwadrakoptery. Ze względu na doświadczenia z wojny w Ukrainie obecnie trwa w Niemczech silny oddolny nacisk żołnierzy na zakup dostępnych na rynku lekkich i małych mikrodronów z optoelektroniką wysokiej rozdzielczości i na podczerwień. Maja one głównie służyć do ćwiczeń ale w razie potrzeby powinny też być częściowo zdolne do wykonania zadań taktycznych. Dlatego też prawdopodobnie w październiku 2023 roku jednostki armii niemieckiej otrzymały doraźne pozwolenie na samodzielne pozyskiwanie dostępnych na rynku mikrodronów i wykorzystywanie ich w Niemczech w ramach szkoleń i ćwiczeń. Drony mają być używane przez piechotę zmechanizowaną i lekką, a ich koszt zakupu ma być w miarę niski. Środki na tego rodzaju zakupy pochodziły z budżetu tzw. „pieniędzy z ręki dowódców" („Handgeld für Kommandeure"), jaki jest dostępny dla dowódców jednostek wojskowych. Fundusz ten prawdopodobnie wynosi około 50 000 euro i de facto wystarcza na zakup pojedynczego zestawu dronów z tzw. „niebieskiej listy" (o której niżej). Ponadto ten proces zakupowy wymaga również pewnych formalnych ram, w których należy uzyskać różne oferty, tak że jest on znacznie bardziej złożony niż "zwykły spacer" po rynku dronów. Jednak w grudniu br. BAAINBw poinformowało o zawarciu dwóch umów ramowych, z dwoma

dystrybutorami dronów - droneparts GmbH i Dronivo GmbH, które umożliwią zakup około 1000 systemów bezzałogowych klasy micro. Dotyczą one dronów typu Autel Evo Max 4T i DJI Matrice 30, z tym iż oba typy mają być tak zmodyfikowane by spełniały wymogi bezpieczeństwa informacji. Zatem dowódcy jednostek pozyskają także kolejną, uproszczoną drogę pozyskiwania dronów dla własnych JW.



Rys.57 Dron Vector, źródło: Quantum Systems

Interesujące jest to iż żołnierze nadal poszukują dronów o wadze poniżej 250 g, gdyż cięższe drony wymagają ukończenia kursu operatora dronów Bundeswehry w Münsterze, co nie jest już takie proste a liczba miejsc w kursach jest ograniczona. Zaś drony o wadze poniżej 250g nie wymagają już przechodzenia takiego kursu i nie podlegają takim obostrzeniom jak większe drony.
Oprócz dronów taktycznych Niemcy dysponują także większymi dronami. W 2009 roku Bundeswehra postanowiła wzmocnić swój system rozpoznania w Afganistanie o drony MALE. Do konkurencji stanęły dwie konstrukcję: Izraelski Heron 1 i amerykański RQ-1 Predator. W 2010 roku wydzierżawiono za 110 milionów euro, 3 szt. drona Heron-1. Umowę te wielokrotnie przedłużono aż do 2023 roku kiedy wycofano te drony z użytku. W 2016 roku w Niemczech podjęto decyzję o zakupie pomostowym dronów MALE do czasu wprowadzenia na uzbrojenie europejskiego drona – Eurodrone, powstającego przy współpracy Francji, Niemiec, Włoch i Hiszpanii. Sprzeciw amerykańskiej firmy General Atomics wobec wyboru izraelskiej oferty spowodował iż dopiero w 2018 roku podpisano umowę na dzierżawę 5 sztuk dronów IAI Heron TP, które będą serwisowane przez firmę Airbus. Dzierżawa obowiązuje do roku 2027 i ma kosztować 900 mln euro.

Przez długi czas jednym z kontrowersyjnych tematów wojskowo-technologicznych była dyskusja w Niemczech na temat wprowadzenia uzbrojonych dronów w Bundeswehrze. Armia już w latach 90-tych planowała wprowadzenie do walki przeciwpancernego drona bojowego Tajfun opartego na dronie KZO. Po 2000 roku odbyły się próby z autonomicznym dronem bojowym „Wabeb” we współpracy z Izraelem, który miał namierzać i niszczyć cel nawodny jako dron "kamikadze", od podejścia do celu, zgodnie z zasadą "odpal i zapomnij". Projekt został przerwany w Niemczech ale z powodzeniem był kontynuowany w Izraelu. Sytuację nie ułatwiały doniesienia o cywilnych ofiarach ataków dronów na Bliskim Wschodzie. Dopiero w

2022 roku, po burzliwych dyskusjach Bundeswera zdecydowała się uzbroić drony Heron TP w pociski Whip Shot o wadze 15 kg i głowicy bojowej 6kg za sume 150 mln euro. Mimo to każdy operator broni w Bundeswehrze podlega surowym przepisom dotyczącym użycia broni na mocy mandatu politycznego i nieprzerwanej kontroli ze strony kierownictwa politycznego i wojskowego. Zaś w stacji naziemnej w ostateczną decyzję operacyjną zaangażowanych jest zwykle więcej osób niż tylko pilot i operator. Pierwszy lot w Niemczech drona Heron TP odbył się w roku 2024.



Rys.58 Niemiecki Heron TP na płycie lotniska w Bazie Lotniczej Jagel, przygotowuje się do swojego dziewiczego lotu w niemieckiej przestrzeni powietrznej, źródło: Bundeswehr/Cora Mohrdieck

Wcześniej wszystkie drony były użytkowane poza granicami Niemiec. Trzeba zaznaczyć iż niemiecka wersja Heron TP różni się czujnikami od wersji izraelskiej i otrzymała oznaczenie German Heron TP. Ponadto Heron TP konkuruje obecnie z General Atomics z MQ-9B SeaGuardian oraz morską wersją MQ-9 Reaper, o kontrakt z marynarką wojenną Niemiec na drona MALE. Kontrakt na drony Heron miał na celu stworzenie podstaw do przygotowania i realizacji lotów demonstracyjnych GLOBAL HAWK w Niemczech. Ale te przygotowania zakończyły się zaskakująco.

W październiku 2001 roku została podpisana umowa pomiędzy Departamentem Obrony Stanów Zjednoczonych a Federalnym Ministerstwem Obrony o nazwie: "Project Agreement – High Altitude Long Endurance (HALE) Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Concept of Operations, Sensor Integration and Flight Demonstration Project". Projekt zakładał przygotowanie drona RQ-4E Euro Hawk do wariantu SIGINT (RQ-4B Block 20) dla niemieckich sił zbrojnych, którego technologia czujników pochodziłaby z ówczesnej firmy EADS i byłaby montowana w Niemczech. Pod koniec 2003 przeprowadzono pierwsze próby z prototypem 01 RQ-4A i zamontowanymi sensorami EADS. W 2007 r. niemiecki Federalny Urząd ds. Technologii Obronnych i Zamówień Publicznych (BWB) oraz EuroHawk GmbH zgodziły się opracować, przetestować i wspierać demonstrator UAS (Full Scale Demonstrator) do 2010 r., z opcją na cztery dodatkowe systemy w latach 2011-2014. Koszt całego przedsięwzięcia miał wynosić 430 mln euro. W 2011 dostarczono, droga powietrzną (przez Kanadę i Grenlandię) pierwszą

maszynę do Manching, gdzie miała być doposażona w niemieckie urządzenia. W 2013 roku dron odbył swój pierwszy lot w Niemczech. W tym też roku okazało się iż dron nie miał automatycznego systemu antykolizyjnego certyfikowanego dla lotnictwa cywilnego i mógł tylko latać nad terenami nie zamieszkanymi. To przerwało kontynuację projektu, gdyż okazało się że jego modernizacja i późniejsza certyfikacja będzie kosztować kolejne 500 mln do 600 mln euro. Mimo prób zastąpienia Euro Hawka przez projekt MQ-4C Triton, ostatecznie w 2020 roku projekt zarzucono zaś drona oddano do muzeum.



Rys.59 Zdjęcie niemieckiego RQ-4B Block 20 w bazie Edwards w USA, źródło: Von Rekke - Mein Fotoapparat

Po porażce Bundeswehry przy zakupie dronów HALE – Euro Hawk i Pegasus (nie będziemy tego przypadku opisywać), postanowiono iż drony typu MALE i HALE będą pozyskiwane w ramach współpracy w UE lub NATO. Nie planuje się w Niemczech w najbliższym czasie własnych prac nad dronami powyższych typów tym bardziej iż będą one kosztowne i długotrwałe. Drony MALE ma uzupełnić wspólny projekt Niemiecko-Francusko-Włosko-Hiszpański statku powietrznego Eurodrone. Umowa podpisana przez te kraje w roku 2015, mimo opóźnień przewiduje, pierwsze dostawy na rok 2027. W ramach zamówionych 60 dronów, Niemcy mają pozyskać 7 systemów po trzy drony każdy. Warto zauważyć iż dron ten jest prawie dwa razy cięższy od amerykańskiego MQ-9 Reaper, przy tym ma podobne osiągi i udźwig. Co ciekawe w tym czasie kiedy na uzbrojenie europejskich krajów będą wchodzić Eurodrone, USA zamierza zastępować RQ -9 nowszym systemem. Zatem projekt Eurodrone jest bardziej polityczny niż ekonomiczny.
Inaczej rozwiązano temat drona HALE. Niemcy weszły do programu NATO - Alliance Ground Surveillance (Sojuszniczy Program Obserwacji Naziemnej), jako jeden z poważniejszych donatorów. NATO ustanowiło dla tego programu, główną bazę operacyjną w bazie lotniczej Sigonella we Włoszech, gdzie stacjonuje 5 dronów RQ-4 Global Hawk.



Rys.60 Eurodrone (makieta), źródło: galaxiamilitar.es



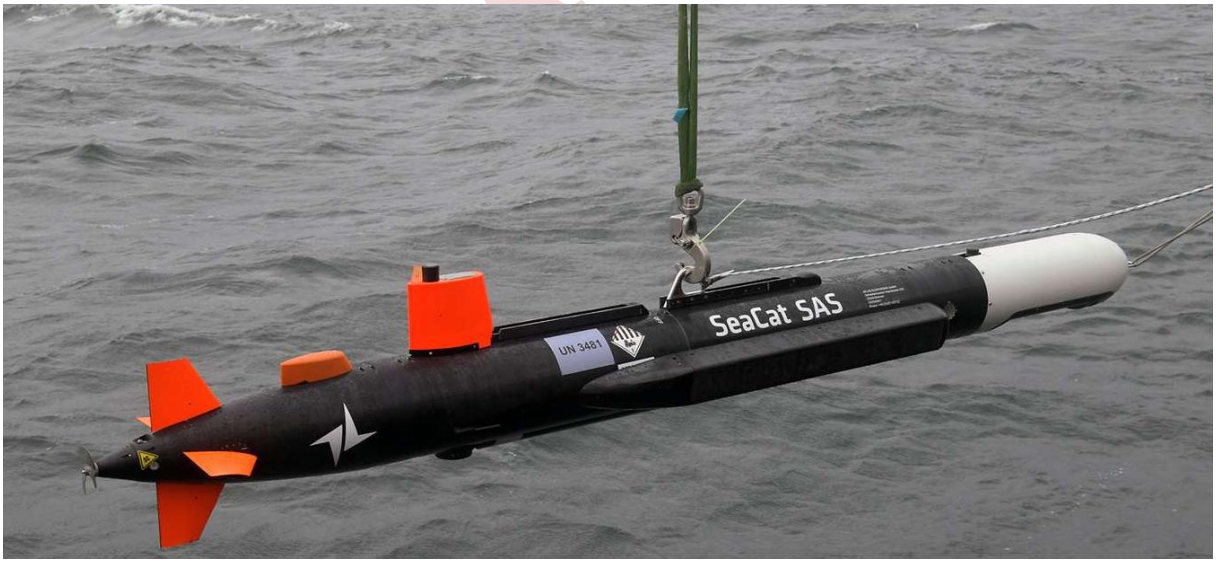
Rys. 61 Drony MQ-4C Tryton w Palmdale, miały one wejść na uzbrojenie Bundeswehry od 2025 r. ale Niemcy uznały iż będzie trudno certyfikować go dla lotów nad terenami zamieszkanymi i mimo potwierdzenia chęci ich zakupu w 2017 roku, do transakcji ostatecznie nie doszło, Źródło: USNavy.

Na początku 2025 roku pojawiła się informacja iż Bundeswehra nabyła nieznaną liczbę dronów FLIR Black Hornet 3 i 4. Wersja 4 wyposażona jest w 12-megapikselową kamerę dzienną o bardzo dobrej rozdzielczości w warunkach słabego oświetlenia oraz kamerę termowizyjną o wysokiej rozdzielczości. Sterowanie i przetwarzanie danych na pokładzie odbywa się za pomocą energooszczędnego procesora Qualcomm QRB5165. Zintegrowany system wykrywania przeszkód umożliwia bezpieczną pracę Horneta 4 nawet poza linią wzroku w trudnym terenie, np. w budynkach zawalonych gruzem. Zasadniczo Black Hornet 4 został zaprojektowany do pracy w środowisku bez odbioru GNSS. Pozycja jest określana przez przetwarzanie obrazu. W przypadku rozłączenia dron automatycznie wraca do operatora.

Drony Marynarki Wojennej

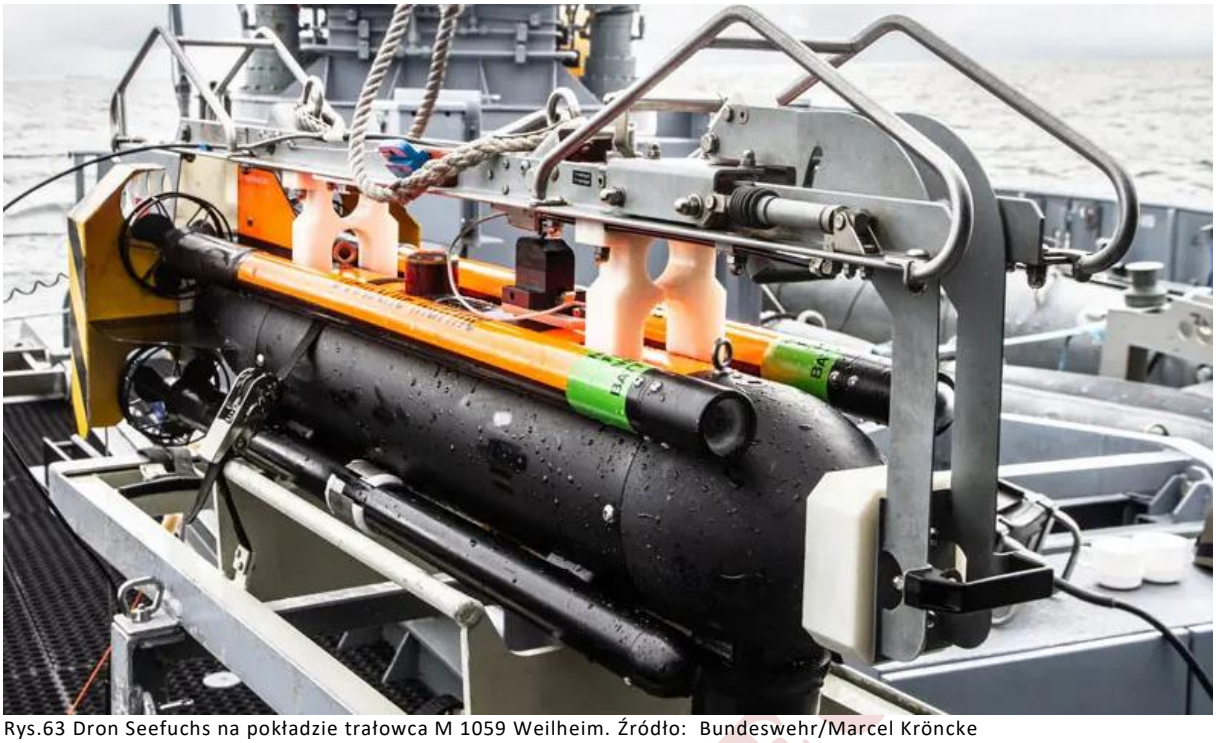
Odmienne drony od wojsk lądowych były na wyposażeniu Bundesmarine. Przede wszystkim były to systemy DJI Phantom 4 w liczbie 30 sztuk ale nie jest jasne czy są nadal używane. Poza nimi były używane dla sił specjalnych – Larus Herstellerbezeichnung Puma 2 AE (3 systemy), firmy AeroVironment, ale też zostały wycofane. W lipcu tego roku przerwano trwający 3 lata program zakupu dronów morskich dla fregat – Sea Falcon. Marynarka Wojenna Niemiec zakupiła już jeden zestaw złożony z dwóch dronów UMS Skeldar V-200 oraz stacją kontrolną z dwiema konsolami i zestawem w swoim wyposażeniu. Ale nie oficjalnie jeden z dronów uległ katastrofie a sam program, wg BAAINBw nie przeszedł zakładanych kamieni milowych. Stąd Marynarka Wojenna obecnie zostaje de facto bez dedykowanych dronów powietrznych (koniec 2024 r.).

Jeśli chodzi o drony na- i podwodne to obecnie na wyposażeniu 3 Dywizjonu Trałowców w Kilonii, znajduje się dziesięć dronów przeciwminowych typu Deep Trekker Revolution. Ten typ dronów używany jest w ramach tzw. połączonej obrony przeciwminowej i ukierunkowany jest na poszukiwanie min, rozpoznanie podwodne, a także rozminowywanie. Dron ten waży ok. 26 kg i może prowadzić rozpoznanie do głębokości ok. 300 metrów przez ok. 8 godzin (lub na łączu kablowym), zaś jego chwytak może unieść ciężar do 100 kg . W 2025 roku na uzbrojenie mają wejść cztery systemy robotów rozpoznania podwodnego Sea Cat SAS, oferowane przez firmę Atlas Elektronik GmbH z siedzibą w Bremie. Dron ten ma ok. 4 m długości, 57,5 cm średnicy i waży ok. 440 kg, potrafi się zanurzyć do 300 m. Czas pracy wynosi dziesięć godzin ze standardowym akumulatorem i do dwudziestu godzin z dodatkowym akumulatorem przy prędkości przelotowej około sześciu km/h. Dronem można sterować bezprzewodowo lub za pomocą przewodu światłowodowego. Służy on głównie do rozpoznania dna morskiego i obiektów znajdujących się w morzu. Planuje się jego dalsze zakupy.



Rys.62 Dron rozpoznania podwodnego "SeaCat" poprawi w przyszłości możliwości niszczycieli min klasy 332, źródło: ATLAS ELEKTRONIK GmbH

Kolejnym podwodnym dronem używanym przez Marynarkę wojenną Niemiec jest Seefuchs-C. Jest to dron o długości około 130 cm i wadze ok. 40 kg. Drony te były używane już w roku 1991 w Zatoce Perskiej i prawdopodobnie zostaną wkrótce wycofane, wraz z nabyciem nowego sprzętu.



Rys.63 Dron Seefuchs na pokładzie trałowca M 1059 Weilheim. Źródło: Bundeswehr/Marcel Kröncke

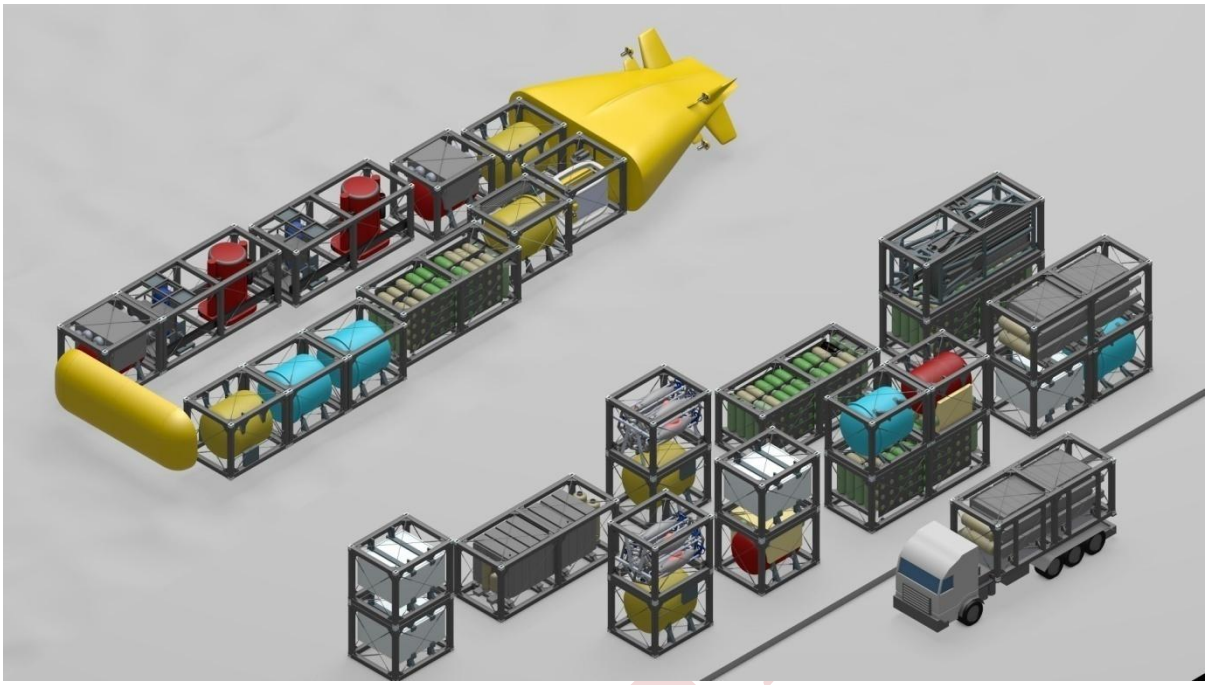
W 2014 Bundeswehr nabyła drony Remus 100. Bezzałogowy pojazd podwodny Remus 100 (Remote Environmental Monitoring Unit) produkowany przez firmę Hydroid przeznaczony jest do wspierania środków przeciwdziałania minom. Robot o długości 1,6 m i wadze 37 kg jest przeznaczony do pracy na głębokości wody do 100 m i może pracować nieprzerwanie przez około dwanaście godzin. Poza poszukiwaniem min może być użyty do poszukiwania zagubionych obiektów, wraków lub po prostu mapowania topograficznego dna morskiego do zastosowań hydrograficznych i naukowych. W 2020 roku zakupiono dodatkowo jeszcze sześć tych pojazdów podwodnych.



Rys.64 Dron Remus 100, źródło: Bundeswehr

Oczywiście Bundeswehra prowadzi badania nad dalszymi modelami dronów podwodnych ale przyszłym zapleczem tego typu konstrukcji mogą być też drony podwodne opracowywane przez rynek cywilny. Przykładem tego mogą być prace nad największym na Świecie podwodnym dronem, finansowanym przez Federalne Ministerstwo Gospodarki i Energii (Bundesministerium fur Wirtschaft und Energie). Projekt pod nazwą Modifiable Unterwater

Mothership (MUM), realizowany przez konsorcjum ThyssenKrupp Marine Systems, Atlas Elektronik, EvoLogics, Uniwersytet w Rostocku i Uniwersytet Techniczny w Berlinie, a także instytuty Fraunhofera.



Rys.65 Projekt MUM, źródło ThyssenKrupp Marine Systems

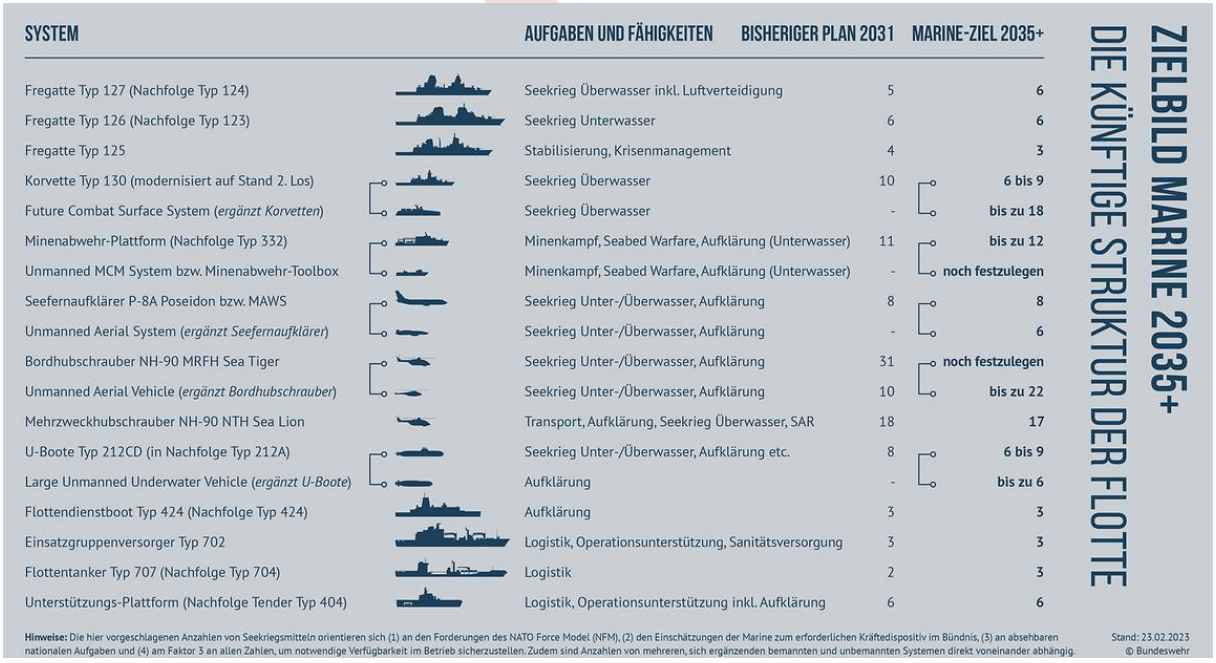
Przewiduje on budowę modułowego 25-cio metrowego drona podwodnego, który ma pełnić funkcję bazy-matki dla misji transportowych, badawczych pól gazowych i naftowych, z możliwością pobierania próbek rdzenia z dna morskiego za pomocą wiertła lub rozmieszczania sond. Dron będzie mógł pracować przez cały rok, z tym iż przewidywana jest praca albo w położeniu nawodnym albo na dnie. Nie ma opcji pracy w trakcie zanurzenia. Co ciekawe dron może poruszać się zarówno płaską jak i wąska stroną. Wzbudził on już zainteresowanie Bundeswehry i w przyszłości planuje się próby z nim.



Rys.66 ARCIMS USV , źródło: Northrop Grumman

Bundeswehra regularnie monitoruje cywilny rynek dronów na - i podwodnych ze szczególnym uwzględnieniem rodzimego rynku. Stąd w wypadku potrzeby operacyjnej ma szeroki wachlarz modeli do wyboru, które albo testuje albo już przetestowała albo zamierza testować. Przykładem może być rodzina dronów firmy Atlas Elektronik z Bremy. W roku 2016 został nabyty przez Bundeswehrę nadwodny kuter bezzałogowy ARCIMS USV. Jego długość to 11 m, ładowność 4 ton oraz prędkość poruszania się do 40 w. Ma on szerokie zastosowanie od misji wykrywania anomalii magnetycznych i akustycznych, poprzez wykrywanie i unieszkodliwianie min, działanie z sonarem, bazę dronów podwodnych do funkcji patrolowych. Pojazd może być używany jako załogowy jak i bezzałogowy. Rozwój dronów nawodnych (oraz całej floty) ujmuje wizja rozwoju marynarki wojennej do roku 2035. Stąd być może ten nabytek jest traktowany jako element zbierania doświadczeń dla tego typu uzbrojenia.

W 2023 roku przedstawiono wspomnianą wyżej wizję rozwoju niemieckiej marynarki wojennej +2035 (całość przedstawiamy w załączniku 5). Skupimy się na tej części która dotyczy dronów. Przede wszystkim zwraca uwagę fakt, że niemal wszystkie typy okrętów mają być "uzupełniane" przez bezzałogowe platformy z AI, zgodnie z wymogami doktryny misji MDO. Z tym iż dla większości tych bezzałogowych platform nie ustalono szczegółów, a w dużej części ograniczono się do zdawkowego opisu. I tak - platformom przeciwminowym ma towarzyszyć coś o nazwie "Unmanned MCM System or Mine Warfare Toolbox", ale ich liczba jest "jeszcze do ustalenia". Dla morskich samolotów rozpoznania morskiego Poseidon zaplanowano sześć "bezzałogowych systemów powietrznych" (Unmanned Aerial System), a okręty podwodne 212CD mają zostać uzupełnione o "do 6 Large Unmanned Underwater Vehicles". Systemy bezzałogowe mają również zrekompensować obecny niedobór załogowych statków i łodzi. Chociaż obecnie istnieje tylko pięć korwet K130, ich możliwości mogą zostać znacznie zwiększone dzięki dodatkowym komponentom bezzałogowym, w tym zdolnych do sformowaniu roju. A obecnie szczególny nacisk kładziony jest na projekt Future Combat Surface System (FCSS), którego nie będziemy tutaj szczegółowo opisywać.



Rys.67 Szkic programu +2035 dla niemieckiej floty, źródło: Bundeswehr

Zatem jak widać Niemiecka Marynarka Wojenna prawie nie używała do tej pory dronów z wyjątkiem podwodnych robotów do wykrywania min i rozpoznawania zagrożeń podwodnych. To się ma zmienić, zaś same siły trałowe i rozpoznania podwodnego ulegają znacznemu wzmocnieniu. Obecnie jest szereg rozwiązań wypracowanych przez niemieckie firmy dla

Bundesmarine w zakresie dronów. Jednak ich wdrożenie może zająć lata, zaś przed samą marynarką wojenną Niemiec stoi ogrom zadań precyzujących jej oczekiwania względem oczekiwanych dronów. Co, przy obecnych procedurach i obecnym etapie wdrażania dronów w tym rodzaju sił zbrojnych, nie wróży szybkiego sukcesy.



Rys. 68 drony See Falcon na próbach w 2021 r. miał być rozwiązaniem pomostowym, gdyż w tego typu drony Bundeswehra planuje wyposażyć wszystkie korwety i fregaty, program jednak zakończono, źródło: Bundeswehra



Rys.69 w latach 2022-23 Bundeswehra intensywnie testowała, także na okrętach, broń anty dronową, tym przypadku Fregata „Sachsen" z demonstratorem broni laserowej który testowała przez rok. Źródło: Bundeswehra, PIZ AIN

Drony Lądowe

W dziedzinie dronów naziemnych na uzbrojeniu wojska niemieckiego znajdują się min. bezzałogowy system naziemny (UGS) Teledyne FLIR Defense PackBot 510, pojazd manipulacyjny tEODor, czy system rozpoznania RABE (robot do obserwacji i rozpoznania). Pod koniec 2022 roku wojsko otrzymało 127 sztuk najnowszego wariantu robota UGS w postaci PackBot 525. Dostawa i wsparcie zostaną zapewnione przez partnera Teledyne FLIR, European Logistic Partners (ELP) z Wuppertalu. Robot ten waży 27 kg i może działać na jednej baterii do 8 godzin. Jest on wykorzystywany do różnorodnych zadań, takich jak rozbrajanie bomb, zadania patrolowe, transport materiałów niebezpiecznych czy pomoc w krytycznych sytuacjach, takich jak branie zakładników. Najprawdopodobniej będzie on zastępował starsze typy Defense PackBot 510.

Pojazd	Firma	waga (kg)	udźwig (kg)	czas pracy (h)
tEODOr	AeroVironment (USA)	375-430	100	3 - 4
Packbot 525	Teledyne FLIR	27	20	8
Rabe	ELP GmbH	2,5	-	6

Rys.70 Dane obecnie używanych robotów lądowych w Bundeswehrze.



Rys.71 Teledyne FLIR Defense PackBot 510, źródło: militarypedia.it

Robot tEODor amerykanskiej firmy AeroVironment wszedł do służby w roku 2012. Jest on używany głównie w batalionach saperów ale także na wyposażeniu ma je zarówno lotnictwo jak i marynarka wojenna, gdzie służy głownie w bazach lotniczych i morskich. Został zbudowany specjalnie do rozbrajania i unieszkodliwiania materiałów wybuchowych oraz improwizowanych urządzeń wybuchowych. Może być wyposażony w różne narzędzia, w tym strzelbę i razie potrzeby tEODor może strzelać do podejrzanych obiektów i detonować je.


Rys.72 Robot Teodor firmy AeroVironment, źródło: Bundeswehr

System rozpoznania RABE wszedł na uzbrojenie Bundeswehry w 2018 w liczbie 44 sztuk. Posiadają go zarówno wojska lądowe jak i siły powietrzne. RABE jest oparty na robocie Endeavour Robotics FirstLook i jest sprzedawany w Niemczech przez ELP GmbH z Wuppertalu. Jest to bardzo ciekawy, nie wielki robot rozpoznania naziemnego, którego konstrukcja pozwala na spadek ze znacznej wysokości jak również automatyczne przywracanie go z dowolnej pozycji do pozycji podstawowej, pozwalającej prowadzić misje dalej.



Rys.74 System RABE na wyposażeniu 21 Brygady Pancernej, źródło: military-database.de

Innym ciekawym robotem będącym na wyposażeniu Bundeswehry jest SONOBOT 5. Jest to bezzałogowy robot nawodny firmy EvoLogics GmbH który służy do operacji geodezyjnych na akwenach wodnych (mapa 3D dna). Sonobot jest zaawansowaną jednostką wyposażoną w podwójne pozycjonowanie GNSS i INS, co zapewnia precyzyjną nawigację i kontrolę ruchu. Co więcej, dzięki 256 wiązkom o kącie 1,45°x1°, zasięgowi przekraczającemu 200 m oraz częstotliwości pingowania wynoszącej 50 Hz, system zapewnia profesjonalny nadzór zgodny ze standardem IHO S-44, co czyni go jednym z czołowych narzędzi w swojej kategorii. Jest on na wyposażeniu 130 batalionu saperów (130 Pioneer Bridge Battalion) z Minden. Saperzy wykorzystują tę technologię do planowania wojskowych przepraw i sprawdzania przydatności terenu do takich działań. Dzięki dronowi pionierzy są w stanie wykryć obiekty ukryte pod wodą, takie jak złom, miny, mielizny czy duże przeszkody na torach wodnych i precyzyjnie je zlokalizować. W 2023 roku 5 szt. tego robota przekazano Ukrainie.

Poza wymienionymi robotami Bundeswehra testuje od pewnego czasu szereg innych robotów. Posiada co najmniej jednego robota kroczącego o nazwie "Wolfgang001" oraz 4 roboty Ghost Vision 60 amerykańskiej firmy Ghost Robotics. Ponadto testowane są i inne roboty jak Mission Master SP(udźwig 600 kg, 72 h działania, autonomia działania) firmy Rheinmetal czy Mission Master CXTm również firmy Rheinmetal. W 2022 Bundeswehra weszła w posiadanie dwóch pojazdów bezzałogowych UGV firmy Diehl Defence, typu Ziesel.



Rys.75 SONOBOT 5, źródło: Portal Morski (fot. SESU)

Oparte są one na platformie Ziesel firmy Mattro. Dzięki niewielkim wymiarom 1,48 x 1,23 metra, niskiej masie własnej wynoszącej 350 kilogramów i maksymalnej ładowności ponad 500 kilogramów pojazd ten stanowi dobre wsparcie dla piechoty, jeśli chodzi o transport ciężkiego sprzętu w terenie. Ze względu na dużą manewrowość UGV może również podążać za żołnierzami przez gęsto zalesione tereny, dostosowując się do wykonywanych zadań. Wyposażony w wymienne akumulatory litowo-jonowe o pojemności dziesięciu kWh, Mattro Ziesel porusza się w pełni elektrycznie, nie zdradza się głośnym biegiem i odgłosami silnika i może osiągać prędkość do 20 km/h. Platforma została dostosowana, dzięki współpracy z firmą Hentschel System GmbH do wymagań wojska i wyposażona w funkcje autonomiczne. Autonomię zyskano poprzez instalację zestawu PLATON przystosowanego do konwersji

autonomicznej jazdy do wymogów pododdziałów i co ważniejsze zintegrowaną z systemem zarządzania polem walki (BMS) Sitaware Frontline firmy Systematics.



Rys.76 Robot Ziesel podczas ćwiczeń Sił Doświadczalnych scenariusz :„Pododdział w natarciu" w 2023 roku

Umożliwi to w przyszłości sterowanie pojazdami UGV (a także UAV) za pośrednictwem BMS. Innym modelem testowanym przez ośrodki badawcze Bundeswehry (o czym niżej) oraz Centrum Bojowo-Szkoleniowym Armii (GÜZ) w Saksonii-Anhalt jest ARX Gereon firmy ARX Landsysteme. Ten UGV był testowany jako zdalnie sterowany środek logistyczny lub pojazd WEM. Ma on udźwig do 500 kg przy prędkości 20 km/h oraz 40 km zasięgu.



Rys.77 Mission Master SP testowany przez jednostki Bundeswehry, źródło: Ralf Günther (Bild)



Rys.78 Robot Ghost Vision 60 amerykańskiej firmy Ghost Robotics, źródło U.S. Army / Lessitte Canales

Ze względu na objętość pracy nie wymieniono tutaj wszystkich UGV które są obecnie testowane przez Bundeswehrę. I trzeba jasno zaznaczyć iż obecne wyposażenie Bundeswehry w drony UGV jest nie wielkie, zaś nasycenie nimi związków zmechanizowanych jest prawie żadne. Jednak niemieckie siły zbrojne na bieżąco testują drony lądowe produkowane przez ich własny przemysł oraz prowadzą wiele specjalistycznych projektów z ich użyciem (o czym niżej). Jednocześnie poprzez donacje dla Ukrainy, nasi sąsiedzi z zachodu sprawdzają gotowość przemysłu do podjęcia produkcji dronów lądowych na szerszą skalę. Poza tym umieszczając nieliczne egzemplarze w szkołach wojskowych oraz przy centrach wyszkolenia, Bundeswehra wypracowuje taktykę ich użycia oraz co ważniejsze, różnorodne zastosowanie poszczególnych platform. Zatem, jak można przypuszczać pododdziały Bundeswehry będą już miał ogromna wiedzę i gotowe rozwiązania dla użycia dronów UGV, gdy zapadnie decyzja o ich wdrożeniu dla wojsk zmechanizowanych. Zaś samo wdrożenie będzie taką samą czynnością jak wdrożenie każdego innego systemu uzbrojenia, co nie jest pewne np. w przypadku Wojska Polskiego.



Rys.79 robot kroczący Wolfgang 001 podczas ćwiczeń z żołnierzami niemieckimi w 2012 r., Ralf Günther (Bild)

Uwarunkowania i problematyka użytkowania

Obecnie Bundeswehra jest wyposażona w nieco ponad 600 dronów we wszystkich rodzajach sił zbrojnych – większość w rozpoznaniu artyleryjskim. Dokładna ilość dronów jest trudna do ustalenia ze względu na to że niemieckie MON nie chce komentować liczby dronów Bundeswehry "ze względu na tajemnicę". Ale Niemcy znając dzienną liczbę strat (40-45 szt.) dronów obserwacyjnych przez Siły Zbrojne Ukrainy, zdają sobie sprawę iż jest to liczba mocno nie wystarczająca. Niemiecka firma Quantum Systems, producent dronów Vector, szacuje iż przy rocznych stratach Ukrainy szacowanych na 16 000 dronów obserwacyjnych, Bundeswehra powinna posiadać przynajmniej 18 000 dronów, aby mieć uzupełnienia na pierwszy rok wojny lub wspierać nimi sojuszników. Pytanie czy ten zapas powinien być na rok, pół roku czy też krótszy okres czasu. Poza tym nie ma sensu kupować i przechowywać dronów w dużych ilościach, ponieważ w krótkim czasie byłyby one technicznie i moralnie przestarzałe. Kwestia ta jest obecnie analizowana przez niemieckie Ministerstwo Obrony. Ale będą się z nią mierzyć wszystkie kraje NATO. Wyjściem jest utrzymywanie odpowiednich mocy produkcyjnych w przemyśle tak aby szybko wyprodukować i utrzymać większą liczbę dronów w krótkim czasie w razie potrzeby operacyjnej. Jednak w Niemczech do 2021 roku najważniejszym producentem dronów w siłach zbrojnych była średniej wielkości firma produkcyjna EMT, która na skutek nieudanego eksportu z powodu niemieckiego embarga, zbankrutowała. Pojawiły się problemy z pozyskaniem stacji naziemnej kontroli oraz częściami zamiennymi. Słowem upadek tego kluczowego dostawcy dronów mocno, na prawie dwa lata ograniczył dostawy BSP dla Bundeswehry! Niestety podobna patologia istnieje w Polsce gdzie MON opiera dostawy dronów de facto na jednej firmie. Nawet w Rosji zdano sobie sprawę z potencjalnego zagrożenia i dostawy dronów się zdywersyfikuje. Ostatecznie niemiecką firmę przejął Rheinmetall, który jest stabilniejszym dostawcą ale też w oczywisty sposób dąży on do uzyskania dominującej pozycji w dziedzinie dronów Bundeswehry. Co nie jest dobrym docelowym wyjściem. Przykładem powinna być mocno zdywersyfikowana produkcja dronów co występuje na Ukrainie i co jest preferowane we Francji czy Wielkiej Brytanii i do czego zaczęto dążyć w Niemczech.

W Niemczech, wzorem USA wprowadzono także system weryfikacji dronów pod względem bezpieczeństwa. Podzielono je na dwie listy: Białą i Błękitną. Na Białej Liście znajdują się producenci najczęściej tanich modeli dronów, które są przeznaczone do zakupu na potrzeby ćwiczebno-szkoleniowe, czyli do użytku w obszarach niewrażliwych. Na przykład do imitacji wrogich dronów lub poza obszarami wojskowymi. Zaś producenci dronów znajdujących się na Błękitnej Liście mogą być wykorzystywane na terenach wojskowych jak również do misji bojowych. Błękitna Lista zawiera też systemy dronów, które są zoptymalizowane lub zmodyfikowane do użytku w służbach i organizacjach związanych z zadaniami bezpieczeństwa (MON, Policja, służby specjalne). Producentów tych dronów obejmuje szczegółowa kontrola oraz surowsze restrykcje w zakresie bezpieczeństwa.

Znaczącym utrudnieniem dla wprowadzania nowych typów dronów w Bundeswehrze jest system homologacji obowiązujący w Niemczech drony cywilne jak i wojskowe. Zatwierdzenie lub nie danego typu drona dla bezpiecznych operacji lotniczych jest wydawane przez Biuro Lotnicze Niemieckich Sił Zbrojnych (das Luftfahrtamt der Bundeswehr). Z grubsza homologacja ta opiera się na trzech zdefiniowanych kategoriach (z dalszymi pod kategoriami): masie startowej drona, aspektach operacyjnych (wysokości, prędkości lotu, odległości jaką należy zachować do osób lub grup osób) oraz przestrzeni powietrznej. Im wyższa kategoria, tym wyższe wymagania i bardziej złożona weryfikacja. Innym dodatkowym ograniczeniem jest także spełnienie wymogów Niemieckiego Urzędu Akredytacji Bezpieczeństwa Wojskowego (DEUmilSAA), o czym już szczegółowo nie będziemy wspominać.

DUALITY

Bez dostosowania do bezpieczeństwa informacji, homologacji zgodnie z daną kategorią lub integracji z systemem logistycznym Bundeswehry, drony nie mogą być wykorzystywane w niemieckim wojsku. Szczególnie jeśli działają poza zasięgiem wzroku. Stąd mimo iż są dostępne na rynku niemieckim liczne typy micro i mini dronów to mogą być wykorzystywane w Bundeswehrze tylko w ograniczonym zakresie. Nie jest też możliwe ćwiczenie z nimi choćby w takim zakresie jak do nie dawna w Polsce czy Ukrainie. Ponadto inspektorzy wojska i dowódcy baz wojskowych zabronili również używania produktów chińskiego producenta DJI w swoim obszarze odpowiedzialności ze względu na brak bezpieczeństwa informacji. Obecnie są podejmowane próby przeciwdziałania ograniczeniom operacyjnym, aby potencjał dostępnych na rynku mini i mikrodronów mógł być wykorzystywany przez Bundeswehrę. Pierwszy krok w tym kierunku zostało podjęte przez WTD 61 Drone Competence Center. Zidentyfikowano dostępne na rynku drony, które spełniają podstawowe wymagania bezpieczeństwa informacji i które nie przekazują żadnych informacji osobom trzecim w sposób niekontrolowany. Drony te zostały wpisane na Niebieską Listę. Ograniczenie zakupów do tych produktów ma na celu zapewnienie, że nabywane są wyłącznie produkty, bezpieczne które mogą być następnie eksploatowane w wojsku bez ograniczeń.

W tym miejscu trzeba wyraźnie zaznaczyć iż do 2024 roku priorytetem w Bundeswehrze nie była zdolność do dysponowania duża liczbą dronów, ale obrona przed nimi. Potwierdza to istniejąca od 2020 roku koncepcja Ministerstwa Obrony Narodowej pt. "Obrona przed zagrożeniami ze strony bezzałogowych statków powietrznych klasy I”(„Grundkonzept des Verteidigungsministeriums „Abwehr von Bedrohungen von unbemannten Class I Luftfahrzeugen“), która de facto obowiązuje do dzisiaj. Przykładem takiego podejścia niech będzie kompleksowy projekt wieży przeciwlotniczej Skyranger z armatą i rakietami przeciwlotniczymi klasy ziemia-powietrze, który był traktowany bardziej priorytetowo niż np. zakup mikro czy mini dronów. Także prace badawcze oraz szereg opracowań, bardziej skupiają się na obronie przeciw zagrożeniom powietrznym niż rozwijaniu własnych dronów uderzeniowych (załącznik 6 jako jedno z takich ciekawych opracowań z 2022 roku).

Jednak dostrzeżono iż takie podejście nie rozwiązuje problemów rozwoju dronów. W listopadzie 2023 roku powołano grupę zadaniową ds. dronów - Task Force (TF) Drohne mającą rozwiązywać sprawy dotyczące dronów i obrony przed nimi w Bundeswehrze. W czerwcu 2024 opracowała ona katalog środków zawierających około 200 propozycji mających na celu poprawę wykorzystania mikro dronów w Bundeswehrze jak i obrony przed nimi. Jednak raport końcowy jest na tyle tajny iż do jego całości nie mają dostępu wszyscy posłowie zajmujący się sprawami obrony a nawet wyżsi generałowie Bundeswehry. Wiadomo iż oprócz dotychczasowej priorytetowej obrony przed dronami, zajęto też się sprawami wyposażenia i ćwiczeń z dronami pododdziałów zmechanizowanych i zmotoryzowanych Bundeswehry. Pewne wskazówki mówią też o tym, iż na skutek raportu szykuje się większy zakup systemów zagłuszających HP47. Latem 2023 r. Biuro Zamówień Publicznych Bundeswehry BAAINBw zawarło również umowę ramową na dostawę HP V4, HP V5 i adapterów z firmą H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH (HP), niemiecka firma specjalistyczna w zakresie rozwoju i produkcji systemów zagłuszania. Szczegóły dotyczące ilości czy sum kontraktów nie zostały wówczas ujawnione. Co ciekawe efektory HP47 są używane na Litwie. Zdecydowano się też na zakup nieznanej ilości systemów kierowania ogniem z rodziny SMASH izraelskiego producenta Smartshooter. W systemie tym po rozpoznaniu i określeniu celu, algorytm oblicza rozwiązanie do strzału, biorąc przy tym pod uwagę odpowiedni ruch celu i strzelca. SMASH w sposób ciągły oblicza punkt celowania wymagany do trafienia. Ten dynamiczny punkt celowania jest stale wyświetlany w okularze, co daje strzelcowi znacznie większe prawdopodobieństwo trafienia celu. Według innych dobrze poinformowanych źródeł, na skutek raportu w centrum uwagi znalazł się system

DRAFT

antydronowy firmy ARGUS Interception GmbH, niemieckiego producenta sprawdzonego drona przechwytującego ARGUS Interceptor. Co ciekawe system ten powstał już w dwa lata po założeniu firmy (2022) przy współpracy Uniwersytetu Bundeswehry im. Helmuta Schmidta w Hamburgu. Szacuje się, że wskaźnik przechwytywania dronów obcych wynosi ponad 95 procent. Pewna ilość tych systemów została przekazana na Ukrainę razem z dronem przechwytujących BV206.



Rys.80 ARGUS Interceptor na targach Eurosatory 2024 w Paryżu, źródło: Waldemar Geiger/hartpunkt.de

Oprócz nowego systemu zamawiania dronów dostępnych na rynku, grupa zadaniowa prawdopodobnie zaleciła, aby nie gromadzić dużych zapasów mikrodronów, ponieważ podlegają one bardzo krótkim cyklom rozwoju. W rezultacie systemy, które są obecnie użyteczne, za kilka, kilkanaście miesięcy staną się przestarzałe. Jednak zgodnie ze w/w sprawozdaniem bada się, w jakim stopniu wzór umowy z producentami może zostać uregulowany w przyszłych zamówieniach publicznych na drony w taki sposób, aby szybkie aktualizacje oprogramowania mogły być wdrażane w praktyczny sposób. Najwyraźniej rozważane jest również uregulowanie kwestii dostosowań sprzętowych. W tym celu zaproponowano aby obsługę przyszłych zamówień na drony dla Bundeswehry wyłączyć spod BAAINBw a przekazać je firmie docelowej, podobnej do BWI.
BWI GmbH jest własnością rządu federalnego i reguluje m.in. zamówienia publiczne Bundeswehry w zakresie IT. W przeciwieństwie do zamówień za pośrednictwem klasycznego kanału zamówień Bundeswehry, siłom zbrojnym udało się w ten sposób stworzyć i utrzymać infrastrukturę informatyczną, która odpowiada aktualnemu stanowi techniki. Klasyczny proces zakupowy nie był do tego wystarczająco szybki, ponieważ nie nadążał za rozwojem technicznym. BWI GmbH powstało w roku 2006 przy okazji projektu „Herkules". Był największy projekt w niemieckim partnerstwie publiczno-prywatnym na rzecz modernizacji systemów informatycznych niemieckich sił zbrojnych (wartość ponad 7 mld euro). Obecnie

BWI odpowiada za eksploatację, rozbudowę i utrzymanie dużej części systemów informatycznych Federalnego Ministerstwa Obrony i Niemieckich Sił Zbrojnych w tym ok. 140 000 komputerów PC, 7 000 serwerów i 300 000 telefonów stacjonarnych oraz 15 000 telefonów komórkowych. BWI też działa na rzecz innych ministerstw i zatrudnia ponad 6500 pracowników. Choć większość federalnych instytucji obsługiwanych jest przez Federalne Centrum Technologii Informacyjnych (ITZBund).

Nie można jednak dokonać jednoznacznej oceny wyników roboczej grupy zadaniowej ds. dronów na podstawie jej dotychczasowych działań, gdyż w większości nie są one ukończone. Stąd zostało przedłużone działanie w/w komisji i być może stanie się ona stałym ciałem. Niemniej jednak można wskazać pewne aspekty jej działania. Na przykład większość upublicznionych propozycji wydaje się koncentrować na tzw. rozwiązaniach doraźnych, które mają stosunkowo szybko pomóc żołnierzom. Dodatkowo można się domyślić, że kwestia ochrony np. przed dronami rozpatrywana jest w sposób wielowarstwowy. Oprócz zestrzeliwania dronów rozważane są również środki, które mają na celu przede wszystkim zapobieżenie temu aby żołnierze byli widoczni (kamuflaż), a tym samym narażeni na niebezpieczeństwo. Wydaje się, że sprawy związane ze strategią zamówień publicznych dronów również stały się obiektem dociekań grupy zadaniowej. Nieskomplikowane pozyskanie i wykorzystanie mikrodronów stało się elementem działań grupy zadaniowej, choć efektów działań jeszcze nie widać. Gdyby udało się stworzyć sprawny kanał zaopatrzeniowy dla ogólnego tematu dronów i obrony przed dronami postawiłoby to Bundeswehrę w solidnym punkcie wyjścia dla nowoczesnego wykorzystania dronów.



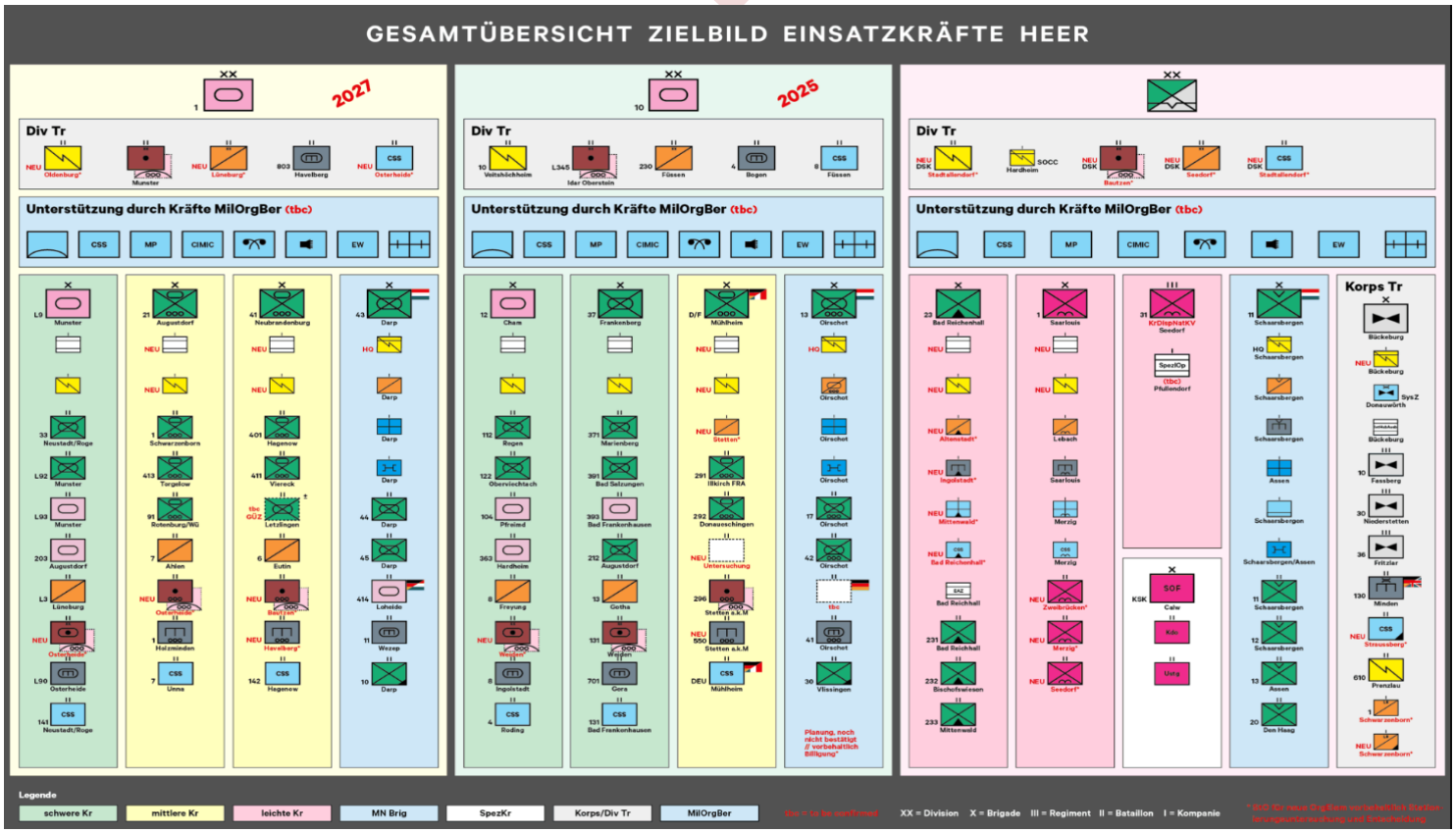
Rys.81 Siedziba BWI w Meckenheim, źródło: Alex Hindemind.

Struktura Bundeswehry i miejsce w niej dronów

Wprawdzie struktura Bundeswehry nie jest tematem opracowania ale warto krótko ją przedstawić aby zrozumieć miejsce w niej dronów. Obecna struktura, generalnie nawiązuje do tej obowiązującej od 2011 roku i jest przedstawiona poniżej, a w skrócie składa się z 1 i 10 Dywizji Pancernej (obie z trzema brygadami), Dywizji Szybkiej (powietrzno-desantowej złożonej z dwóch brygad) oraz brygady francusko-niemieckiej. Od 2025 roku uzupełniana jest o dywizję Heimatschutzu.

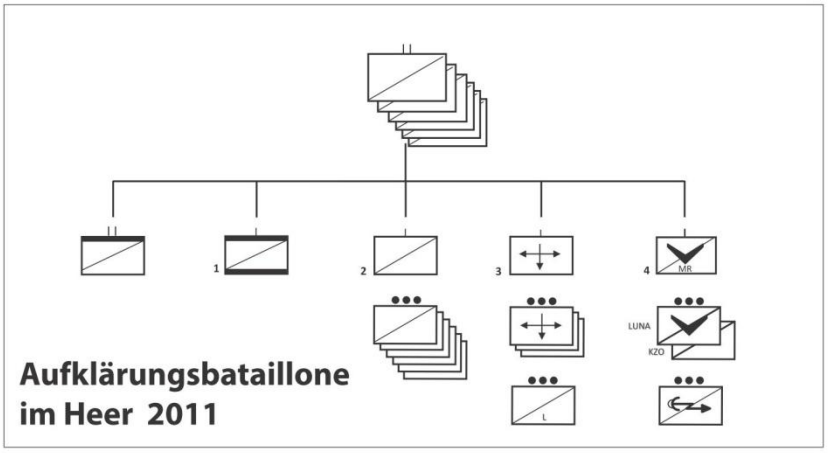
Od 1 kwietnia 2023 r. w Bundeswehrze rozpoczęła się kolejna reorganizacja wojsk lądowych. Wszystkie brygady zostały podzielona na trzy kategorie: siły ciężkie (zmechanizowane), siły średnie (zmotoryzowane o trakcji kołowej) oraz na siły lekkie (powietrzno-desantowe, specjalne oraz lekkiej piechoty). Docelowo Bundeswehra planuje wg tego schematu dysponować trzema dywizjami – 10 Dywizją (ciężką) – 4 brygady w tym holenderska, 1 Dywizją (średnią) – 4 brygady w tym holenderska i francusko-niemiecka oraz Dywizją Szybką (specjalną) – 2 brygady, pułk oraz ewentualna brygada holenderska. Jak widać główną zmianą będzie powołanie brygad zmotoryzowanych o trakcji kołowej (tzw. Sił Średnich). Uzasadnieniem powołania takiej dywizji wynika z konieczności szybkiego jej przerzucenia w razie konieczności na wschodnią flankę NATO. Jak wynika z analiz Bundeswehry pododdziały zmotoryzowane mogą w ciągu 10,5 godziny pokonać nawet 600 km, podczas gdy w tym samym czasie wojska zmechanizowane pokonują 195 km. Zaś pokonanie 600 km po torach zajmuje 30 godzin. Nawet załadowanie zmechanizowanych jednostek na lawety kołowe i przebycie 600 km zajmuje około 20 godzin a dochodzą do tego jeszcze komplikacje przy korzystaniu z zewnętrznych zasobów logistycznych.

Dodatkowo, jak wspomnieliśmy, ogłoszono iż od 1 kwietnia powstanie Dywizja Heimatschutzu (obrony terytorialnej), złożona z 5 dotychczasowych pułków bezpieczeństwa wewnętrznego oraz dodatkowego pułku powołanego w 2025 roku.



Rys.82 Planowana struktura wojsk lądowych Bundeswehry, źródło: Bundeswehr2024

Jak widać po powższym schemacie nie planuje się powoływania żadnych jednostek dronowych o szczeblu batalionu lub wyżej. Co więcej, przynajmniej jeśli chodzi o oddziały niemieckie to nie będą one posiadać nawet samodzielnych pododdziałów dronowych na szczeblu kompanii. Generalnie drony przewidziane są dla batalionów, bądź kompanii rozpoznania (wojska powietrzno-desantowe) oraz brygad artylerii.
Jeśli chodzi o bataliony rozpoznania to obecnie Bundeswehra dysponuje przy każdej brygadzie zmechanizowanej, po jednym batalionem rozpoznania, co daje w sumie sześć batalionów (3,6,7,8,13,230). Dodatkowo jeszcze istnieją dwie kompanie rozpoznania 260, 310) oraz kompania rozpoznania przy brygadzie francusko-niemieckiej (która nie jest uzbrojona w drony). W skład każdego batalionu rozpoznania wchodzą zwykle 4 kompanie: zaopatrzeniowo-wsparcia, dwie kompanie rozpoznania oraz kompania rozpoznania technicznego. W skład tej ostatniej wchodzi po plutonie dronów KZO i Luna oraz pluton rozpoznania radarowego. Czasami w batalionie jest jeszcze 5 kompania szkolna lub złożona z rezerwistów.



Rys. 83 Schemat batalionu rozpoznania, który obowiązuje mniej więcej do dnia dzisiejszego, źródło: pzaufkl.de

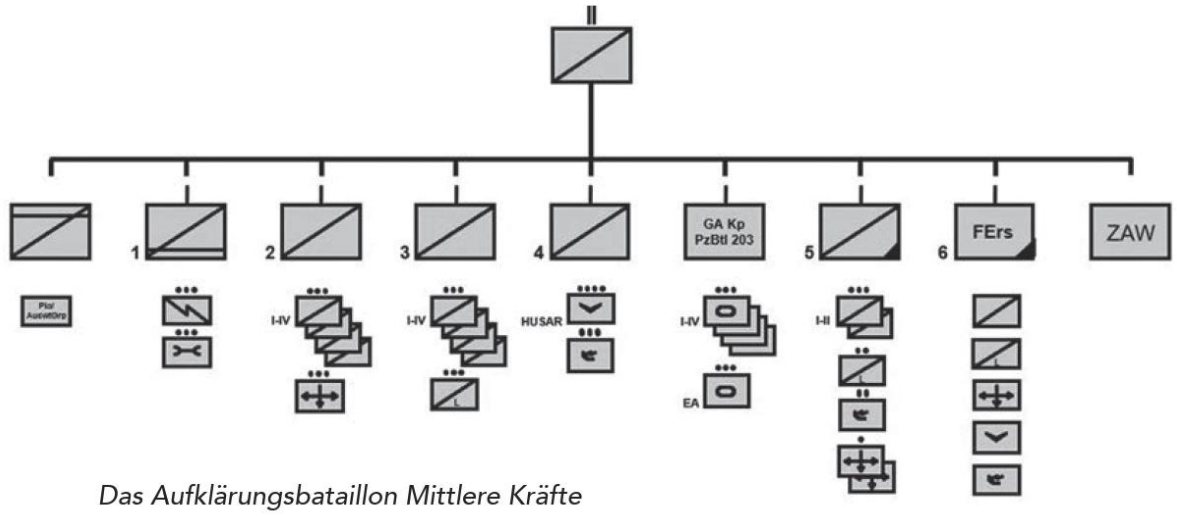
W ramach reorganizacji, wojska rozpoznania będą przedstawiać się po roku 2024 następująco:

Korpus:
1 Kompania Rozpoznania Dalekiego Zasięgu
Nowo sformowana kadrowa kompania rozpoznania dalekiego zasięgu

Dywizje:
1 PzDiv – formowanie nowego batalionu rozpoznawczego,
10. PzDiv – AufklBtl 230
Division Schnelle Kräfte/Dywizja Sił Szybkich – powstanie nowy batalion rozpoznawczy,

Brygady:
9 Lehrbrigade/Brygada Szkolna (ciężka) – 3 Rozpoznawczy Batalion Szkolny
12 PzBrig (ciężka) – 8 batalion rozpoznawczy,
37 PgGrenBrig (ciężka) – 13 batalion rozpoznawczy
31 Brygada (średnia) – 7 batalion rozpoznawczy
41 Brygada (średnia) – 6 batalion rozpoznawczy
Brygada Niemiecko-Francuska (średnia) – formowana nowa kompania rozpoznawcza
23 GebJgBrig/Brygada Górska (lekka) – powstaje nowa kompania rozpoznania górskiego
1 LLBrig (lekka) – kompania zwiadu powietrznego
43 Holenderska Brygada – kompania rozpoznawcza (NL)
13 Holenderska Brygada – kompania rozpoznawcza (NL)

Nowością będzie powołanie Batalionów rozpoznawczych dla Sił Średnich (kołowych). Będzie miał on nową strukturę. Reorganizacja ma się zacząć w tym roku od 7 batalionu rozpoznawczego (AufklBtl 7). Nowa struktura położy większy nacisk na zwiad oparty na pojazdach. Co jest zaskakujące po doświadczeniach na Ukrainie. Oprócz kompanii sztabowej i zaopatrzeniowej, batalion rozpoznawczy będzie w przyszłości dysponował dwiema kompaniami rozpoznawczymi, każda z czterema plutonami rozpoznawczymi. Ponadto w skład jednostki wejdzie pluton wywiadu polowego, pluton lekkiego rozpoznania, pluton radarowy oraz co jest novum - eskadra z trzema lotniczymi grupam zadaniowymi HUSAR wyposażonymi w drony Luna NG. Schemat nowej struktury prezentujemy poniżej:



Rys.84 Prawdopodobna struktura batalionu rozpoznania, Sił Średnich Bundeswehry, źródło:

Eskadra rozpoznania Husar ma się składać z trzech plutonów, w każdym plutonie mają być dwa systemy (grupy) lotnicze, tak jak dotychczas w plutonach wyposażonych w drony Luna (w przeciwieństwie do plutonów KZO, gdzie jest jeden system), każdy w składzie:

- 5 dronów
- 2 naziemne stanowiska kontroli
- 2 systemy antenowe
- 2 systemy lądowania
- 2 katapulty startowe
- 1 wyposażenie warsztatu

Każdy system posiada na wyposażeniu 14 pojazdów – w tym dwa z antenami telemetrycznymi na przyczepach, dwa z naziemnymi stanowiskami kontroli w funkcjonalnych chronionych kontenerach, wyposażenia warsztatowego oraz dwóch urządzeń startowych i dwóch do lądowań. Zespół taki składa się aż z 39 żołnierzy. Bundeswehra nie wyklucza iż w przyszłości plutony uzbrojone w wozy Fenek dostaną też na wyposażenie drony lądowe (UGV unmanned ground vehicle) ale nie podjęto w tym kierunku prac.

Jeśli chodzi o kompanie rozpoznania wojsk powietrzno-desantowych to one oprócz plutonu techniczno-rozpoznawczego który ma na wyposażeniu drony Aladdin, posiadają też pluton dronów Luna, w każdym dwie sekcje po 5 dronów i 2 stanowiska naziemnej kontroli.

Szkolenie

Szkolenie operatorów dronów w Bundeswehrze nie jest tak rozbudowane jak w innych krajach. Głównym centrum szkoleniowym dla operatorów Bundeswery jest Szkoła Wojsk Pancernych w Munster (Panzertruppenschule – PzTrS). Szkoła ta powstała w roku 1957, a swoja obecną nazwę i stan organizacyjny osiągnęła w roku 2021. W jej skład wchodzą trzy szkoły: Szkoła pododdziałów zmechanizowanych w Munster (Schule gepanzerte Kampftruppen – SgepKpfTr), Wojskowa Szkoła Rozpoznania (Heeresaufklärungsschule - HAufklS), która powstała w roku 2007 w odpowiedzi na utworzenie nowego rodzaju wojsk – wojska rozpoznania oraz Szkołę Artylerii w Idar-Oberstein (Artillerieschule – ArtS). Ta ostania prowadzi tylko szkolenie dla operatorów artylerii na dronach KZO, zaś HAufklS obecnie szkoli operatorów nie tylko dla wojsk rozpoznania i zmechanizowanych ale też marynarki, sił powietrznych i innych rodzajów wojsk.
Jeśli chodzi o szkolenie na dronach klasy MALE i HALE to jest ono dokonywane przez producentów, często poza granicami Niemiec. Podobnie też ma się sprawa z niektórymi dronami podwodnymi czy lądowymi. Trzeba dodać iż liczba przeszkolonych rocznie żołnierzy nie jest duża i nie jest oficjalnie podawana.



Rys. 85 Żołnierze Bundeswehry na szkoleniu zorganizowanym przez Quantum Systems, na zdjęciu dron Vector.

Stąd w ostatnim roku Bundeswehra zdecydowała się na uruchomienie dodatkowego ośrodka szkoleń organizowanego przez firmę Quantum Systems. Firma ta została certyfikowana przez Urząd Lotnictwa Niemieckich Sił Zbrojnych (LufABw) jako ośrodek szkoleniowy dla niemieckich sił zbrojnych i obecnie oferuje szkolenia dla żołnierzy w zakresie bezzałogowych systemów powietrznych z rodziny swoich systemów. Dzięki takiemu podejściu Bundeswehra ma nadzieję, że uda jej się szybko pozyskać niezbędną liczbę instruktorów i pilotów dronów, z czym ma obecnie problem. Nowe szkolenie w Quantum Systems jest zorganizowane w

dwóch etapach i obejmuje szkolenie nowych pilotów dronów bez wcześniejszego doświadczenia w pierwszym etapie. W drugim etapie doświadczeni piloci dronów zostaną przeszkoleni i dokształceni jako instruktorzy w ramach programu train the trainer. To ostatnie jest innowacją w procesie szkolenia LufABw, aby móc szybciej skalować liczbę dostępnych pilotów dla dronów w siłach zbrojnych. Kolejną innowacją jest poleganie na szkoleniu przygotowawczym i towarzyszącym na symulatorze, które obecnie stanowi około 20 procent szkolenia, a w przyszłości może stanowić nawet 80 procent szkolenia. Dzięki własnemu systemowi zarządzania nauczaniem (LMS) przyszli piloci dronów i instruktorzy Bundeswehry mogą również odbyć część szkolenia w zakresie kształcenia na odległość, co skraca czas szkolenia praktycznego do dziesięciu dni roboczych. Aby utrzymać swoje umiejętności i uczyć się nowinek technicznych, uczestnicy kursów Bundeswehry muszą odbyć coroczny kurs doszkalający.

Piloci dronów Bundeswehry pracują w dwuosobowych zespołach, co zapewnia sprawną i bezpieczną obsługę złożonych systemów. Jednym z operatorów Bundeswehry w zespole jest faktyczny pilot. Jest bezpośrednio odpowiedzialny za manewrowanie UAV, a także przejmuje start, sterowanie i lądowanie. Ma w ręku bezpośredni "ster" drona. Drugi w zespole jest operator tzw. RPA (Remotely Piloted Aircraft Leader). Jego zadaniem jest monitorowanie i sterowanie czujnikami i systemami kamer drona. To on również ocenia zebrane dane i obrazy oraz decyduje, które informacje są istotne i należy je przekazać do odpowiednich systemów dowodzenia. Jeśli jest to uzbrojony dron, RPA ma również kontrolę nad bronią i decyduje o jej użyciu, zgodnie z rozkazami. Bundeswehra stara się aby członkowie takiego zespołu mogli pełnić swoje funkcje wymiennie. Piloci dronów w Bundeswehrze, muszą uzyskać licencję na loty załogowych statków powietrznych, zanim będą mogli zakwalifikować się jako piloci dronów. W tym celu konieczne jest odbycie najpierw szkolenia jako pilota wojskowego Bundeswehry. Dopiero po ukończeniu takiego kursu, piloci mogli sterować zarówno załogowymi odrzutowcami, jak i dużymi, bezzałogowymi dronami. Szkolenie na pilota drona Bundeswehry odpowiada szkoleniu pilotów samolotów transportu powietrznego i składa się z następujących trzech podstawowych elementów:

Licencja lotnicza jako warunek wstępny: Bundeswehra przywiązuje dużą wagę do tego, aby jej piloci dronów najpierw przeszli szkolenie i uzyskali licencje na załogowe statki powietrzne lub śmigłowce. Dzięki temu piloci RPA mają pełne zrozumienie latania, struktury przestrzeni powietrznej i związanych z tym obowiązków.

Kwalifikacja RPA: Po uzyskaniu licencji pilota na lot załogowy, kandydat może ubiegać się o dodatkowe kwalifikacje jako pilot RPA. Szkolenie to dostarcza konkretnej wiedzy i umiejętności wymaganych do pilotowania bezzałogowych statków powietrznych.

Uzyskanie licencji lotniczej: Aby utrzymać licencję pilota załogowego, piloci dronów muszą regularnie wykonywać loty szkoleniowe z załogowymi statkami powietrznymi. Dzięki temu mają pewność, że stale odświeżają swoje umiejętności i wiedzę lotniczą oraz są na bieżąco.

Ponieważ wyżej wymieniony tryb szkolenia jest bardzo kosztownym, warunkiem aby móc ukończyć takie szkolenie w Bundeswehrze, jest to, aby pilot drona zobowiązał się do odbycia średnio 16 lat służby. Ponadto kursy szkolenia można również odbyć w ramach dualnego programu studiów na Wydziale Inżynierii Lotniczej na Uniwersytecie Bundeswehry w Monachium. Oba modele obejmują szkolenie w locie, podobne do tego, jakie posiada pilot samolotu transportowego. Co ciekawe wśród pilotów dronów trafiają się oficerowie z dużym nalotem na śmigłowcach, samolotach transportowych a nawet na samolotach „Torando". Wynagrodzenie pilota w Bundeswehrze zależy od stopnia wojskowego oraz lat wysługi jako pilot. W roku 2023 wynosiło ono brutto od 3 652,61 euro miesięcznie do 7 251,40 euro (po

23 latach służby).wynagrodzenie netto początkujących pilotów waha się od 2 045 euro do 3 385 euro netto. Do tego dochodzą różnego rodzaju dodatki. Co ciekawe, rocznie na kurs pilota (i oficera) Bundeswehry stara się do 8000 kandydatów.
Jednak tak ostre kryteria doboru pilotów BSP powoduje że liczba operatorów dornów jest mocno ograniczona, zaś „przepustowość" systemu i ograniczenia biurokratyczne nie pozwalają na masowe szkolenia żołnierzy, jakie już wymaga współczesne pole walki. Zatem przed Bundeswehrą stoi duże wyzwanie związane z wypracowaniem rozwiązania tego problemu. Jedną ze ścieżek do tego prowadzących jest wspomniany wyżej ośrodek szkoleniowy organizowany przez firmę Quantum Systems. Ale to nie rozwiązuje w/w problemu.
Warto też wspomnieć iż w roku 2020 w Niemczech powołany zastał pododdział testowo - eksperymentalny (Test- und Versuchsverbandes) w koszarach Örtzetal-Kaserne w Munster. Zadaniem tych pododdziałów jest nie tylko testowanie taktycznego użycia dronów ale też i cyfrowych systemów dowodzenia, systemów uzbrojenia, nowego sprzętu i procedur dowodzenia. Pododdział ten składa się z elementów ponad dziesięciu jednostek z całych Niemiec. Pododdziały te podlegają bezpośrednio Biuro Rozwoju Armii (Amt für Heeresentwicklung).



Rys. 86 Niemiecka policja, w przeciwieństwie do Bundewehry, jest bardziej elastyczna w podejściu do dronów. W Laboratorium Innowacji w Duisburgu policja testuje wszelkie dające perspektywę przydatności technologie. Na zdjęciu szef MSW Nadrenii Północnej-Westfalii Herbert Reul z robotem-psem "Spot" z Boston Dynamics, źródło: Rolf Vennenbernd / DPA



Rys. 87 DJI bawarskiej policji, źródło: www.br.de

Pozyskiwanie sprzętu, współpraca i wsparcie dla przemysłu

Początek centralnej instytucji zajmującej się w Niemczech sprawami kompleksowego pozyskiwania wyposażenia i eksploatacji sprzętu sięga roku 1958. W tym to roku został powołany Federalny Urząd Technologii Obronnych i Zamówień Publicznych (Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung - BWB) w Kobylencji. Do jego zadań należało min. rozwój, testowanie i zakup wszelkiego rodzaju sprzętu obronnego, ale też pozyskiwanie zaopatrzenia i amunicji oraz wprowadzanie standaryzacji w siłach zbrojnych poprzez opracowywanie i wdrażanie systemów jakości i jej kontroli. Już wtedy BWB podlegało siedem oddziałów (Wehrtechnische Dienststellen - WTD) które były odpowiedzialne za poszczególne rodzaje uzbrojenia oraz dwie wojskowe instytucje badawcze a także arsenał marynarki wojennej(Marinearsenal - MArs).
Z rocznym wolumenem zamówień wynoszącym około 3,7 mld euro BWB był największym organem zamówień publicznych w Niemczech. BWB wchodził w skład administracji cywilnej MON (Bundesverteidigungsministerium) i nie wchodził w skład sił zbrojnych (Bundeswehry). Organem zwierzchnym BWB był Departament Uzbrojenia Federalnego Ministerstwa Obrony (Hauptabteilung Rüstung des Bundesverteidigungsministerium) który min. odpowiadał za planowanie, rozwój i badania nad technologią zbrojeniową. On też nadzorował i kontrolował wszelkie projekty zbrojeniowe jakie przechodziły przez BWB. Na początku XXI wieku działalność BWB była poddawana krytyce ze strony wojskowych i polityków ze względu na biurokracje, przeciągające się projekty i zakupy sprzętu, nie zawsze odpowiadającego oczekiwaniom eksploatacyjnym Bundeswehry oraz ponoszonym niepotrzebnie dużym kosztom badań i rozwoju sprzętu. W 2012 roku nastąpiła w wyniku tego reforma systemu pozyskiwania sprzętu przez Bundeswehrę. Poprzez połączenie Federalnego Urzędu Technologii Obronnych i Zamówień Publicznych (BWB) z Federalnym Urzędem ds. Zarządzania Informacją i Technologiami Informacyjnymi Bundeswehry (IT-AmtBw) oraz przejęcie zadań eksploatacyjnych, które wcześniej były realizowane w innych obszarach organizacyjnych Bundeswehry, utworzono jeden urząd - Federalny Urząd ds. Wyposażenia, Technologii Informacyjnych i Wsparcia Technicznego Bundeswehry (Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr - BAAINBw). Od tego czasu BAAINBw w całości odpowiada za wszystkie projekty w Bundeswehrze dotyczące uzbrojenia, wyposażenia i amunicji od opracowania propozycji rozwiązań technicznych, remontów poprzez wdrożenie i kontrolę użytkowania, aż po segregację i recykling materiałów obronnych. Obecnie roczny budżet BAAINBw, waha się od 4 do 5 mld euro, zatrudnia 11 800 pracowników (w tym 1800 żołnierzy) oraz posiada 11 biur.
Zadania BAAINBw opisane są w dokumencie „Zarządzanie Produktem Klienta" (CPM) w którym określone są procedury pozyskiwania sprzętu oraz kontroli całego procesu w tym jakości już na etapie analiz (załącznik 7). Są one podzielone na fazy: analizy, wdrożenia i użytkowania, itp. Dodatkowo dla każdej fazy są stworzone „bramki" (kamienie milowe), przy których jest sprawdzana jakość i etap wykonania projektu. Każdy taki projekt ma swój Komitet Sterujący. Zaś przemysł (producenci) jest zobowiązany do pomocy przy tworzeniu mapy drogowej każdego projektu.
Równolegle z cywilnym BAAINBw, utworzono w strukturach wojskowych Biuro Planowania Bundeswehry (Planungsamt der Bundeswehr - PlgABw). Generalnie ono odpowiada za „zintegrowany proces planowania" z którego wynikają pierwsze wymagania dotyczące projektu, jeszcze w fazie analiz. Biuro to wywodzi się z powołanego jeszcze w roku 1958 roku Sztabu Ćwiczeń A (Lehrstab A), przemianowanego w roku 1975 na Biuro Studiów i Ćwiczeń Bundeswehry (AStudÜbBw) i zreformowanego w 2002 i 2014 pod nową nazwą Centrum Transformacji Bundeswehry (ZTransfBw).
W pierwszej fazie projektu Komitet Sterujący pod kierownictwem PlgABw opracowuje dokument „Możliwości, wymagania oraz luki" w projekcie (Fähigkeitslücke und Funktionale

Forderung“ - FFF). Do pomocy technicznej jak i fachowej w opracowaniu tego dokumentu zobowiązana jest BAAINBw.



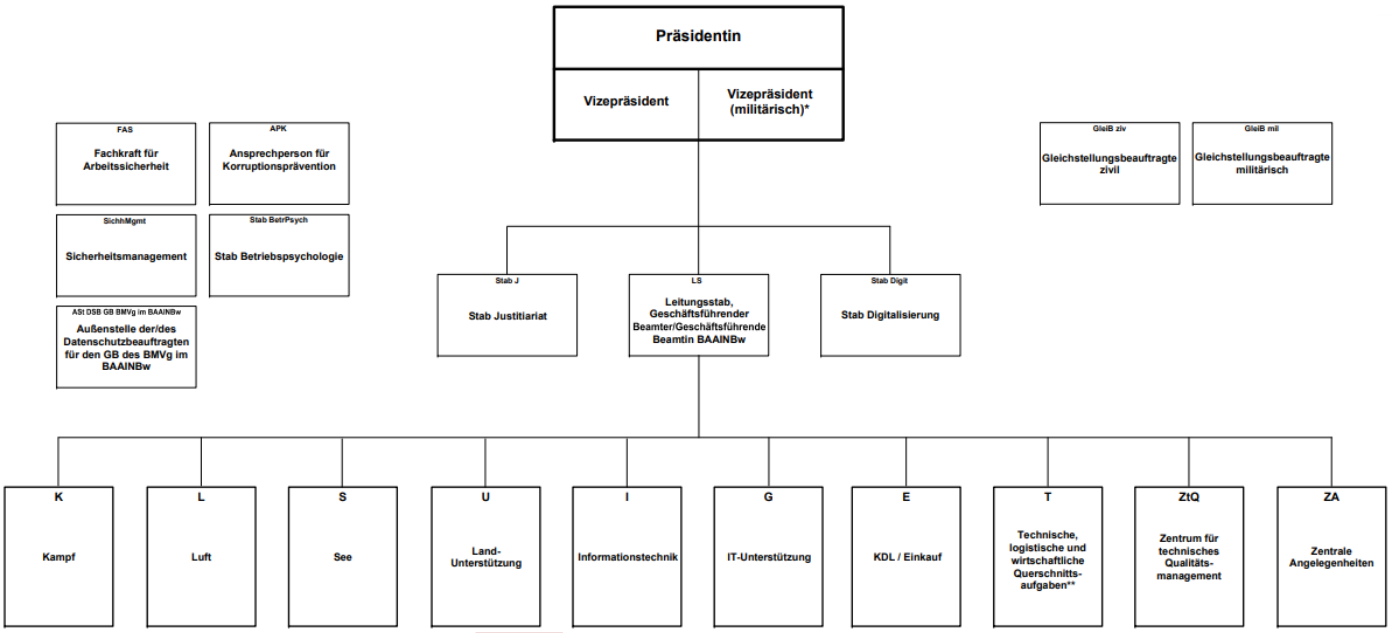
Rys.88 Siedziba BAAINBw w Kobylencji, źródło: Bundeswehr.

Tak przygotowany dokument, podpisany przez szefa Komitetu Sterującego trafia do Generalnego Inspektora. Ten zatwierdza (lub nie) ten dokument. Dopiero wtedy rusza II faza projektu. Wraz z nią zmienia się szef Komitetu Sterującego projektem, który jest wyznaczany przez BAAINBw a nie przez PIgABw. Opracowane zostają co najmniej trzy warianty pozyskania sprzętu, od zakupu gotowego wyrobu, poprzez modernizację już istniejącego do podjęcia całkowicie nowego projektu. Jednocześnie dla każdego z wariantów zostaje ustalony cykl życia gotowego projektu od czasu wdrożenia, użytkowania, modernizacji po utylizację. Generalny Inspektor lub kierownik PIgABw podejmuje decyzje o wyborze ścieżki realizacji projektu. I dopiero wtedy do projektu dołączają zarówno użytkownicy końcowi jak i wybrani przez BAAINBw w wyniku przetargu przedstawiciele wykonawcy. Na końcu Szef Departamentu Uzbrojenia (lub użytkownik końcowy) podpisuje z szefem BAAINBw porozumienie docelowe (ZV) w sprawie wdrożenia i użytkowania pozyskanego sprzętu. Na podstawie ZV i wyników weryfikacji prawidłowego wykonania projektu który obejmuje test eksploatacyjny, kierownik projektu wydaje "dopuszczenie do użytkowania" (GeNu). Jeżeli test operacyjny zostanie pomyślnie przeprowadzony w odniesieniu do standardu FFF i jego udoskonalenia w trakcie wdrażania operacyjnego, użytkownik końcowy musi zadeklarować gotowość do przejęcia sprzętu na stan. Faza wdrożeniowa zakończy się wraz z dostarczeniem ostatniego egzemplarza.

Struktura BAAINBw składa się (oprócz komórek i wydziałów pracowniczych) z dziesięciu departamentów. Każdy z departamentów podzielony jest na wydziały (4 do 10 w każdym departamencie) które odpowiadają za konkretny rodzaj uzbrojenia lub większy projekt. Wydziały zaś są dodatkowo podzielone na mniejsze jednostki odpowiadające już konkretnym projektom lub typom uzbrojenia.

Dziesięć departamentów BAAINBw, to:

- Walka - Kampf (K)
- Powietrze - Luft (L)
- Morze - See (S)
- Wsparcie Lądowe - Land-Unterstützung (U)
- Technologie Informatyczne - Informationstechnik (I)
- Wsparcie IT - IT-Unterstützung (G)
- Kompleksowe wsparcie zakupu i usług - Komplexe Dienstleistungen/Einkauf (E)
- Zadania Techniczne, logistyczne i ekonomiczne - Technische, logistische und wirtschaftliche Querschnittsaufgaben (T)
- Centrum technicznego zarządzania jakością - Zentrum für technisches Qualitätsmanagement (ZtQ)
- Sprawy Centralli - Zentrale Angelegenheiten (ZA)



Rys.89 Schemat organizacyjny BAAINBw, źródło: Bundeswehr

Ponadto pod BAAINBw podlega sześć wojskowych biur technicznych, dwa wojskowe biura naukowe oraz Arsenał Marynarki Wojennej. Sześć wojskowych biur technicznych (WTD) Bundeswehry to :

- Biuro technologii obronnych ds. pojazdów lądowych, wojsk inżynieryjnych i lądowych – Wehrtechnische Dienststelle für landgebundene Fahrzeugsysteme, Pionier- und Truppentechnik (WTD 41), w Trewirze
- Biuro technologii obronnych ds. techniki obronnej i specjalnej – Wehrtechnische Dienststelle für Schutz- und Sondertechnik (WTD 52), w Schneizlreuth
- Biuro technologii obronnych ds. lotnictwa i sprzętu lotniczego – Wehrtechnische Dienststelle für Luftfahrzeuge und Luftfahrtgerät der Bundeswehr (WTD 61), w Manching
- Biuro technologii obronnych ds. okrętów, broni okrętowej (morskiej), technologii i badań marynarki wojennej – Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71),w Eckernforde
- Biuro technologii obronnych ds. technologii informatycznych i elektroniki – Wehrtechnische Dienststelle für Informationstechnologie und Elektronik (WTD 81), w Greding
- Biuro technologii obronnych ds. broni i amunicji – Wehrtechnische Dienststelle für Waffen und Munition (WTD 91), w Meppen



Rys. 90 Położenie ośrodków BAAINBw na terenie Niemiec 2023, źródło : Bundeswehr

Do tego dochodzą dwa Instytuty:

- Instytut Nauk Obronnych Technologii Zabezpieczeń (przed ABC) Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien (WIS) w Munster – jego celem jest skuteczna ochrona niemieckich sił zbrojnych przed zagrożeniami jądrowymi, biologicznymi lub chemicznymi poprzez dostarczanie nowoczesnych technologii ochrony, w tym ocenę ich granic wydajności
- Instytutem Nauk o Obronności ds. Materiałów i Materiałów Operacyjnych Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) którego zadaniem jest badanie i ocena właściwości materiałów związanych z technologią obronną, materiały eksploatacyjne, tekstylia i chemikalia. Z tym iż instytut ten prowadzi także inne badania o czym niżej.

Ostatnim elementem podległym bezpośrednio BAAINBw jest Arsenał Morski w Wilhelmshaven i Kilonii. Od 2022 realizowana jest też budowa jego filii w Rostoku. Głównym celem działalności Asenału Morskiego jest naprawa instalacji wojskowych na okrętach, zaś wszystkie pozostałe prace zlecane są stoczniom cywilnym. Okręty, które mają przejść zaplanowane naprawy, przekazują swoje instalacje wojskowe, takie jak broń i czujniki, do Arsenału, a następnie są naprawiane w stoczni cywilnej. Instalacje wojskowe, które w międzyczasie były utrzymywane w arsenale lub w zakładach przemysłowych producenta,

zostaną ponownie zainstalowane w arsenale i zintegrowane z całym systemem okrętów wojennych. Arsenał odpowiedzialny jest także za prace związane z dronami przeznaczonymi dla marynarki wojennej, ich integracją, eksploatacją oraz próbami przed zakupowymi.
Wszystkie wyżej wymienione instytuty, w ramach podległych sobie dziedzin badań, mogą prowadzić prace rozwojowo- badawcze nad robotami i dronami. Na przykład WIWeB prowadzi badania nad robotami kroczącymi, Arsenał Morski prace nad dronami podwodnymi marynarki wojennej, zaś WDT 71 nad dronami pokładowymi. Z tym iż nie są to w większości prace prowadzone od podstaw ale prace nad przydatnością dla Bundeswehry istniejących na rynku platform, bądź dronów zgłoszonych do konkursów BAAINBw czy innych projektów Bundeswehry na które rozpisała ona konkurs. Ale często są to projekty prowadzone w konsorcjum wielu firm, w odpowiedzi na zapotrzebowanie (projekt) Bundeswehry, które jeszcze na rynku nie istnieje.
Poza BAAINBw w 2017 roku utworzono w Berlinie Cyber Innovation Hub Bundeswehry (CIHBw). Od tego czasu utworzył on ponad 180 projektów badawczo-rozwojowych z czego do tej pory wdrożono do Bundeswehry ponad 40 projektów, zaś 19 ma charakter „stały". Część zamknięto lub jest kontynuowana jako demonstrator. W 2020 roku, po okresie inkubacji CIHBw weszło jako jednostka organizacyjna w skład BWI GmbH, o którym pisaliśmy wcześniej.


Rys. 91 Przechwytujący dron Tytan, zrealizowany w ramach projektu współpracy z CIHBw, źródło firma Tytan

W ramach CIHBw utworzono partnerstwo innowacyjne dla żołnierzy - Intrapreneurship (Intrapartnestwo). Centrum „Intraprzedsiębiorczości" istnieje od kwietnia 2023 roku. Jest to centralny punkt kontaktowy dla żołnierzy, którzy chcą wprowadzać innowacje w pododdziałach z własnej inicjatywy. Całości profesjonalny charakter nadaje internetowa platforma szkoleniowo-informacyjna dla żołnierzy Bundeswehry organizowana przez

Centrum Przedsiębiorczości (Intrapreneurship-Zentrum), gdzie żołnierze mogą zgłaszać swoje pomysły na innowacyjne rozwiązania i je realizować w ramach CIHBw. Zaś motto tego rozwiązania: „od żołnierzy, dla żołnierzy, z żołnierzami" mówi wszystko.
Innym z celów działalności w/w hubu jest praca z MiŚ firmami dronowymi. Przykładem jest dron przechwytujący taranem inne drony, opracowany przez firmę Tytan z Monachium czy też dron-cel który służy do szkolenia żołnierzy w strzelaniu do dronów za pomocą wiązki laserowej. Dron ten wskazuje czy został trafiony lub jakie błędy zostały popełnione przy celowaniu, gdy nie został on trafiony wiązką lasera. Jest też realizowanych szereg innych projektów jak drony wykrywające zapory minowe i wzorce ich układania (opracowane przez start-up ASDRO GmbH z Essen).
Innym ciekawym rozwiązaniem, związanym pośrednio z donizacją Bundeswehry, jest projekt wspólnego obrazu operacyjnego rozszerzonego (ACOP - Augmented Common Operational Picture). W maju 2024 r. został on przetestowany w warunkach rzeczywistych podczas wielkoskalowych ćwiczeń Quadriga 2024 na Litwie. Okulary mieszanej rzeczywistości tworzą interaktywny obraz 3D w ACOP, gdzie możliwa jest wizualizacja 3D pola bitwy. Dzięki temu sytuacja na polu bitwy jest dla żołnierzy dosłownie namacalna. W tej wirtualnej matrycy 3D można przemieszczać jednostki wojskowe, szacować czynniki geograficzne, takie jak różnice wysokości, a także wyświetlać realistyczny i aktualny obraz sytuacji – a wszystko to przy rozproszonym dostępie. Centrum innowacji CIHBwCyber Innovation Hub Bundeswehry testuje również ACOPAugmented Common Operational Picture wspólnie z Bundeswehrą podczas szkolenia w wojskowym Centrum Symulacji Bojowej w Wildflecken.
Ogromnym osiągnięciem CIHBw w ostatnim roku jest uzyskanie współdziałania dronów powietrznych i lądowych. Ta współpraca dronów, w którą zaangażowane są Quantum Systems i ARX Robotics, stanowi duży krok naprzód w rozwoju zaawansowanej technologii dronów. Demonstracja została przeprowadzona na terenie WTD 61 (o czym niżej) podczas której bezzałogowy pojazd naziemny (UGV) ARX Gereon ustawił platformę startową, z której wystrzelono drona Vector, opracowanego przez Quantum Systems, do misji rozpoznawczej. Po wykonaniu zadania dron bezpiecznie powrócił i wylądował na platformie startowej.



Rys.92 Magnetometr mierzy kierunek i siłę pola magnetycznego. Wyposażone w analizę opartą na sztucznej inteligencji oprogramowanie "Saper" równolegle ocenia i ocenia zebrane dane, źródło: Kevin Adlhoch / CIHBw

Trzeba dodać iż połowa pracowników w hubie to rezerwiści niższych stopni. Wśród pracowników są również czynni żołnierze i cywilni członkowie Bundeswehry. Starają się aby w większości projektów od pomysłu do prototypu upłynęło nie więcej niż 6 miesięcy a do wdrożenia – 12 miesięcy. Z tym iż ostatnie miesiące często to testy w jednostkach wojskowych i doskonalenie produktu w oparciu o wiedzę żołnierzy.

Jak wygląda zarządzanie projektem w CIHBw? W pierwszej fazie ("Ideate & Validate") zbierane są pomysły (nie jest wymagane szczegółowe przedstawienie projektu) i oceniane czy jest szansa na ich realizację, a jeśli tak czy projekt dotyczy rozwiązań bieżących problemów Bundeswehry, czy też będzie istotną zmianą w dalszym rozwoju sił zbrojnych. Poszukuje się użytkowników docelowych, którzy by określili przydatność danego rozwiązania lub jego użyteczność. W kolejnej fazie("Setup"), jeśli pomysł przejdzie pozytywną weryfikację rozpoczyna się jego planowanie: określa się zapotrzebowanie na czas, personel i zakupy. Gdy tylko koncepcja i planowanie zastają zakończone, następuje kolejna faza („Solution Review") w której sprawdza się jeszcze raz czy projekt rzeczywiście powinien zostać zrealizowany i jakie należy zmobilizować w tym celu zasoby. W następnej fazie („Supply") zamawiane są zewnętrzne produkty lub usługi, za pomocą których można zrealizować prototyp. W ostatniej fazie („Build & Experiment") następuje budowa prototypu i jego testowanie czy spełnia on zakładane wymagania. Projekt kończy się raportem końcowym w którym rekomenduje się wprowadzenie projektu do użycia przez Bundeswehrę, bądź uzasadnia się zamknięcie projektu.

Jednak głównym hubem Bundeswehry pracującym nad adaptacją dronów dla sił zbrojnych jest Drone Innovation Hub, jaki powstał przy WTD61. Powstał on w roku 2021 i ma zapewnić wsparcie start-upów w dziedzinie bezzałogowych statków powietrznych. Nie finansuje jednak on projektów ale służy za platformę technologiczną z której mogą start-upy korzystać na zasadach nie komercyjnych. Generalnie projekt ten skupiony jest na adaptacji już istniejących rozwiązań do potrzeb Bundeswehry. Choć też są pewne wyjątki, np. gdy Bundeswehra zleca wykonanie jakiegoś projektu firmie prywatnej zaś ta we współpracy z WDT61 stara się projekt zrealizować jak ma to miejsce z projektem demonstratora samolotu kosmicznego z napędem turboodrzutowym "ATHENA".



Rys.93 "Grille" to jeden z projektów, który jest obecnie realizowany w Drone Innovation Hub (Centrum Innowacji Dronów) na lotnisku WTD 61, Źródło: AVILUS Sp. z o.o.

Innym doniosłym projektem realizowanym przy udziale Dienststelle 61 jest dron do transportu chorych i rannych - "Grille". Jest to projekt firmy Avilus oparty o system

ratunkowy do transportu rannych o wadze około 550 kg i masie całkowitej 700 kg. Dron posiada napęd elektryczny który pozwala mu na transport rannych na odległość 50 km, przy prędkości ok. 80 km/h. Jego dwanaście śmigieł ma średnicę prawie 8 metrów, zaś pod spodem znajduje się „kapsuła ratunkowa" wyposażona jak mini oddział intensywnej terapii, który umożliwia utrzymanie rannego przy życiu w ciągu tzw. „złotej godziny". Nie można w tym miejscu wspomnieć iż podobny projekt leży w polskim MON od trzech lat (!), z tym iż polski projekt może jeszcze jeździć i dowozić pacjenta na stół operacyjny. Widać życie żołnierzy w Polsce nie jest priorytetem w MON. Ale ponoć tworzymy komponent wojsk medycznych… no comments. Samo WTD 61 znajduje się w Manching, zatrudnia około 650 osób personelu, z czego zaledwie 50 to żołnierze.

Start-upy w Niemczech zajmujące się technologią dronową mają możliwość korzystania z kilku hubów dronowych prowadzonych bądź to przez duże firmy które udostępniają swój park maszynowy (Airbus Drone Centre Manching) bądź też miejscowe władze samorządowe (jak na przykład Ingolstadt - inkubator BrigkAir). Trzeba w tym miejscu zaznaczyć iż Niemcy nie mają ekosystemu dla start-upów zajmujących się dronami wojskowymi. Co nie oznacza iż programy dronowe nie są finansowane przez Bundeswehrę. Fundusze na badania nad dronami, w tym sensorami i obronnością, nie są małe w budżecie obronnym. W 2024 roku wyniosły 124,7 mln euro z łącznie 565 mln euro przeznaczonymi na badania nad technologiami obronnymi. Ale są to fundusze rozproszone na różne instytucje.



Rys.94 WTD 61, widok z powietrza, źródło: Bundeswehr

Programy finansowania dla branży dronowej koncentrują się głównie na sektorze cywilnym. Najnowsze badania na temat sytuacji niemieckiego przemysłu bezpieczeństwa i obronności wykonane przez Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMDV) postulują nie tylko dotacje dla start-upów, ale także wspomaganie kontraktów na ich integrację z przemysłem obronnym. Na chwilę obecną firmy dronowe w Niemczech korzystają najczęściej z programów lub funduszy które są ogłaszane i tworzone przez poszczególne ministerstwa. Główną rolę wiedzie tutaj Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMDV) które od 2016 finansuje projekty badawczo-rozwojowe w ramach platformy innowacyjnej mFUND. Roczna wartość budżetu mFUND wynosi ok. 200 mln euro. W ramach tej platformy uruchomiono program "Innowacyjna mobilność powietrzna"

gdzie obecnie pracuje się nad rozwojem Strategii Zaawansowanej Mobilności Powietrznej (Strategia AAM). Strategia ta zakłada iż trasy testowe dla taksówek i transportu powietrznego powstaną do 2026 r., zaś ogólnokrajową eksploatację całego systemu rozpocznie się od 2032 r. Poza tym firmy dronowe mogą też liczyć na wsparcie rządów w poszczególnych landach. Znaczną część dużych projektów prowadzi się często w konsorcjach prywatno-publicznych, które są finansowane z budżetów landów lub samorządów.

Warto dodać iż w gestii Bundeswehry są dwa nie duże uniwersytety: Uniwersytet Helmuta Schmidta w Hamburgu, oraz Uniwersytet Bundeswehry w Monachium. Uniwersytet w Hamburgu liczy około 2500 studentów i ponad 900 pracowników naukowych, zaś uniwersytet w Monachium liczy około 3900 studentów przy podobnej liczbie kadry naukowej. Obydwa uniwersytety prowadzą badania nad dronami lub elementami związanymi z dronami zaś uniwersytet w Monachium, jak wspomnieliśmy prowadzi także kursy pilotów dronów. Jest tym łatwiejsze iż jest to uniwersytet kampusowy.
Obydwa uniwersytety powstały głównie dla oficerów, którzy po 13 latach służby mogli uzyskać cywilne specjalizacje, przydatne po odejściu do rezerwy lub przydatne w trakcie dalszej służby. Jednak po reformach w XXI wieku większość studentów stanowią już cywile, w tym także przyszli kandydaci na oficerów Bundeswehry. W Hamburgu na czterech wydziałach: Elektrycznym, Nauk Humanistycznych i Społecznych, Inżynierii Mechanicznej i Lądowej oraz Ekonomii funkcjonuje obecnie 38 kierunków studiów, z czego pięć to kierunki kształcenia ustawicznego. Uniwersytet Bundeswehry w Monachium posiada siedem wydziałów uniwersyteckich. Zakres studiów koncentruje się na naukach technicznych. Wszystkie programy studiów są uznawane i akredytowane przez państwo.



Rys. 95 Przełomowe ćwiczenie - bezzałogowy pojazd naziemny (UGV) ARX Gereon „odpalił" z ze stacji dokującej drona Vector, opracowanego przez Quantum Systems, w ramach projektu realizowanego przez Cyber Innovation Hub. Po wykonaniu misji Vector wrócił i zadokował w stacji. Demonstracja, przeprowadzona została w sierpniu 2024 r. na Fallschirmplatz WTD 61 (Centrum Technicznego Samolotów i Sprzętu Lotniczego Bundeswehry). Piękny przykład współpracy wielu niemieckich instytucji i firm, źródło: Bundeswehr Cyber Innovation Hub.

Podsumowanie

Bundeswehra jest w trakcie kolejnej reformy organizacyjnej która w znaczny sposób wpłynie na miejsce dronów w jej organizacji i uzbrojeniu. A trzeba zaznaczyć iż w przeciwieństwie do większości krajów NATO, w Niemczech drony nie są jednym z głównych celów zbrojeń, mimo doświadczeń z wojny na Ukrainie. W dokumencie strategicznym rządu RFN na rzecz wzmocnienia przemysłu bezpieczeństwa i obrony z 2020 r. (Strategiepapier der Bundesregierung zur Stärkung der Sicherheits- und Verteidigungsindustrie), który nadal obowiązuje, bezzałogowe statki powietrzne nie są wymienione jako kluczowa technologia. Mimo to fundusze na badania nad dronami, w tym sensorami, nie są małe w budżecie obronnym. W 2024 roku jak już wspomnieliśmy było to 124,7 mln do tego dochodzą fundusze z innych ministerstw, landów nawet samorządów. Z drugiej strony dronów nie ma w ogóle przewidzianych w specjalnym funduszu (Sondervermögen) dotyczącym zakupów zbrojeniowych dla Bunderwehry. Nawet w planie modernizacji artylerii nie przewiduje się dodatkowych funduszy na zakupów dronów. Choć może to się zmienić w ciągu tego roku na skutek pracy Task Force (TF) Drohne, o czym niżej.

Innym problemem posiadanych przez Niemcy dronów wojskowych może być fakt iż powstały one w większości w okresie wojen z terroryzmem i mogą nie odpowiadać wymaganiom pełnoskalowej wojny. Rosyjska armia może w przyszłym konflikcie zastosować głęboko rozbudowany system ochrony elektronicznej jednostek wojskowych, np. z systemami Shipovnik Aero (efektywny promień 10 kilometrów) lub Pole-21 (efektywny promień 150 kilometrów) w celu stłumienia odbioru GPS dronów lub sfałszowania ich współrzędnych docelowych np. poprzez spoofing. Co może w krótkim czasie uczynić niemieckie drony bezużytecznym na współczesnym polu walki. Stąd są plany ich szybkiej wymiany.

Jednostki Bundeswehry cierpią przejściowo także na braki, które dotyczą przede wszystkim naziemnych stanowisk kontroli i oprzyrządowania do konserwacji i napraw polowych dronów Luna i KZO, których nie wystarcza nawet dla obecnych jednostek wojskowych. To wynik min. bankructwa producenta tych dronów jak i braku planowania. Nie są także dopracowane procedury dotyczące umieszczania dronów w obszarach operacyjnych ani też ich zabezpieczenia. Dotychczas Bundeswehra działała z bezpiecznych i nie atakowanych baz. Powstanie też luka rozpoznania na szczeblu dywizji. Choć celem reformy Bundeswehry jest min. utworzenie trzech dywizji na wschodniej flance w ramach NATO-New Force Model. Dotychczas używane drony są przeznaczone dla szczebla brygady, podczas gdy dowództwo dywizji będzie potrzebować rozpoznania na głębokości operacyjnej 150-200 km i dalej. A takim typem dronów Bundeswehra nie dysponuje i dopiero przewiduje się wprowadzenie jego jako rozwinięcia lub następcy drona Luna około 2029 roku. Na razie mówi się o rozwiązaniu pomostowym w postaci drona Vector. Podobna sprawa będzie się miała na poziomie korpusu. W tym celu uruchomiono projekt drona "Intruz" ale koszty kilku sztuk osiągnęły by sumę rzędu miliardów euro. Być może rozwiązaniem będzie projekt Eurodrone, choć przewidywany jest on dla lotnictwa.

Jeśli chodzi o amunicję krążącą, to zakupy przewiduje się dopiero dla nowo powstających, w skutek reformy, jednostek wojskowych, uzbrojonych w artylerie kołową. Określono iż zamówienia amunicji krążącej mogłyby być realizowane od 2026 r., jeśli dostępne będą środki budżetowe. Biuro zamówień publicznych (Beschaffungsamt) prowadzi obecnie badania amunicji krążącej w firmie AMDC. Znane są też testy z trzema izraelskimi dronami kamikadze: Firefly firmy Rafael Advanced Defence Systems, Harop 2 firmy Israel Aerospace i Hero 30 firmy UVision. Ta ostatnia firma nawiązała współpracę z Rheinmetallem, aby zwiększyć swoje szanse w uzyskaniu kontraktów z Bundeswehrą. Mimo to uzbrojenie w amunicję krążącą nie

DRAFT

jest w Bundeswehrze uznawane za priorytet. Stawia się w tej mierze na pierwszym miejscu artylerie i wykorzystanie jej możliwości. Biuro ds. Rozwoju Armii (Amt für Heeresentwicklung) widzi amunicję krążącą tylko w perspektywie średnio- i długoterminowej, przy czym wielu oficerów sztabowych uważa iż same drony FPV nie są perspektywiczne i nie widzi sensu wprowadzania ich na uzbrojenie. Co może się okazać kosztownym błędem. Zaś ich masowe użycie na Ukrainie uzasadnia brakiem odpowiedniego wsparcia artylerii i FPV uważa za broń zastępczą, mającą te braki wypełnić. Przewidują szybki zmierzch FPV ze względu na wprowadzane powszechnie nowoczesne systemy przeciwlotnicze oraz wszechobecną WRE instalowaną na wozach bojowych. Jednak przy froncie długości wiele setek kilometrów, może być problemem nasycenie tymi środkami wszystkich pododdziałów, co ma już miejsce na Ukrainie. Poza tym pole bitwy szybko ewoluowało i powyższe uwagi nie zawsze są zgodne z rzeczywistością. Stąd Niemcy „na wszelki wypadek" uczestniczą w „koalicji dronowej" i nabywają dla Ukrainy tysiące dronów, w tym FPV. Poza tym, w samym wojsku istnieje potrzeba testowania dostępnych na rynku małych dronów, (w tym FPV) jako narzędzi taktycznych. W Urzędzie Zamówień Publicznych w tym roku ogłoszono przetarg na 1000 "dostępnych na rynku bezzałogowych statków powietrznych" który wygrało dwóch dystrybutorów dronów, o czym już wspomnieliśmy.

Bundeswehra nie ma też wspólnej strategii dotyczącej dronów. Poszczególne rodzaje sił zbrojnych rozwijają własne koncepcje i na ich podstawie formułują zapotrzebowanie na drony. Oprócz klasycznych użytkowników dronów w Wojskach Lądowych i Siłach Powietrznych, Marynarka Wojenna po raz pierwszy dąży do większego zakupu dronów w swoim programie rozwoju do 2035 roku. Podobne plany też mają wojska Cyberprzestrzeni i Przestrzeni Informacyjnej (Teilstreitkraft Cyber- und Informationsraum - CIR). Problemem też jest biurokracja, która nie nadąża za technologicznym rozwojem dronów oraz zmieniającym się w tym zakresie polem walki (ta bolączka niestety na większą skalę dotyczy też Wojska Polskiego).
I z tym ostatnim ma obecnie Bundeswehra największy problem, przy planowaniu zakupu dronów. Dla przykładu firma Quantum Systems twierdzi, że jego główny dron Vector został zmodyfikowany o 50 procent pod względem oprogramowania i sprzętu w ciągu dwóch lat wojny na Ukrainie. Inaczej nie dałby on rady przetrwać na pierwszej linii frontu na Ukrainie. A do tej pory nie udało się Niemcom ustalić szybkich cykli zamówień dronów od producentów (w Polsce w ogóle się o tym nawet nie myśli), choć pierwsza próba tego typu miała miejsce w przypadku nabycia dronów Vector dla sił specjalnych. Niemieckie firmy zajmujące się produkcją dronów uważają to za kluczowe, w sensownym systemie produkcji i dostaw dronów dla Bundeswehry. Mimo to niemieckie MON nie widzi potrzeby zmiany obecnych przepisów oraz procedur zmieniających zasady pozyskiwania dronów. Choć po przykładzie drona Vector, który odniósł ogromny sukces eksportowy w USA, Ukrainie czy w Rumunii widać iż jest to konieczne i powstał dzięki temu pewien proceder szybkich zamówień dronów, o czym już wspomnieliśmy przy okazji opisu drona Vector.

Bundeswehra wzorem innych krajów NATO nie widzi potrzeby tworzenia osobnego rodzaju wojsk uzbrojonego w drony. Zresztą wprowadzenie w Zbrojnych Siłach Ukrainy (ZSU) osobnego rodzaju sił zbrojnych uzbrojonych w drony, na razie też nie przyniosło większej efektywności działania dronów na linii frontu.Cchoć trzeba przyznać że to dopiero początek działań ZSU w tym kierunku i trudno wyrokować co do sensowności organizacji osobnego rodzaju wojsk dronowych. Zatem Bundeswehra, wzorem pozostałych krajów NATO, stawia na integrację dronów z poszczególnymi rodzajami broni i rodzajami wojsk. Głównie z artylerią i rozpoznaniem.

DWA LATA

Mimo to Siły zbrojne Niemiec także wyciągają wnioski z wojny na Ukrainie. Do najczęściej wspominanych i opisywanych należy:

- Bez dronów (powietrznych, lądowych, morskich) prowadzenie jakichkolwiek działań militarnych nie jest to już możliwe,
- Rozwój dronów we wszystkich kierunkach badań i rozwoju postępuje szybko,
- Na polu walki wykorzystywane są zarówno konstrukcje wojskowe, jak i cywilne,
- Ilość dronów i nasycenie pola walki nimi jest bardzo duże, co jest już koniecznością w działaniach o dużej intensywności,
- Drony są niezbędnym czujnikiem w przypadku zaskakujących i nagłych działaniach przeciwnika, pozwalają szybko ocenić cele i zamiary jego oraz siły jakie skoncentrował,
- Drony są niezwykle ważne w cyklu od czujnika do efektora,
- Cykle innowacji dronów na polu walki są niezwykle krótkie.

Co najważniejsze rząd federalny zadbał o to aby wśród środków przeznaczonych przez Niemcy na wsparcie Ukrainy, znalazły się pokaźne sumy przeznaczone na zakup przez ZSU dronów niemieckich. Stąd Ukraina zamówiła ponad 800 dronów Vector, nieznaną liczbę amunicji krążącej i dronów FPV (Niemcy weszły nieoficjalnie w skład europejskiej koalicji dronów dla Ukrainy) oraz sporą ilość różnego rodzaju innych dronów produkowanych w Niemczech.



Rys.96 UAV Helsing HX-2 „Karma". Źródło: Telegram / BMPD

Dla przykładu listopadzie br. ogłoszono iż w ramach pomocy dla Ukrainy Niemcy chcą dostarczyć partię, do 4 000 dronów uderzeniowych HX-2, odpowiedników naszych „Gladiusów" tylko o lepszych parametrach, sprawdzonych na Ukrainie i ... parokrotnie tańszych! Drony te zostały zaprogramowane przez firmę Helsing za pomocą zaawansowanej sztucznej inteligencji i mają mieć zasięg 100 km oraz prawdopodobnie około 15 kg głowicę. Takie postępowanie pozwala nie tylko niemieckiemu przemysłowi czerpać garściami z doświadczeń ukraińskich ale przede wszystkim nawiązać kontakty biznesowe, które będą procentować w przyszłości. Dla przykładu dostawca dronów Vector, firma Quantum Systems zatrudnia na Ukrainie ponad 60 inżynierów. Poza tym wiele niemieckich firm mogło niejako wprowadzić wojenną produkcje wielkoseryjną, mobilizując swoje zdolności produkcyjne pod

potrzeby Ukrainy. Pozwoliło to niemieckiemu przemysłowi zebrać nieocenione doświadczenia związane z ewentualną mobilizacją gospodarki i związane z tym szybkie przestawienie się na masową produkcję dronów. Co będzie miało kluczowe znaczenie przy planowaniu zapasów dronów przez Bundeswehrę i ich ewentualne zwiększenie produkcji w okresie mobilizacji przemysłu. W tym miejscu, na zakończenie podsumowania, warto pochylić się nad projektem „HITBIRD" jaki jest rozwijany w Niemczech, a który może być odpowiedzią zarówno na system planowania mobilizacji przemysłu na czas wojny.

Projekt firmy B&S Tech on Target GmbH z Neustadt w Szlezwiku-Holsztynie, która skonstruowała nowatorski system UAV "HITBIRD", łączy w sobie uniwersalne zastosowanie dronów, dużą prędkość ich działania jak i możliwość ekonomicznej (taniej) masowej produkcji. System składa się z trzech rodzajów dronów HITBIRD - 175, 350 i 700, gdzie cyfry odpowiadają rozpiętości skrzydeł. Wszystkie te drony osiągają prędkość ok. 250 km/h, a w końcowej fazie lotu mogą osiągnąć nawet 350 km/h. Masa całkowita to w wypadku 175 – 7 kg, 350 – do 35 kg i 700 – do 130 kg. Każdy z tych dronów może być użyty w kilku konfiguracjach jak: rozpoznanie, amunicja krążąca, dron myśliwski zwalczania innych dronów, dron z efektorami powietrze-ziemia lub powietrze-powietrze. Dla przykładu HITBIRD 700 z ładunkiem wewnętrznym lub zewnętrznym 80 kg, może pokryć profile misji o zasięgu do 1500 km i czasie lotu do ok. dziesięciu godzin. Projektowanie i budowa rodziny bezzałogowych statków powietrznych HITBIRD są konsekwentnie nastawione na masową produkcję. Przewidywana jest zautomatyzowanie całego procesu produkcji, tak aby np. nie korzystać z form. W rezultacie można również łatwo wprowadzić poprawki projektowe. Tym samym niskie koszty systemu skutkują nowymi zastosowaniami w obszarze ataków saturacyjnych o dużych obciążeniach bojowych.



Rys.97 B&S Tech on Target prezentuje drona HITBIRD na Eurosatorach, źródło: Forkert

Jak widać, Bundeswehra mimo iż boryka się zarówno z systemem zamówień, biurokracją oraz nie wystarczającą ilością dronów, to prowadzi intensywne prace badawczo-rozwojowe we wszystkich kierunkach rozwoju dronów, z wyjątkiem dronów MALE i HALE, gdzie postawiono na międzynarodową współpracę. Odnosi się wrażenie że niemiecki przemyśl wyprzedza w swoich działaniach zarówno niemiecki MON jak i Bundeswehrę, która zachowuje względem dronów pozycję zachowawczą.



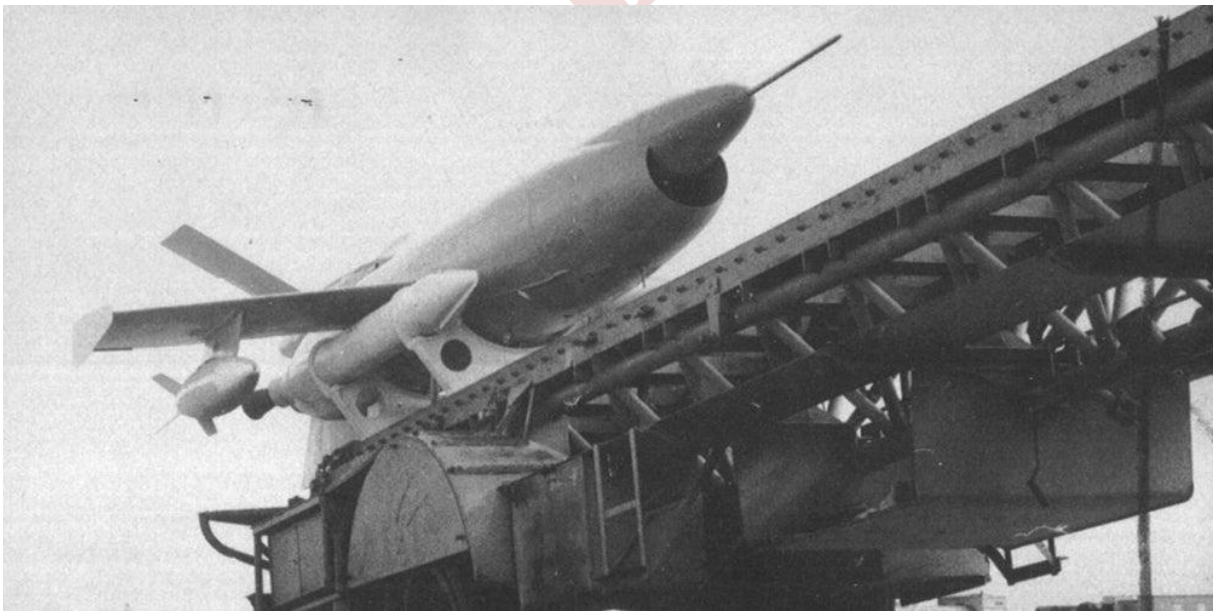
Rys.98 Dwa z dronów testowych z radarem wykrywania dronów przed hangarem lotniczym Otto Lilienthal na lotnisku WTD (Wehrtechnische Dienststelle) 61 podczas projektu badawczo-rozwojowego dotyczącego „Bezzałogowy statek powietrzny – zarządzanie ruchem powietrznym i wykrywanie dronów, źródło: Bundeswehra/WTD 61

Mimo to w Niemczech także prowadzone są ćwiczenia eksperymentalne z użyciem dronów na szczeblu plutonu-kompanii, a w przyszłości planuje się je na szczeblu batalionu, celem wypracowania docelowej struktury poddziałów posiadających organicznie drony lądowe i powietrzne. Te poczynania uzupełniane są przez działanie niemieckiego przemysłu, który dzięki przyjaznemu ekosystemowi i wsparciu instytucji badawczo-rozwojowych, jak i dużym dostawom dronów na Ukrainę (finansowanych przez Rząd) w znaczący sposób wzmacnia zarówno własny potencjał jak i rozwój start-upów. Współpraca niemieckich i ukraińskich firm, dzięki finansowemu wsparciu Rządu niemieckiego jest bezprecedensowa. I dzięki tej współpracy oraz nowatorskim działaniom przemysłu niemieckiego Bundeswehra ma na przyszłość solidne podstawy dla rozwoju dronów. Mimo zachowawczej postawy generalicji. Tym bardziej iż wsparcie dla współpracy na linii Bundeswehra – ośrodki badawczo-rozwojowe – przemysł obronny, jest wzmacniane, zaś rozwiązania prezentowane przez start-upy, wyprzedają nie rzadko oczekiwania Bundeswehry. Po dostosowaniu przez Bundeswehrę całego systemu zmówień do intensywnego rozwoju techniki dronowej oraz zmianie nastawienia generalicji do dronów, Niemcy będą miały solidne fundamenty do powstania kompleksowej synergii nowoczesnej technologii i wymagań wojska.



Historia dronów

Historia dronów w siłach zbrojnych Francji (nie piszemy o dronach-celach) zaczyna się w roku 1966 gdy do służby wszedł patrolowy Nord-Aviation R20. Potem następuje czas dronów eksperymentalnych typu: MART (1990-1991), czy zakupionych dronów za granicą CL-89(1981), CL-289 (1996) oraz francuskiej prominencji - Kestrel (1998) i jego następcy Sperwer (2011-2020). W 1995 roku Francja zakupuje też pierwsze drony dalekiego rozpoznania RQ-5 Hunter ale nie jest jasne czy były wykorzystane operacyjnie. Drony te zostały wycofane w 2004 roku. Powstaje decyzja stworzenia własnej tego typu konstrukcji we współpracy zagranicznej i na podstawie projektu drona Heron (Izrael), powstaje konstrukcja Harfang. Zakupiono zaledwie dwie stacje i trzy drony które wprowadzono do służby w latach 2008-2018. Drony te zostały uzupełnione poprzez zakup w 2014 roku dwóch MQ-9A Reaper block 1, które potem zostają uzupełnione kolejnymi zakupami i pozostają w służbie do dzisiaj.



Rys.99 Nord-Aviation R20 były używane w latach 1966-1976 źródło defense-zone.com

Bezpilotowe Statki Powietrzne

Przez pierwsze 20 lat XXI wieku Francja zostaje w tyle w rozwoju i zastosowaniu bojowym dronów w stosunku do innych krajów NATO. W 2019 roku siły lądowe Francji dysponują zaledwie 160 zestawami dronów, w większości zakupionych za granicą (np. Black Hornet od 2016 r.). Dlatego w latach 2017 - 2020 we francuskim MON (Ministère des Armées - MDA),

zapadają decyzje które zdecydowanie przyspieszają rozwój dronów we francuskich siłach zbrojnych.



Rys.100 NX 70, źródło firma Novadem

Po pierwsze rozpoczynają się większe zakupy dronów wszystkich klas, po drugie zostają zmodernizowane lub stworzone nowe centra szkoleniowe, po trzecie idzie większe wsparcie finansowe dla firm i na potrzeby francuskich badań i rozwoju dronów. Są tworzone długo i średniookresowe projekty nad konkretnymi konstrukcjami. Francja chce dogonić przodujące kraje na Świecie jak Wielka Brytania, Izrael, Chiny czy Stany Zjednoczone.


Rys. 101 Black Hornet na wyposażeniu Francuskiej Armii, Źródło: Ministère des Armées

Efekty prowadzonych działań przychodzą szybko. Najszybciej do służby wchodzą kolejne drony Black Hornet których zakupiono początkowo 210 sztuk a do dzisiaj w użytkowaniu jest ok. 860 sztuk oraz drony firmy DJI: Phantom (25 szt. dla Marynarki wojennej) i Mavic (2018). Ale te dwa ostatnie szybko zostają odłączone od Internetu i zostają skierowane do lotów szkolnych poza obszarami wojskowymi. Zastępują je drony francuskiej produkcji NX-70 firmy Novadem, uzupełnione wkrótce ulepszoną wersją drona Anafi firmy Parrot, który został także

wprowadzony na wyposażenie sił zbrojnych USA. Zgodnie z francuskim Planem Modernizacji Technicznej wojska (La loi de programmation militaire – LPM) na lata 2019-2025 realizowane jest zamówienie 845 zestawów (po 2 sztuki w zestawie) dronów Parrot Anafi (do dnia dzisiejszego dostarczono co najmniej 450 sztuk tych dronów).



Rys.102 Dron Parrot Anafi w locie, Źródło: Ministère des Armées

Jeśli chodzi o drony Novadem NX-70 to w wojskach francuskich jest/było używanych co najmniej 180 zestawów (po 2 sztuki dronów w zestawie). W 2024 roku domówiono jeszcze 260 zestawów, co w sumie da 440 zestawów. Francuskie MON podało oficjalnie iż obu rodzajów dronów w roku 2024 było używanych w siłach zbrojnych ok. 900 zestawów. W ten sposób w minimalnym zakresie Francja zabezpieczyła swoje potrzeby na drony rozpoznawcze klasy nano i mikro.



Rys.103 AgEagle Ebee Vision - inteligentny dron rozpoznawczy o niskiej sygnaturze akustycznej: źródło: Flying Eye

W 2024 roku bardzo dyskretnie, francuskie ministerstwo złożyło zamówienie na 40 mini dronów eBee Vision u amerykańskiego producenta AgEagle, za pośrednictwem francuskiego resellera Flying Eye, na kwotę około 3,2 miliona euro. Nie jest jasne przeznaczenie tych dronów, czy wejdą one na wyposażenie plutonów SAED i EEI (o czym niżej) w wojskach lądowych, czy też sił specjalnych które mają już na wyposażaniu amerykańskie drony R-20.



Rys.104 R-20A Puma, źródło: wikipedia

Większe problemy Francja napotkała z mini dronami rozpoznawczymi krótkiego i średniego zasięgu. Pierwsze zostają zakupione, jeszcze w roku 2008 roku, przez francuskie siły specjalne (Commando Parachutiste de l'Air n° 10) izraelskie Skylark I. W roku 2017 zakupiono RQ-20 Puma za sume 5,9 mln euro od amerykańskiej firmy AeroVironment. Prawdopodobnie były to trzy zestawy po dwa drony. W 2020 dokupiono jeszcze ich nieznaną ilość za kolejne 25 mln euro. Weszły one na wyposażenie marynarki wojennej i sił specjalnych. Jednocześnie rozpoczęto prace nad własnym rozwiązaniem tego typu w ramach programu SMDR – dronem Spy'Ranger 330 firmy Thales. Od 2022 roku siły zbrojne zakontraktowały 35 zestawów w wersji 330 oraz 22 zestawy wersji 550, każdy z 3 dronami. Zasięg wersji 330 wynosi 30 km zaś czas lotu do 3 godzin. Jednak jego nowsza wersja Spy'Ranger 550, potrafi unosić się w powietrzu już 5 godzin. Od 2023 drony te są integrowane z artylerią wyposażoną w samobieżne haubice CAESAR.



Rys.105 Spy'Ranger firmy Thales, źródło: defense-zone.com

Wadą istotną tej konstrukcji jest fakt iż wymagają one rampy startowej. Co w wypadku wojsk lądowych jest już przestarzałym rozwiązaniem. Stąd w roku 2024 zdecydowano się wprowadzić do służby dron VTOL DT46 firmy Delair. Jest on przeznaczony do współpracy z artylerią, ma zasięg ok. 80 km, czas lotu 3-7 godzin (w zależności czy lot pionowy czy poziomy) oraz udźwig do 5 kg. DT46 został wykonany zgodnie ze standardem STANAG 4609 co pozwala na integracje zarówno z systemu kierowania ogniem ATLAS jak i bojowym systemem SCORPION. Co ciekawie dron ten został wcześniej przetestowany na Ukrainie i ma możliwość montowania LiDAR-a. Prawdopodobnie zamówiono ok. 50 szt. systemów DT46. Zastosowano tutaj nie standardową procedurę gdyż zamówienie nie szło przez Generalną Dyrekcje ds. Uzbrojenia (Direction Générale de l'armement – DGA) ale przez Dyrekcję ds. Obsługi Technicznej Lotnictwa (La Direction de la Maintenance aéronautique - DMAé) – o czym niżej.



Rys. 106 Dron Delair DT46 w Labège (Haute-Garonne), 29 lutego 2024 r., źródło: Lionel Bonawentura / AFP

Uzupełnieniem tego typu dronów miał stać się dron Patroller firmy Safran. Stworzony na podstawie niemieckiego motoszybowca Stemme ASP 15S, ma zasięg 150 km, możliwość 14 godzin lotu i udźwig 210 kg. Przewiduje się jego użytkowanie na szczeblu dywizji lub korpusu. Wybrany dla armii francuskiej już w 2016 roku. Kontrakt szacowany na blisko 350 mln euro, obejmował zakup czternastu bezzałogowych statków powietrznych, z czego cztery przeznaczone miały być do szkolenia. W ramach tej umowy zapewniono dziesięcioletnią konserwację i utrzymanie w stanie sprawności. Niestety kłopoty techniczne i katastrofa w roku 2020, poważnie zagroziły całemu planowi wdrożenia dronów Patroller a program został wstrzymany. Dopiero w 2024 roku dostarczono pierwsze drony Patroller do szkoły w 61 pułku artylerii. Ostatecznie zamówiono 5 systemów STD Patroler + 3 drony rezerwowe. Skład systemu SDT Patroller:

- 5 szt. dronów
- 2 stacje dowodzenia i kontroli (SCC),
- 2 anteny naziemne służące jako połączenie między dronem a SCC.
- 1 kontener logistyczny
- 1 partia części zapasowych
- 4 RVT (zdalny terminal wideo).

W 2023 roku drony te zamówiła Grecja a obecnie toczą się rozmowy o zakupie z Egiptem i Wietnamem. Od 2024 roku Sagem prowadzi też program uzbrojenia Patrollera, jednak docelowa konfiguracja nie jest jeszcze znana, choć wyznaczono datę zakończenia projektu na 2027 rok.



Rys.107 Patroller, źródło: firma Safran

Jak już wspomniano na wyposażeniu sił zbrojnych Francji znajdują się też drony MALE, jest to sześć wersji MQ-9A Reaper block 1(modernizowane do Block 5) oraz sześć sztuk uzbrojonych wersji MQ-9 block 5ER. Pierwsze drony MQ-9A Reaper Block 1 Francja zamówiła jeszcze w roku 2013. Były to dwa systemy po trzy drony. Wszystkie systemy były nie uzbrojone. W 2019 roku złożono zamówienie na kolejne sześć dronów w wersji Block 5ER, z możliwością przenoszenia uzbrojenia w postaci bomb GBU12, GBU49 oraz pocisków AGM-114 Hellfire.



Rys.108 MQ-9A Reaper Francuskich Sił Powietrznych, źródło: Armée de l'Air

Podjęto równocześnie decyzję o modernizacji sześciu dronów MQ-9 block 1 do wersji Block 5. Co interesujące Reapery w wersji Block 5 nadal prze wiele lat nie miały zgody na operowanie we francuskiej przestrzeni powietrznej i są używane głównie w Afryce. Min. stąd Francja w 2021 weszła w europejski program budowy drona MALE - Eurodrone. Co ciekawe nie ma być to dron z lepszymi osiągami niż RQ-9 ale ma on dać krajom europejskim niezależność w zakresie pozyskiwania dronów MALE.



Rys.109 Schemat pozyskiwania przez Francję MQ-9, źródło: Armée de l'Air

Projekt ten jest wynikiem współpracy Francji, Niemiec, Włoch i Hiszpanii. W sumie zamówiono 20 systemów i 60 dronów dla czterech armii (7 dla Niemiec, 5 dla Hiszpanii, 4 dla Hiszpanii i 4 dla Francji), o łącznym budżecie 7,1 mld euro. Francja powinna otrzymać swój pierwszy Eurodrone w 2028 r. (trzy lata po dacie wyznaczonej przez LPM). Z tym iż w tym samym czasie w USA planuje się wdrożyć już następcę RQ-9. Dużym zaskoczeniem dla armii francuskiej (i nie tylko) była premiera w roku 2023 drona MALE – Aarok, firmy Turgis & Gaillard. Dron ten jest większy od RQ-9, ma masę startową aż 5,5 tony, planowany udźwig 1,5 tony (ma zabrać dwie bomby o masie 500 kg lub cztery bomby o masie 250 kg) oraz prowadzić misje bojową aż 24 godziny lub misję ISTAR – 30 godzin. Także planowana cena jednego nieuzbrojonego płatowca ma być mocno atrakcyjne. Na razie projekt Aarok jest we wstępnej fazie prób naziemnych i minie ok. 2 lat zanim będzie mógł pokazać prawdziwe swoje osiągi.

Doświadczenia wojny na Ukrainie zmusiły Francję także do przyjęcia na uzbrojenie dronów FPV oraz amunicji krążącej. Ponieważ nie posiadano własnych konstrukcji w zakresie amunicji krążącej podjęto decyzję o jej zakupie w USA. Podpisano w 2023 roku umowę z firmą AeroVironment na zakup dronów Switchblade 300 za sumę 58,6 mln euro ale nie znana jest ilość zakupionych systemów, choć mówi się o co najmniej 70 systemach.



Rys.110 Dron Colibri UX 11, źródło: www.opex360.com

Jednocześnie podjęto decyzję o zakupie we francuskich firmach dronów FPV. Skupiono się na dwóch programach: Colibri oraz Larinae (Mewa). Oba ogłoszono na zasadzie konkursu, gdzie do udziału finałowego zaproszono dwa konsorcja (z 16 zgłoszonych ofert). Maksymalną cenę dla projektu Colibri ustalono na 20 000 za zestaw, zaś dla Larinae na 200 000euro (w tym pakiet logistyczny). W przypadku Colibri, przetarg został rozstrzygnięty na korzyść drona firmy Delair. Colibri UX11 jest konstrukcją latającego skrzydła o zasięgu do 5 km i lotem autonomiczny do 45 minut. Sam dron został opracowany wcześniej w 2 lata. Firma Delair dostosowała swój model UX 11, integrując 500-gramowy ładunek wybuchowy do misji kamikaze. Drony te, zaprojektowane tak, aby były odporne na rosyjską technologię zagłuszania, mają spełniać wymagania operacyjne specyficzne dla Ukrainy, gdzie siły ukraińskie wcześniej wykorzystywały drony obserwacyjne Delaira do rozpoznania. Drony są po probach na Ukrainie. Planuje się ich produkcje w ilości około 2000 szt. do końca 2025 roku, zaś pierwsze dostawy były planowane już w 2024 roku. Z tym iż ponad 100 sztuk planuje się przekazać Ukrainie. Rocznie można go wyprodukować w liczbie 1000 sztuk, ale istnieje możliwość szybkiego zwiększenia produkcji. Jego koszt jednostkowy szacuje się na około 20 000 euro ale liczy się że przy masowych zamówieniach koszt ten będzie oscylował w okolicach 2000 euro.



Rys.111 Wizja projektu Larinae opartego o dron MUTANT wg konsorcjum skupionego wokół MBDA, źródło: MIP/MBDA

DRAFT

Drugi projekt - Larinae został ogłoszony w 2022 roku a pierwsze pokazy demonstratorów mają odbyć się w 2025 roku. Generalnie projekt Larinae zakłada skonstruowanie drona zdolnego przechwytywać pojazdy ciężko opancerzone w promieniu co najmniej 50 kilometrów. W przeciwieństwie do polskiego Gladiusa ma być on też rozstrzygnięty na zasadzie konkurencji, stąd w konkursie uczestniczą dwa konsorcja – konsorcjum MBDA i konsorcjum NEXTER Arrowtech (KNDS France) wraz z firmami EOS Technologie i TRAAK.



Rys.112 Projekt Larinae oparty o drona Veloce 330 wg konsorcjum skupionego wokół KNDS, źródło: KNDS

MBDA opiera swoją konstrukcję MUTANT o PPK Akeron MP i LP, stąd ich propozycja drona przewiduje składaną konstrukcję, ze zdolnością pionowego startu z wyrzutni rurowej a sam system uzbrojenia jest ze stałą obsługą typu man-in-the-loop. MUTANT ma być zdolny do działania bez satelitarnego systemu geolokalizacyjnego (GPS) i może być również używany do misji obserwacyjnych. Producent przewiduje że w przyszłości drony te będą działać w rojach. Projekt KNDS France opiera się o konstrukcję drona Veloce 330 w formie latającego skrzydła. Dron ten rozwija prędkość powyżej 400 km/h i do tej pory miał zasięg do 80 km i do 3 godzin autonomicznego lotu oraz możliwość zabrania głowicy 2,5 kg. Warto dodać iż jest również opracowywana wersja z napędem spalinowym która ma zwiększyć czas lotu nawet do 8 godzin. Jednostkowy koszt takiego drona ma zamknąć się kwotą 200 000 euro. Ale zakłada się że przy masowych, dużych zamówieniach jego cena spadnie do około 20 000 euro. Generalnie pierwsze dostawy dronów z programu Larinae przewidywane są nie później niż w roku 2028. Na koniec warto dodać iż we Francji w zaawansowanym opracowaniu jest jeszcze dron kamikadze - R2-120 Raijin firmy Fly-R współpracującej z MBDA o wadze 5 kg, udźwigu 1,5 kg i zasięgu 50 km przy 45 minutach lotu.

Warto też wspomnieć o programie Dassault Rafale F5 jaki ma być opracowany do roku 2033. Przewiduje się że do tego roku firma Dassault Aviation wykorzystując osiągnięcia programu nEUROn dostarczy francuskim siłom zbrojnym drona towarzyszącego myśliwcom Rafale F5. Działając jako wysunięta jednostka zwiadowcza, dron ten będzie wykorzystywany do przełamywania obrony wroga i zbierania danych wywiadowczych, zanim Rafale zaangażuje się w walkę. Będzie miał on kształt latającego skrzydła i będzie wykonany w technologii stealth.



Rys.113 nEUROn podczas prób, źródło: Dassault Aviation/ Alexandre Paringaux



Rys. 114 Wizja drona ze składanym skrzydłem romboidalnym R2-120 Raijin firmy Fly-R z wyspy Reunion, źródło: Fly-R.

Nazwa/Producent	Charakterystyka/ waga/ czas pracy/ zasięg/ udźwig	Stan posiadania i uwagi
RQ-20A Puma 3 AE / AeroVironment	Płatowiec/6,12kg/do3,5h/15-20km/?	3 zestawy po 2 drony + nieznana ilość zestawów zakupiona w roku 2020.
NX-70 / Novadem	Quadkopter /1kg/40 minut/4-5 km/ -	180 zestawy do 2023, zamówiono kolejne 260 zestawy w 2024, docelowo 440 zestawów po dwa drony
ANAFI / Parrot	Quadkopter /<1kg/32 minuty/4 km/ -	docelowo 845 zestawów po dwa drony
Phantom / DJI	Quadkopter/<2 kg/20 minut/2 km/ -	25 szt., szkolny odłączony od Internetu, nie jest jasne czy nie wycofany
Mavic / DJI	Quadkopter /<2 kg/20minut/2 km/ -	16 szt. szkolny odłączony od Internetu, nie jest jasne czy nie wycofany
Black Hornet 3/ Teledyne FLIR	Pionowy start i lądowanie /33 gramy/25 minut/2 km/ -	860 zestawów
eBee Vision / AgEagle	Start z ręki, płatowiec /1,6 kg/90 minut/20 km/ -	W 2024 zamówiono 40 zestawów z czego dostarczono 20
DT46 / Delair	Pionowy start i lądowanie / 25 kg / 3-7 h (w zależności od VTOL)/80 km/ 5kg	W 2024 zamówiono prawdopodobnie 50 zestawów
(SMDR) Spy'Ranger / Thales	Start z rampy, wersja 330 - 15 kg / 30 minut /30 km/ - , wersja 550 - 25 kg / 50 minut /50 km/ -	W 2022 zamówiono 35 zestawów wersji 330, po 3 drony, a następnie 22 zestawy wersji 550
Patroller (2020)/Safran	Start z nawierzchni utwardzonej / ok.1200 kg / 14 h /150 km/ 250kg	5 systemów (28 szt.) - pułap do wys. 6000 m
Veloce 330 (Projekt Larinae)	Start z ręki, płatowiec /27 kg/3h/100 km (datalink range)/3 kg	Projekt w trakcie rozstrzygnięcia
Mutant (Projekt Larinae)	Start wyrzutni rurowej, pocisk z rokładanymi skrzydłami /10 kg/?h/min. 50 km/? kg	Projekt w trakcie rozstrzygnięcia
MQ-9A Reaper Block 5	Start z nawierzchni utwardzonej /4780 kg/32 h/2500 km/max. 2560 kg (w tym paliwo)	6 szt. block 1, modernizowanych do block 5 + 6 szt. block 5, pułap do wys. 14 000 m
Switchblade 300 block 3 / AeroVironment	Start wyrzutni rurowej, pocisk z rokładanymi skrzydłami /2,7+5,5 kg/15 min./10 km/ -	kontrakt o wartości 58,6 mln euro, nie oficjalnie mówi się o co najmniej 70 zestawach
Skylark L1E/ Elbit	Start ręczny za pomoca gumy /7,5 kg/3h/20-40km/1,2kg	2 systemy po 3 drony, nie jest jasne czy nadal jest używany operacyjnie
Colibri KNDS France/Delair	Latające skrzydło, 1.4kg, 1 godzinę 20 minut, zasięg do 25 km z niewielkim ładunkiem 0,5 kg	
Drony używane tylko przez Marynarkę Wojenną Francji		
Survey Copter/ Aliaca	Płatowiec/ 16kg/ 3h/ 50 km/ 1,5kg, wersja ER - / 16kg/6h/100km/?kg	18 systemów (po 2 drony) + umowa (2023) na dodatkowe 15 systemów prawdopodobnie wersji ER
Airbus Helicopters VSR700	Śmigłowiec/450 kg/10h/185 km/250 kg	Zakupiono dwie sztuki testowe
S-100 / Schiebel	Śmigłowiec /200 kg/6-10h/80-100km/50kg	3 zestawy (po 2 szt.), pułap do 5500m, może mieć dodatkowe zbiorniki co wydłuża czas i zasięg lotu

Rys.115 Drony powietrzne używane przez siły francuskie, dane na podstawie producentów lub Armée de l'Air

Drony Marynarki Wojennej

Francuska marynarka wojenna posiada w użyciu drony, które są także na wyposażeniu wojsk lądowych. Należą do nich NX Novadem 70 (ok.13 szt.) Parrot Anafi (ok. 85 szt.), Phantom DJI (ok. 25 szt.), Mavic DJI (ok. 16 szt.), Black Hornet (10 zestawów po 3 szt.), RQ-20 Puma (3 systemy po 2 szt.) czy MQ 9 Reaper (5 szt. - 2024). Wszystkie pozostałe dane na rok 2022. Jednak jej specyfika wymusiła posiadanie też innych dronów powietrznych. Pierwszy z nich to Austriacki S-100 Schiebel, mini śmigłowiec o masie startowej 200 kg, czasie lotu 6 godzin przy 50 kg ładunku. Flota francuska posiada trzy takie systemy po 2 szt. dronów. Ale określono potrzebę posiadania dodatkowo 10 takich zestawów do roku 2030 i kolejnych 15 do roku 2035, co zostało ujęte w we francuskim programie rozwoju sił zbrojnych na lata 2024-30.



Rys.116 S-100 na okręcie L'Adroit w 2010, źródło Marine Nationale



Rys.117 Demonstrator VSR700 VTOL na pokładzie fregaty Auvergne 2019 r., źródło: Marine Nationale

Obecnie Marynarka Wojenna zamówiła też dwa demonstratory VSR700 firmy Airbus, drona opartego o lekki śmigłowiec Guimbal Cabri G2 i od dwóch lat trwają pomyślnie ich próby na morzu i nad lądem. Przewiduje się ich wejście do służby w roku 2026 lub 2027. VSR700 posiada całkowitą masę startową 700 kg, udźwig ok. 250 kg, czas lotu 8-10 godzin i zasięg do 185 km. Przeznaczone one będą dla okrętów klasy fregata i wyżej. Dla mniejszych okrętów przewidziano drona Aliaca Evo firmy Airbus. W 2020 roku pozyskano 11 systemów (po 2 szt.) tego typu, zaś w 2023 dokupiono jeszcze 15 systemów, co w roku 2025 powinno flocie francuskiej łącznie dać 26 systemów za sumę 49,7 mln euro. Czas lotu tego drona sięga do 3 godzin przy zasięgu do 50 km lub 6 godzin i 100 km w wersji ER. Co interesujące posiada on funkcje szybowania, co może wydłużyć misję. Masa startowa to 16 kg zaś sam dron może być przygotowany do startu przy pomocy katapulty w 15 minut, a jego lądowanie odbywa się przy pomocy specjalnej siatki.



Rys. 118 Dron Aliaca o napędzie elektrycznym na wyrzutni startowej, źródło: Airbus

Historia dronów podwodnych Francji zaczyna się w 1972, gdy Marynarka Wojenna przyjęła do służby Circé, swój pierwszy autentyczny "niszczyciel min". Podstawą bezzałogowców podwodnych we flocie francuskiej było sześć dronów Alister 9 z możliwością zanurzenia do 200 m, czasem pracy do 20 godzin i prędkością maksymalną 5 węzłów na godzinę.



Rys.119 Dron Alister 9/100 podczas prób zanurzenia w 2013 r., źródło: Marine Nationale

Jednak to wyposażenie określono jako nie wystarczające i już przestarzałe moralnie (nabyte w 2013). Podjęto szereg programów mających na celu nadrobienie dystansu technologicznego w stosunku do innych krajów zajmujących się technologiami podwodnymi. A trzeba pamiętać że Francja ma drugą co do wielkości na Świecie wyłączną strefę ekonomiczną na morzu, zaraz po USA. Oprócz wielu mniejszych projektów określono trzy główne zdolności jakie powinna marynarka wojenna Francji posiąść w najbliższym czasie:

- działania przeciwminowe,
- działania poszukiwawczo-ochronne na dużych głębokościach,
- zdolności myśliwskie podwodnych dronów.

Stąd stworzono odpowiednie programy: System Przeciwdziałania Minom Przyszłości (SLAM-F), program Przyszłej Zdolności Hydrograficznej i Oceanograficznej (CHOF) oraz program myśliwskiego drona (UCUV).
Jeśli chodzi o te dwa ostatnie programy to w ciągu ostatniego roku podpisano dla nich umowy wykonawcze. W 2023 r. Naval Group podpisał umowę ramową na zaprojektowanie, produkcję i testowanie demonstratora Bezzałogowego Bojowego Pojazdu Podwodnego (UCUV).



Rys.120 Demonstrator Bezzałogowego Bojowego Pojazdu Podwodnego (UCUV) firmy Naval Group, źródło: Naval Group

Demonstrator o długości ponad 10 metrów i wadze ponad 10 ton ma umożliwić rozwój technologii takich jak autonomia energetyczna, integracja czujników i autonomicznych zdolności przetwarzania danych, podejmowania decyzji przez drona oraz zdolność do bezpiecznej nawigacji. Potwierdza to zainteresowanie marynarki francuskiej posiadaniem w przyszłości dużych, bezzałogowych podwodnych dronów bojowych (XL-UUV).
Drugą umowę podpisano w październiku ubiegłego roku z firmami Exail i Travocean, która zakłada zakup dronów podwodnych zdolnych do głębokiego się zanurzania nawet do 6000 m. Pierwsza z firm została zobowiązana do zbudowania autonomicznego podwodnego drona (AUV). Będzie on oparty o konstrukcję drona A6K-M przeznaczonego do rozpoznania i obserwacji dna morskiego, a także wrażliwej infrastruktury podwodnej. Kontrakt przewiduje

również integrację i kwalifikację systemu na pokładzie okrętów wsparcia (BSAM) francuskiej marynarki wojennej, a także jego zdolność do transportu powietrznego samolotem A400M.



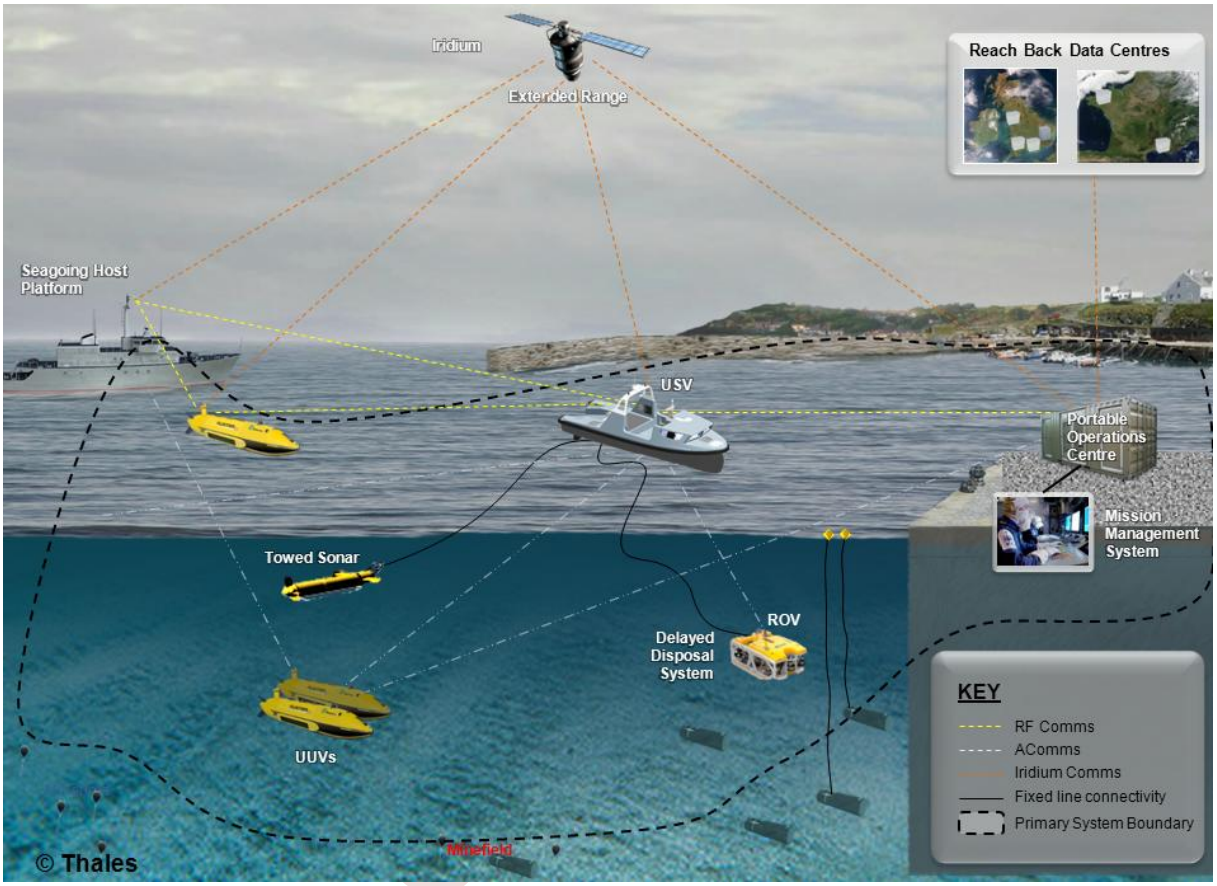
Rys.121 Dron ulyX przed zanurzeniem w okolicach Tuluzy z którego wywodzić się ma konstrukcja A6K-M, źródło: Ifremer

Zadaniem drugiej firmy - Travocean, będzie dostarczenie zdalnie sterowanego robota podwodnego (ROV). Prawdopodobnie będzie on oparty o istniejącego drona ROV-DeepSea z wysokowydajną optyką i szeroką gamą narzędzi. Na końcu warto dodać iż częścią programu CHOF jest też wejście do służby statków hydrograficznych nowej generacji (BH-NG)o wyporności około 3000 ton oraz wycofanie z eksploatacji trzech statków hydrograficznych Lapérouse, Borda i Laplace zbudowanych jeszcze pod koniec lat 80-tych.


Rys.122 Na bazie drona ROV-C firma Travocean opracuje drona ROV dla francuskiej Marine Nationale, źródło: Travocean

Inaczej przebiega program - System Przeciwdziałania Minom Przyszłości (SLAM-F). Start programu nastąpił w 2020 roku. Ten nowy system pozwoli działać okrętom w pewnej odległości od strefy niebezpiecznej. Program obejmuje z jednej strony systemy dronowe składające się z morskich dronów nawodnych i podwodnych, z drugiej zaś również okręty nawodne (okręty walki minowej) oraz odnowiony system przetwarzania danych. Drony będą

wykorzystywane do wykrywania, klasyfikowania, lokalizowania i neutralizowania min na głębokości do 300 metrów. Program ten jest przedmiotem francusko-brytyjskiej współpracy o nazwie MMCM "Maritime Mines Counter Measures". Prace te zostały powierzone firmie OCCAR, a opracowaniem projektu systemu podwodnych robotów zajęła się firma Thales Underwater Systems z podwykonawcami Thales UK, BAE Systems i ECA oraz szeregiem MiŚ firm.



Rys.123 Koncepcja „Maritime Mines Counter Measures". Jakim anachronizmem było wodowanie kolejnych trzech „niszczycieli min" typu Kormoran dla Polskiej Marynarki Wojennej, zamiast „dogłębnie" zdronizować trzy pierwsze jednostki, tym bardziej że wszystkie floty „przechodzą na drony" w zakresie działań minowych (uwaga własna), źródło: Thales

Dzięki programom UCUV, SLAM-F i CHOF Francja jest pionierem w rozwoju zdolności dronów do konkurowania w jednym z nowych obszarów konfliktu – głębinach morskich. 95% wymiany danych na świecie przechodzi przez kable i urządzenia komunikacyjne, które znajdują się na dnie mórz i oceanów, które nie są zabezpieczone przed próbami szpiegostwa lub sabotażu. Przewiduje się iż w/w programy rozpoczną być wdrażane w latach 2027-28.

Warto dodać iż Francuska Marynarka Wojenna realizuje równocześnie szereg mniejszych projektów dronów. Do nich można min. zaliczyć:

- PTD SeaExplorer – program swobodnie dryfujących podwodnych dronów zbierających dane i badających zjawiska meteorologiczne, hydrologiczne, geograficzne oraz oceanograficzne,
- UHV Manta - dron nowej generacji służący do obserwacji i monitoringu dna, zbierający dane oceanograficzne, działający zarówno w położeniu podwodnym i nawodnym,
- Proteus – duża pasywna antena sonaru 2D lub 3D, utworzona przez rój AUV dryfujących w formacji.



Rys.124 Wg producenta dron Manta może poruszać się po wodzie jak i zanurzać się do 6000 m. Źródło: Marine Tech.



Rys.125 Cztery drony SeaExplorer wyłowione przez rumuński statek hydrograficzny Cpt. Cdor Alexandru Cătuneanu, po zakończeniu przez nie misji, 2022 rok, źródło: NavalNews

Drony Lądowe

Zanim zaczniemy omawiać prace nad dronami lądowymi, przedstawimy krótko stan robotów inżynieryjno – saperskich, które już są użytkowane przez siły francuskie. Obecnie na wyposażeniu sił zbrojnych Francji znajdują się roboty inżynieryjno-saperskie: Minirogen wyprodukowany przez ECA Group (około 30 szt. w użytkowaniu 2024), Iquana E – robot usuwający bomby(około 43 szt. 2024), produkowany również przez ECA Group oraz robot SRGr – wielozadaniowa platforma inżynieryjno-obserwacyjna, zbudowana na platformie robota Nerva firmy Nexter.



Rys.126 MINIROGEN – mini robot inżynieryjny, źródło: http://news.abamako.com/

Minirogen to robot o wadze 6,2 kg, prędkości poruszania się 4 km/h, czasie jazdy do 1,5 h który służy głownie do rozpoznania ale też posiada funkcję niszczenia celu. Nieco większy jest od niego robot SRGr, firmy Nexter. O wadze 14 kg (bez zestawu), udźwigu 15 kg, prędkości do 5 km/h i czasie pracy do 6 godzin, służy on głównie do obserwacji, mapowania, wykrywania i usuwania wykrytych przedmiotów. Co ciekawe może on działać na zasadzie „stada” (technologia mesh), gdzie za pomocą jednego tabletu można obserwować obrazy z kilku robotów i operować nimi naprzemiennie.



Rys.127 Robot Iquana E, źródło: Ministère de la Défense

Innego rodzaju robotem jest Iquana E ważąca 52 kg. Iquana to przenośny pojazd bezzałogowy do specjalistycznej interwencji. Generalnie jego obsługa powinna składac się z dwóch operatorów. Jego ramię robotyczne, może być wyposażone w obszerny zestaw narzędzi (systemy rentgenowskie, systemy zakłucania, lasery itp.), oferuje możliwości wielozadaniowe. Sam robot jest zwrotny, wąski, korzysta z dużego prześwitu nad przeszkodami (do 60 cm) i może pracować w bardzo ciasnych przestrzeniach.

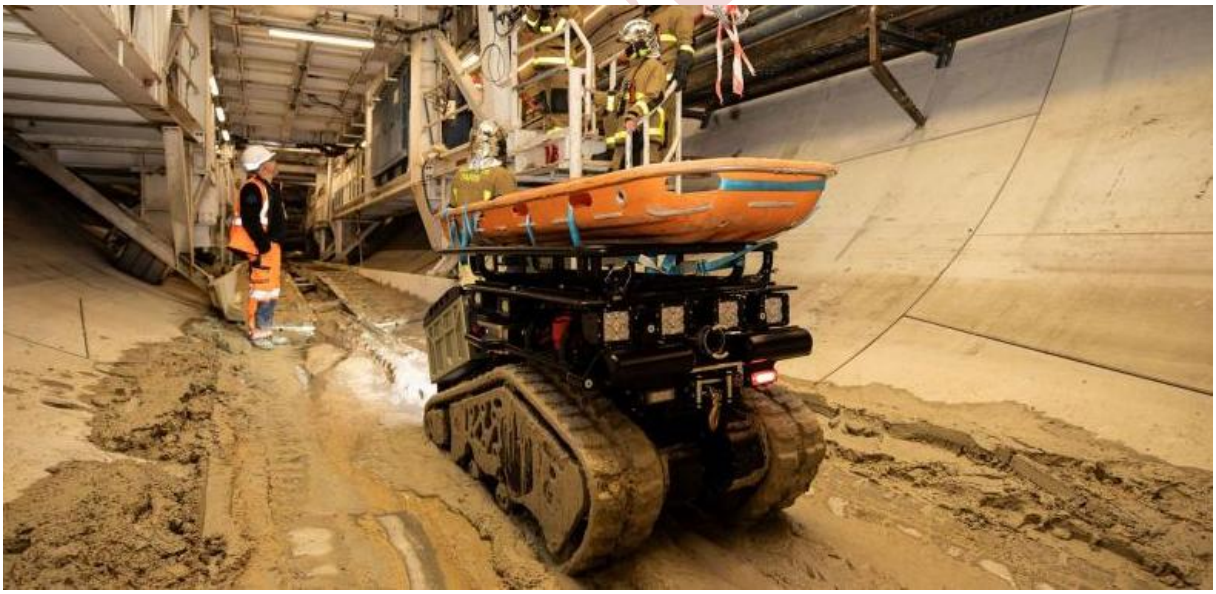


Rys.128 Lądowy System Robotyczny SRGr, źródło: Armee de Terre

Kolejnym ciekawym robotem jest SRGr. Może on występować w trzech konfiguracja (SRPe, SRMo i SRGr), jako robot obserwacyjny, saperski oraz ze zdolnością mapowania, ale działający z tym samym oprogramowaniem i wspólnym tabletem do tele - operacji. SRGr działa w ramach tak zwanej sieci "mesh", która pozwala z jednego tabletu zdalnego sterowania odbierać obrazy i filmy ze wszystkich robotów w tej samej sieci i przejmować nad nimi kontrolę naprzemiennie. Waży on 14 kg (bez zestawu), może działać do 6h, poruszać się z prędkością 5 km/h oraz unieść wyposażenie o wadze 15 kg.
Jednak największym robotem rozminowującym nabytym przez armię francuską jest SDZ (Système de Dépollution de Zone)od firmy CEFA. W 2018 francuskie MON (Ministère de la Défense), nabyło około 10-12 sztuk tych maszyn. Jest to zdalnie sterowany robot do rozminowywania i dekontaminacji o 100% skuteczności (miny przeciwpiechotne i przeciwczołgowe). Może być zdalnie sterowany z pojazdu lub też z poza niego. Można go wyposażyć w różnego rodzaju zestawy narzędzi jak: lemiesz, koparko-ładowarka, łycha, glebo-gryzarka czy spych. Zatem może też pełnić rolę wozu inżynieryjnego. Waga całego pojazdu waha się od 9,5 tony do 12,5 tony (w zależności od wyposażenia). Co ciekawe, w 2023 roku, firma CEFA podpisała kontrakt na dostawę 8 robotów rozminowujących SDZ na Ukrainę. Być może dostarczono ich więcej. Na koniec omówienia robotów będących na wyposażeniu pododdziałów inżynieryjno-saperskich francuskiej armii, warto wspomnieć jeszcze o wielozadaniowym robocie Système Robotisé MO firmy KNDS France. Robot ten jest przeznaczony do misji zwiadowczych, rozminowywania, logistycznych czy zabezpieczenia. Posiada zdolność pracy do dwóch godzin, w zasięgu do 1 km, porusza się z prędkością 13 km/h i waży 5 kg . Nie jest jasne ile i kiedy nabyła armia francuska te roboty.



Rys.129 SDZ przygotowany do wysyłki na Ukrainę, źródło: firma CEFA


Rys. 130 Système Robotisé MO firmy KNDS France, źródło: Ministere des Armees.

Dodatkowym impulsem rozwoju robotów inżynieryjno – saperskich we Francji stały się doświadczenia letniej ukraińskiej ofensywy w 2023 roku na Zaporożu. Stąd w ubiegłym roku został ogłoszony Program ROBIN (ciężkie roboty do otwierania przejść przez saperów w przeszkodach inżynieryjno-minowych). Pozyskany za pośrednictwem programu ROBIN system będzie przeznaczony do współpracy z przyszłościowym wozem wsparcia inżynieryjno-saperskiego (EGC). Do konkursu przygotowują się co najmniej trzy firmy, w tym KNDS France i SERA Ingénierie (z pojazdem Serval i robotaem Phobos), CNIM Systèmes Industriels z robotem ROCUS opartym na platformie THeMIS estońskiej firmy Milrem. Prawdopodobnie w konkursie weźmie też robot trałujący (Robotic Sensitive Minesweeper - RSM) służący do wykrywania min przeciwpiechotnych poprzez mechaniczne sondowanie i wspomaganie

identyfikacji przez sztuczną inteligencję, opracowany przez SAS CAPACITIES, spółkę zależną Uniwersytetu w Nantes.



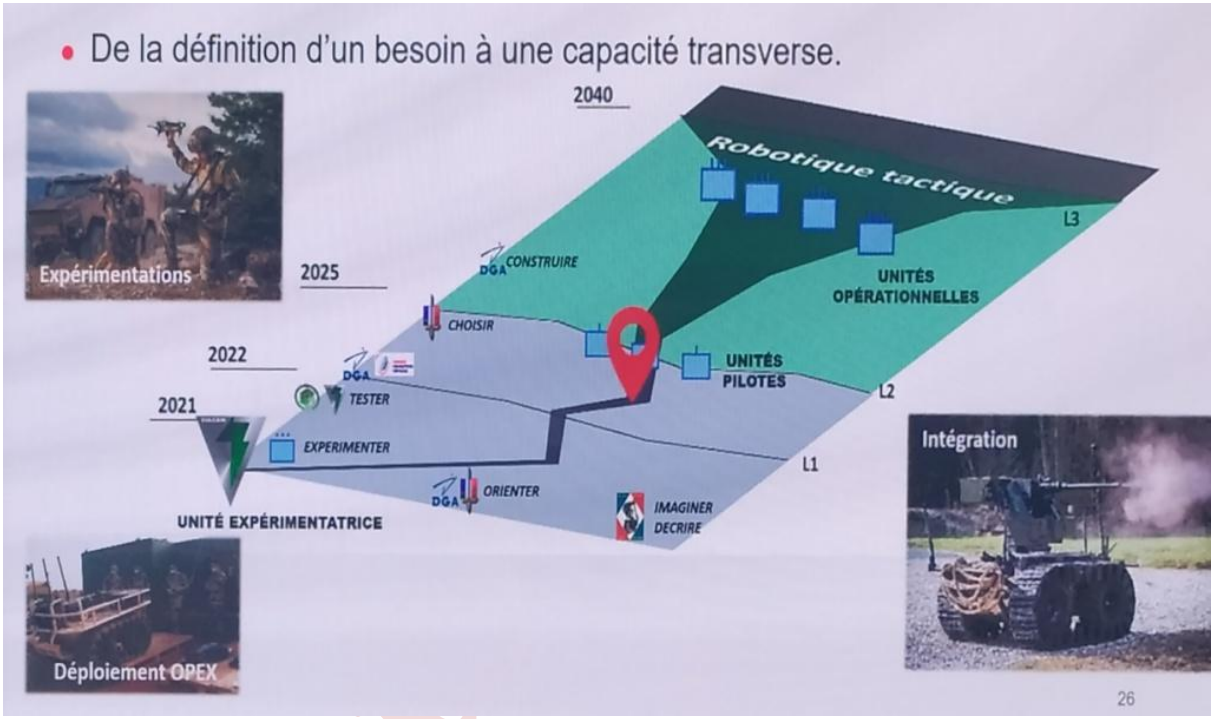
Rys.131 Demonstrator RSM na VivaTech 2023, źródło: ministère des Armées

Jak już wspomnieliśmy osobny rozwój we francuskich siłach zbrojnych przeszły drony lądowe. Dla Francji priorytetem stały się roboty wielkości 2-3 tony. Uznano iż tej wielkości platformy są o wystarczającym udźwigu aby integrować na nich różnego rodzaju uzbrojenie lub wyposażenie a jednocześnie aby utrzymały mobilność poruszania się po trudnym terenie. W 2018 roku Francja uruchomiła program Furious (FUturs systèmes Robotiques Innovants en tant qu'OUtilS), prowadzony przez Safran Electronics & Defense. Celem tego programu było opracowanie robotów zdolnych do samodzielnego rozpoznawania terenu i transportu sprzętu. Firma opracowała koncepcję modułowej architektury dla autonomicznej obsługi dowolnej platformy lądowej — załogowej lub bezzałogowej. Pod koniec 2021 roku firma przeprowadziła próby terenowe na trzech różnych platformach lądowych z tą architekturą.



Rys. 132 Trzy platformy lądowe biorące udział w projekcie Furious, przeprowadzanego przez firmę Sagem, źródło: Sagem.

Po tym procesie w 2022 Safran dostał trzyletnią opcjonalna umowę na optymalizację architektury w/w projektu poprzez zwiększenie niezawodności autonomicznych funkcji, w bardziej złożonych i niestabilnych środowiskach, min. – śledzenia punktów przejścia, odtwarzania trajektorii poruszania się, monitorowania działań jednostek sojuszniczych i autonomicznego naprowadzania na cel. Wyniki projektu Furious położyły solidne podstawy technologiczne dla przyszłych programów robotów. Można powiedzieć iż projekt stał się kamieniem milowym programu rozwojowego francuskich UGV. Sam projekt Furious został poprowadzony wg umownego mechanizmu znanego jako "OASIS", w ramach którego Dyrekcja ds. Zakupu Uzbrojenia (direction générale de l'Armement – DGA) powierza część zarządzania projektem jednemu lub kilku producentom.



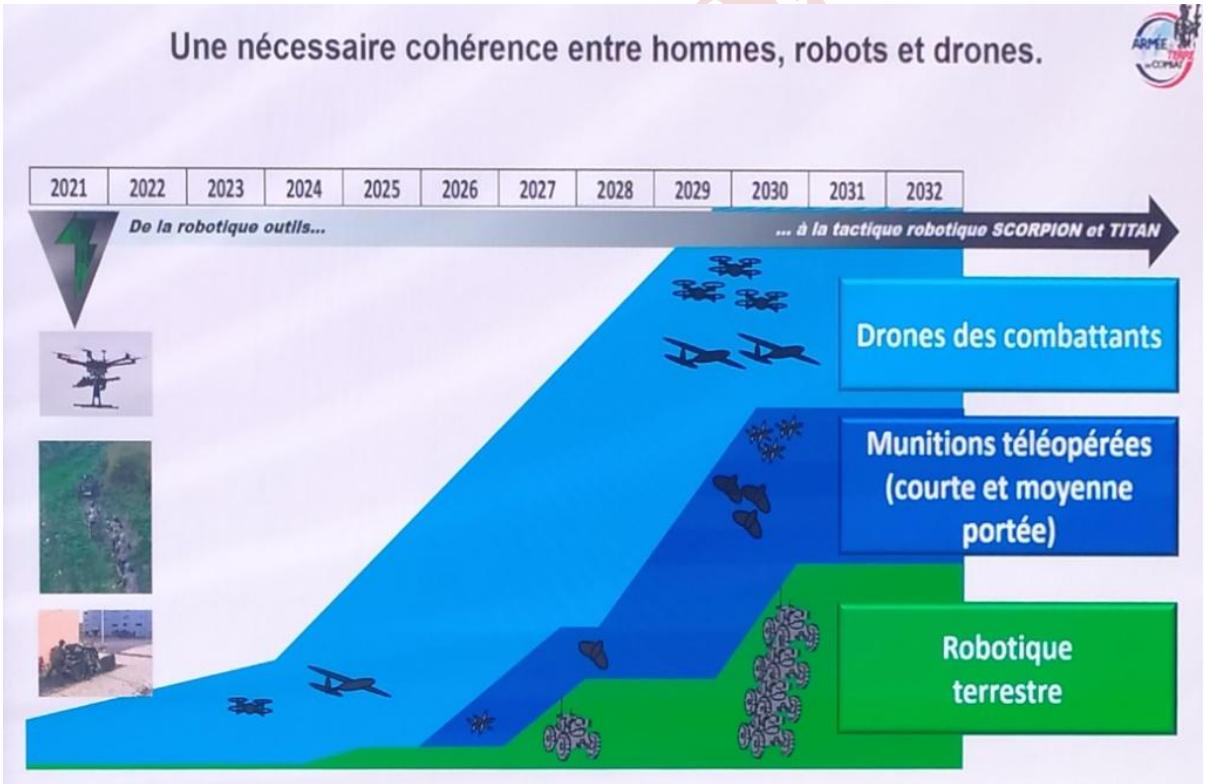
Rys.133 Szkic rozwoju programu Vulcan do 2040 roku, jak widać 2025 rok ma być rokiem przełomu i (źródło therestlesstechnophile.com)

Aby ukierunkować prace i przejść od eksperymentów do rzeczywistego wykorzystania dronów lądowych w siłach zbrojnych, Sztab Generalny Armii opracował w 2021 r. projekt VULCAIN. Dla jego realizacji na początku została stworzona mała sekcja robotyki składająca się z oficera, dwóch podoficerów oraz 10 specjalistów wojskowych. Chociaż armia nie pozyskała dużej liczby robotów, to już wcześniej rozpoczęła proces eksperymentalny, m.in. wysyłając drony lądowe „Robopex" do Mali, przeznaczone głównie do celów logistycznych czy zlecając firmie Sagem przeprowadzanie w/w programu Furious. To dało podstawy do stworzenia programu VULCAIN. Projekt koncentruje się na zautomatyzowanych systemach przyszłości, a jego ambicją jest zidentyfikowanie przyszłych przełomów operacyjnych, na które pozwoliłaby taktyka robotyczna, przy jednoczesnym wdrożeniu podejścia do ich kontroli. W tym celu stworzono mapę działań w ramach której zidentyfikowano kluczowe rozwiązania techniczne i odrzucono rozwiązania nieefektywne lub takie, które nie zapewniłyby wystarczająco silnej przewagi taktycznej. Projekt VULCAIN ma na celu opracowanie integracji robotów UGV i UAV oraz sztucznej inteligencji na polu bitwy do 2040 roku. Program przewiduje stworzenie pierwszej eksperymentalnej jednostki robotycznej - sekcji Vulcain, która będzie umieszczona w Centrum Szkoleniowym w Terenie Zurbanizowanym (Centre d'entraînement aux actions en zone urbaine – CENZUB).

Planowana jednostka eksperymentalna ma stać się jedną z kompanii 94 Pułku Piechoty, który jest elementem składowym CENZUB.
W roku 2024 w/w program został zaktualizowany i ma opierać się na czterech głównych zagadnieniach:

- opracować etyczną formę autonomii działania, szczególnie robotów uzbrojonych,
- utrzymać nadzór człowieka nad rozwojem i użyciem robotów,
- rozwiązania w programie powinny być technicznie i finansowo wykonalne,
- program ma być spójny z innymi programami sił zbrojnych jak Skorpion (Scorpion), a następnie Tytan (Titan), zaś docelowo współdziałać z dronami powietrznymi i AI.

VULCAIN przewiduje stopniową rozbudowę sił dronów lądowych, wraz z pozyskiwaniem nowych doświadczeń oraz rozwoju możliwości technologicznych przemysłu. Planuje się wprowadzenie prototypów dronów lądowych już w roku 2025, a wdrożenie jego ma przebiegać w dwóch etapach; do 2027 gdzie będzie on wdrażany w wybranych jednostkach operacyjnych oraz do 2030 roku, gdzie ma powstać pierwsza operacyjna jednostka korzystająca w pełni z osiągnięć programu w tym doświadczeń z CENZUB.
Równolegle do programu VULCAIN istnieją inne programy specjalistycznych robotów (np. rozminowywania Robin, o czym niżej) oraz rozwijane są drony powietrzne w przyszłości mające współpracować z VULCAIN. Plan konwergencji BSP oraz dronów lądowych oraz operowania ich w roju przewiduje osiągnięcie tej technologii już w roku 2030.



Rys.134 Plan konwergencji dronów lądowych i powietrznych w jeden system w ramach przejścia programu Scorpion w program Tytan (źródło therestlesstechnophile.com)

30 grudnia 2024 działania w zakresie prac nad UGV dla francuskiej armii znacząco przyspieszyły i chyba należy mówić iż osiągnęły punkt zwrotny. W tym dniu DGA powiadomiła KNDS France i Safran Electronics & Defense o umowie ramowej DROIDE w dziedzinie robotyki lądowej, jaką zamierza zawrzeć z tymi dwoma podmiotami. Wartość umowy szacuje się na kilkadziesiąt mln euro! Dla porównania, zakład robotyki KNDS generuje roczne obroty w wysokości od 4 do 5 milionów euro. Ta 7-letnia umowa ramowa umożliwić ma zbadanie

technologii niezbędnych do zaspokojenia potrzeb francuskich WL w zakresie robotyki lądowej do lat 2030–2035 r. oraz opracowanie dojrzałych technologii niezbędnych dla naziemnych platform UGV działających na polu walki. Umowa przewiduje również zaangażowanie partnerów zewnętrznych, którzy zaprezentują swoje innowacje. Wg DGA jest to niezbędne aby mieć przegląd całości rynku UGV, ze szczególnym uwzględnieniem rynku francuskiego.
Umowa DROIDE przewiduje głównie badania i rozwój w dwóch obszarach: mobilności oraz uzbrojenia. Projekt na chwilę obecną nie przewiduje prac nad rojem dronów, wręcz przeciwnie, zakłada iż sterowaniem robotów powinien się zajmować więcej niż jeden operator. Kwestia autonomii i użycia AI, ma mieć zasadnicze znaczenie. Z tym iż ma nastąpić podział na zadania które będą delegowane AI i na te które pozostaną przy człowieku.
De facto działania w projekcie firm KNDS i Safran będą się uzupełniać. Pierwsza z nich specjalizuje się w opanowaniu globalnej architektury, platform i uzbrojenia. Druga to temat czujników, jednostek inercyjnych i innych elementów składowych niezbędnych do modelowania środowiska i nawigacji bez GPS. Podstawową ideą DROIDE jest gra zespołowa i zwiększanie umiejętności całego sektora poprzez angażowanie innych graczy, głównie start-upów i MiŚ, którzy są źródłem innowacyjnych rozwiązań. Sama umowa, jak przypadku projektu Furious, jest częścią mechanizmu "OASIS", w ramach którego DGA powierza część zarządzania projektem producentom. DROIDE tak naprawdę ruszy na przełomie 2025-2026 r. wraz z dostarczeniem konkretnych rozwiązań w postaci sprzętu, który pozwoli wojsku na prowadzenie działań w terenie.

Trzeba w tym miejscu zaznaczyć iż prace nad UGV trwały we Francji już wcześniej. I tak platforma preferowaną przez KNDS będzie robot CENTURIO X20 opracowany we współpracy z estońska firmą Milrem, uzbrojony w zdalnie sterowaną wieżyczkę ARX20 i zaprojektowany we współpracy z firmą SERA Ingénierie (SOGECLAIR). Nie wyklucza się też użycia wieżyczki T1 firmy Arquus. UGV zanim trafi do sił francuskich przejdzie chrzest bojowy na Ukrainie.



Rys.135 Próby prototypu robota lądowego Centurio firmy KNDS France (źródło Nexter-KNDS)

Sterowanie CENTURIO X20 odbywa się za pomocą szyfrowanego łącza radiowego, o zasięgu przekracza 5-7 km. Dodatkowo, pojazd ma funkcje autonomicznej jazdy, dzięki zastosowaniu systemu kamer o zakresie 360 stopni oraz opcjonalnym czujnikom laserowo-radarowym 3D LIDAR i noktowizyjnym i dziennym kamerom dodatkowym. Pojazd zasilany jest silnikiem diesla, napędzanym paliwem JP8 i rozpędza się do 45 km/h. Jego waga to ok. 2900 kg. W międzyczasie opracowano też wersję UGV CENTURIO X30 z działkiem 30 mm - 30M781MPG.

Jeśli chodzi o Safran to od dawna współpracuje on z firmą UNAC, która wykorzystując platformę RIDER, zaproponowała jej bezzałogową wersję. RIDER (Rapide Intervention Droppable Equipment for Raiders) to załogowy pojazd zamówiony w 2017 rok przez DGA, który wszedł na wyposażenie jednostek powietrzno-desantowych. Został on przystosowany do zrzutu z samolotu, holowania przyczepki z udźwigiem 400 km lub moździerza oraz uzbrojony w dwa km 7,62 mm. UNAC we współpracy z Safranem opracował „zrobotyzowaną" wersje RIDERA z udźwigiem do 800 kg.



Rys.135 Wersja bezzałogowa pojazdu RIDER na Eurostatorach w 2024 r., źródło UNAC.

Oczywiście nie jest pewne iż któraś z wersji będzie w przyszłości seryjnie zakupywanym robotem przez siły francuskie, gdyż obecnie we Francji trwają intensywne prace nad innymi robotami naziemnymi, które w przyszłości mogą się stać się uniwersalną platformą dla wojsk lądowych. Z tym iż nie jest jasne czy będzie to jedna platforma czy wiele platform, dobranych do poszczególnych zadań. Program DROIDE jest programem ramowych i ostateczne decyzje w zakresie wyboru uzbrojenia i platformy lądowej do niego jeszcze nie zostały podjęte. Dlatego też francuski przemysł zbrojeniowy, wspierany przez Państwo, licząc na przyszłe zamówienia, przygotował i opracował szeroką gamę robotów lądowych o maksymalnym obciążeniu 2-3 ton, o czym niżej.
Podobnie sprawa dotyczy uzbrojenia, które planuje się montować na dronach lądowych. Jako uzbrojenie pokładowe rozważa się WKM 12,7 mm, jak i działko 20 mm lub nawet działko działo 30 mm (30×113). Zatem siły zbrojne Francji mają szeroki wybór robotów lądowych do eksperymentowania i ostatecznego wyboru platformy jak i jej uzbrojenia. Mimo iż

współpracą zainteresowane są zagraniczne podmioty to raczej przewiduje się iż na wyposażenie armii francuskiej wejdą francuskie konstrukcje. Poniżej przedstawiono tabelę prezentującą roboty lądowe, które na rok 2025 mają duże szanse na wdrożenie do służby we francuskich siłach lądowych, bądź są/były już testowane w tym kierunku.

zdjęcie	nazwa	producent	szerokość x długość	maks. waga	ładunek	napęd
	Phobos	Sogeclair	1.9 x 3.5m	2.8t	1t	spalinowy
	Ultro	KNDS France	1.3 x 2.0m	1.4t	0.6t	elektryczny
	Drailer	Arquus	1.6 x 2.45m	1.6t	0.7t	elektryczny (opcjonalnie hybryda)
	Rider robotise	UNAC & Safran	1.55 x 2.6m	2.6t	0.9t	spalinowy
	Fardier Mk II	Soframe & Exail	1.8 x 4.3m	3.5t	1t	spalinowy
	Barakuda	Shark robotics	1,2 x 1,6 m	1,2 t	0,5t	elektryczny

Rys.136 Tabela z wybranymi typami francuskich dronów lądowych, źródło: therestlesstechnophile.com

Jak wspomniano trudno obecnie określić jaki typ robota wsparcia ogniowego piechoty wybiorą siły zbrojne Francji, bo niemal co roku pojawiają się nowe modele robotów lądowych, takie jak VARAN (Véhicule Autonome de Reconnaissance, d'Action et de Neutralisation) firmy Thales, o którym nie wiele wiadomo. Nie wykluczone też iż Francuzi sięgną po zagraniczne konstrukcje takie jak Themis estońskiej firmy Milrem z którą już KNDS France współpracuje, czy Izraelski Probot firmy Roboteam.
Na razie przewiduje się iż dostawy pierwszych dronów w ramach projektu DROIDE, nastąpią na przełomie roku 2025/26. Po tym nastąpi około dwuletni „okres dojrzewania" konstrukcji. Oczekuje się że po nim projekt wejdzie w fazę realizacji i około 2027-2028 zostanie złożone zamówienie na około 50-100 platform. Oczywiście mogą też nastapić problemy ze skala produkcji. Dla przykładu firma SOGECLAIR, współpracująca z KNDS posiada obecnie możliwość wyprodukowania zaledwie 10 do 30 platform rocznie.
Trzeba też dodać iż francuski przemysł (np. KNDS) pracuje również nad cięższymi platformami (np. 30 t.), które są powiązane z programem systemu walki lądowej MGCS.

Konkludując: francuskie siły zbrojne mają wieloletni plan badań, eksperymentowania, szkolenia oraz zakupów dronów lądowych. Programy te są wspierane technologicznie przez francuski przemysł obronny oraz przemysł podwójnego zastosowania. Trzeba dodać iż są to programy priorytetowe, z zapewnionym finansowaniem przez francuski MON, co potwierdza

ustawa o francuskim Planie Modernizacji Technicznej wojska (La loi de programmation militaire - LPM) na lata 2024-2030, która przewiduje wydatki na drony w wysokości ponad 5 mld euro (załącznik 8).



Rys. 137 UGV VARAN firmy Thales, robot o którym nie wiele wiadomo i rzadko są publikowane jego zdjęcia, źródło: Thales

Dzięki współdziałaniu na linii: MON-jednostki wojskowe-przemysł, francuskiemu przemysłowi dronowemu udało się w ostatnim czasie wdrożyć szereg znaczących innowacji i opanować wiele najnowocześniejszych technologii. Najnowsze osiągnięcia obejmują:

- Napęd za pomocą mini-reaktora, zilustrowany przez Veloce 330 firmy Eos Technologie, który stawia Francję w światowej czołówce w tej dziedzinie,
- Rozwój dronów o dużej prędkości, z kilkoma start-upami pracującymi nad modelami zdolnymi do osiągania prędkości 400 km/h, (to samo było prezentowane Agencji Uzbrojenia w Polsce przez nasze firmy),
- Integracja systemów sztucznej inteligencji w celu poprawy autonomii i podejmowania decyzji przez drony,
- Konstrukcja modułowych i adaptowalnych dronów, pozwalająca na większą elastyczność w misjach,
- Pierwsze loty BSP w rojach, pod konkretne wymagania wojska.

W ciągu najbliższych lat należy się spodziewać powołania pierwszych operacyjnych jednostek wojskowych mających roboty lądowe jako etatowe wyposażenie i co raczej pewne, integracje ich w jeden system z dronami powietrznymi. Charakterystycznym podejściem francuskiego Sztabu Generalnego (odwrotnego niż w Polsce) nie jest zakup czy opracowanie pojedynczego typu robota czy systemu ale jego docelowe zintegrowanie z większymi, kompleksowymi programami wojsk zmechanizowanych jak Scorpion (modernizacja systemu informacyjnego łączącego w sieć wszystkie grupy bojowe połączonych sił zbrojnych operujących na wozach: Griffon, Jaguar, Serwal oraz obecnie czołgach Leclerc) czy Titan (rozszerzenie Scorpiona o domenę powietrzną, artylerię i nowy ciężki sprzęt). To spowoduje że wojska lądowe Francji będą funkcjonować w jednym połączonym systemie którego częścią

będą drony. I to nie tylko drony lądowe ale też powietrzne a nawet morskie. W roku 2024 Francja posiada już ponad 2000 wojskowych wszystkich rodzajów dronów, zaś realizacja zamówień do roku 2025 powinna zwiększyć ich liczbę do ponad 3000 (nie licząc FPV).

Mimo to tempo oraz problemy we wdrażaniu nie zadawalają czynników wojskowych ani też MON Francji. Stąd w 2024 r. nastąpiła dalsza zmiana w krajobrazie produkcji dronów wojskowych we Francji, naznaczona znacznymi inwestycjami a przede wszystkim silną wolą polityczną do rozwoju konkurencyjnego przemysłu krajowego (czego kompletnie brak w Polsce). Konflikt na Ukrainie uwypuklił kluczowe znaczenie dronów w operacjach wojskowych, działających jako prawdziwe "game-changery" na polu bitwy. Świadomość ta skłoniła Francję do ponownego przemyślenia strategii pozyskiwania i rozwoju dronów wojskowych, zwłaszcza w kategorii bezpilotowych statków powietrznych o masie poniżej 150 kg . W czerwcu 2024 r. francuski minister sił zbrojnych Sébastien Lecornu podpisał historyczny "Pakt dronowy" (o czym niżej) z francuską branżą dronów. Inicjatywa ta, ma na celu rozwój obecnie rozdrobnionego francuskiego sektora przemysłu technologii podwójnego zastosowania, składającego się głównie z małych, odizolowanych podmiotów. Cel jest dwojaki: pobudzenie innowacji i przyspieszenie produkcji dronów wojskowych, aby sprostać rosnącym potrzebom francuskich sił zbrojnych. Przypomnijmy, w roku 2023 Parlament francuski zatwierdził nowy LPM na lata 2024-2030 na kwotę 413,3 mld euro, który przewiduje wydatkowanie na rozwój oraz zakupy dronów ponad 5 mld euro.



Rys.138 Platforma OPTIO X20, oparta na UGV THeMIS, opracowana przez KNDS we współpracy z firmą Milrem. Dzięki prześwitowi od 40 do 60 cm i sile uciągu 1100 kg OPTIO X20 oferuje doskonałą zwrotność i manewrowość. W konfiguracji hybrydowej może działać autonomicznie przez 8 do 10 godzin, a jego tryb elektryczny zapewnia autonomię od 30 minut do półtorej godziny. Waży 1700 kg w konfiguracji bojowej i może przenosić maksymalny ładunek 750 kg, nie licząc wieży. źródło: Face Book.

Szkolenia

Wraz z pozyskiwaniem nowych dronów siły zbrojne Francji stanęły przed problemem przeszkolenia odpowiedniej ilości żołnierzy zarówno do lotów na dronach jak i do ich obsługi technicznej. Historycznie rzecz biorąc, szkolenie operatorów dronów rozpoczęło się w 1964 roku wraz z pojawieniem się R20, ale w tamtym czasie dotyczyło to tylko bardzo małej grupy żołnierzy i przeszkoleniem jej zajął się producent. Sytuację zmieniło pojawienie się w 1981 roku systemów CL-89 a potem CL-289. Systemy te weszły na wyposażenie 7 pułku Artylerii w Nevers i stanowiły aż połowę jego wyposażenia. Stąd zapadła decyzja o stworzeniu Centrum Szkolenia dla systemów bezzałogowych (centre d'instruction système d'armes - CISA). Początkowo centrum to obejmowało tylko szkolenie 7 pułku ale w roku 2008 zapadła decyzja o jego reorganizacji, otwarcia szkolenia dla wszystkich jednostek i przeniesieniu do 61 pułku, gdzie na jego podstawie stworzono Centrum Szkoleniowe (centre de formation délégué - CFD). Służyło ono nie tylko jednostkom wojskowym ale też wywiadowi i rozpoznaniu. Jednak rosnące „udronowienie" armii w różnego rodzaju drony spowodowało iż de facto CFD zajmowało się szkoleniem wszystkich jednostek wojskowych, co czego nie było stworzone. W roku 2019 ponownie zreformowano CFD, zabierając z niego szkolenie innych rodzajów wojsk niż wojska lądowe. Zmieniono też nazwę na Centrum Szkolenia Dronowego Wojsk Lądowych (Centre de formation drones de l'armée de Terre − CFD-AT). Kolejna zmiana nastąpiła w roku 2023, gdzie powołano Szkołę Dronów (Ecole des drones - EDD). W roku 2025 planuje się przeniesienie podległości EDD z 61 pułk pod Dowództwo Głębokich Działań i Wywiadu .



Rys. 139 Symulator lotu dronem w szkole Chaumont, źródło: Service d'information et de relations publiques de l'armée de terre

Szkoła znajduje się w bazie lotniczej Chaumont-Semoutiers, gdzie stacjonuje 61 pułk artylerii. Generalnie skierowana jest na szkolenie wojskowych specjalistów, ale też w ramach porozumień międzyresortowych szkoli specjalistów cywilnych a także operatorów ONZ czy innych międzynarodowych organizacji. Kursy szkoleniowe trwają od tygodnia nawet do dwóch lat, dla bardziej zaawansowanych dronów i zadań.

Szkoła posiada następującą strukturę:

- grupa dowodzenia;
- biuro studiów i perspektyw;
- programowanie, inżynieria, biuro kontroli jakości
- wydział ds. szkoleń, w skład której wchodzą:
  - sekcja ogólnego szkolenia dronów;
  - sekcja szkolenia w środowisku lotniczym;
  - dwie sekcje mikrodronów;
  - sekcja dronów taktycznych (w tym FPV).

Przeciętne szkolenie pilota drona obejmuje pięć zagadnień:

- środowisko powietrzne, gdzie zaznajamia się kursantów z obowiązującymi przepisami lotnictwa oraz ruchu powietrznego cywilnego i wojskowego,
- środowisko działań połączonych sił zbrojnych w celu zapewnienia koordynacji działań wszystkich podmiotów na polu walki w trzecim wymiarze,
- techniczne zagadnienia związane z eksploatacją i naprawą drona,
- zastosowanie optyki,
- konserwacja dronów (jest mniej lub bardziej skomplikowana w zależności od drona).

Typ drona	Czas trwania szkolenia	Treści szkoleniowe
Mikro i nano-drony	1 tydzień lub 2 tygodnie ze specjalizacją (taktyka/wywiad/artyleria)	1 tydzień szkolenia pilotażu zdalnie, ewentualnie dodatkowo tydzień specjalistyczny. Szkolenie prowadzone w pułkach przez referentów instrukcji dronów (RID) - ci ostatni mają bardziej kompletne szkolenie trwające 5 tygodni.
Mini dron	4 tygodnie lub 5 tygodni z modułem specjalistycznym (taktyka / wywiad / artyleria)	4 tygodnie szkolenia z pilotażu zdalnego sterowania 1 tydzień specjalizacji.
Dron taktyczny	8 miesięcy	15 tygodni na część pilotażową dla LAPL – licencja pilota lekkich statków powietrznych. 1 tydzień akulturacji 3D 10 tygodni służby/szkolenia taktycznego w CFD w 61.

Rys.140 Cykle szkoleniowe w CFD w roku 2021, źródło Sztab Generalny Armii Francuskiej

W szkole można odbyć 47 różnego rodzaju technicznych i taktycznych kursów szkoleniowych. Niektóre z nich są zdecentralizowane w oddelegowanych centrach szkoleniowych, z osobami referencyjnymi ds. specjalistycznego szkolenia w konkretnych jednostkach wojskowych, a także z partnerami zewnętrznymi. W tym ostatnim przypadku EDD może liczyć też na instruktorów z różnych środowisk, także z cywilnych (przemysłowych) czy naukowych.



Rys.141 Widok EDD z powietrza, źródło: Google Maps

W szkoleniu duży nacisk kładzie się też na „interoperacyjność" szkolenia, szczególnie instruktorów. Chodzi o to aby oni zapoznawali się ze specyfiką działań dronowych różnych rodzajów wojsk: saperów, artylerzystów, piechoty zmechanizowanej, logistyki itp., tak aby po przybyciu do jednostki mogli pełnić rolę instruktorów dla różnego rodzaju pododdziałów. Szacuje się że szkołę EDD opuszcza rocznie ponad 1000 kursantów (dane za 2023). Planuje się aby EDD w obecnym roku włączyć do 19. brygady artylerii Dowództwa Głębokich Działań i Wywiadu, która zostanie utworzona w Lyonie.

W 2015 roku otworzono Centrum Inicjacji i Szkolenia Załóg Dronów (Centre d'initiation et de formation des équipages drones - CIFED) przy Szkole Lotnictwa i Kosmosu (École de l'Air et l'Espace – EAE). Warto zaznaczyć iż szkoła ta ma status uczelni i poza badaniami zajmuje się też cywilnym szkoleniem. CIFED jest de facto szkołą obsługującą Siły Powietrzne i Kosmiczne Francji ale też wojska powietrzno-desantowe, siły specjalne czy operatorów lotniczych (J-TAC). Kursy prowadzone są w trzech zakresach:

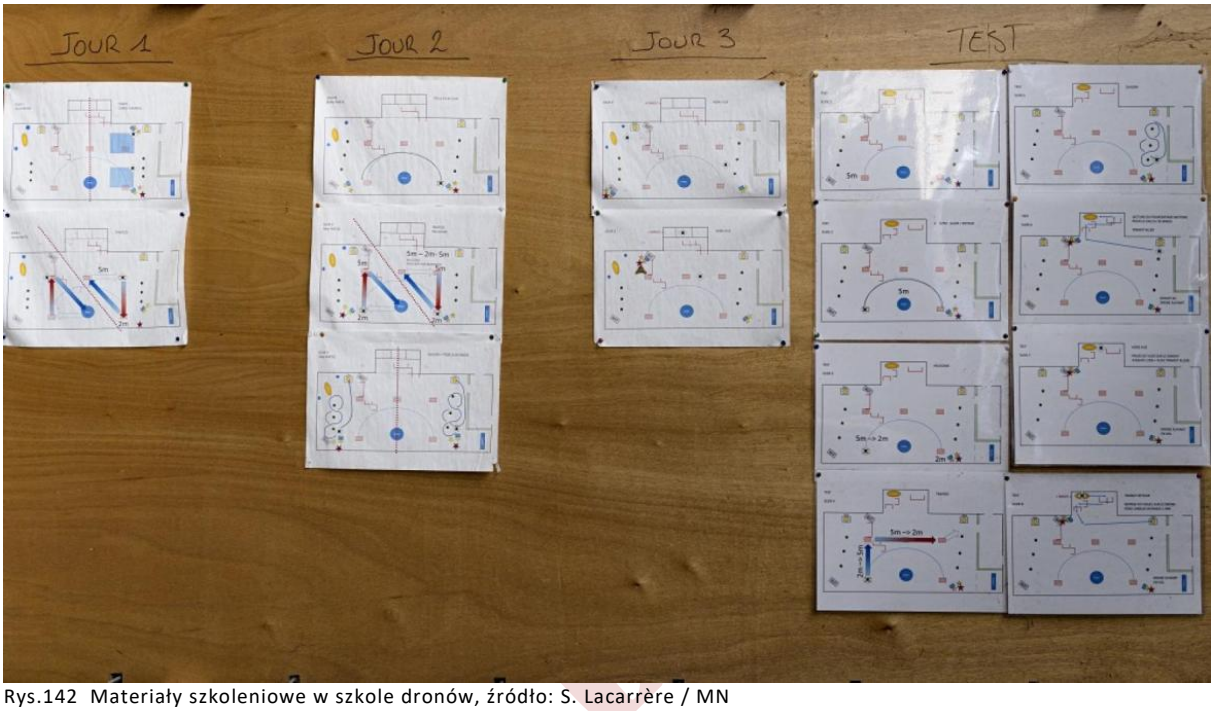
- szkolenie pilotów i operatorów wszystkich dronów wojskowych,
- szkolenie na systemach anty dronowych oraz badania nad taktyką dronową i anty dronową, poprzez tworzenie krótkiej i efektownej pętli pomiędzy szkoleniami, badaniami i zastosowaniem w terenie, przy współpracy cywilnych podmiotów,
- analizowanie doświadczenia operacyjnego mini dronów i systemów anty dronowych, stwarzanie regulaminów, zaleceń regulacyjnych i doktrynalnych, określanie nowych zdolności technologicznych.

Szkolenie w locie dronem MALE trwa przeważnie od 8 do 12 miesięcy. Szkoła zapewnia wszystkie kursy wstępne. Szkolenie może mieć charakter akademicki, lotniczy i wojskowy. Każdy z kursantów odbywa szkolenie teoretyczne i praktyczne na szybowcach i lekkich samolotach Cirrus SR20. Szczególnie dotyczy to oficerów mających latać operacyjnie na dronach MALE. Następnie przydzielani są oni do eskadry dronów 1/33 Belfort, gdzie kontynuują loty w rzeczywistych warunkach lub/i na standardowym symulatorze Block 1.

Kolejną szkołą pilotów dronów, jest szkoła francuskiej marynarki wojennej która została otwarta we wrześniu 2019 roku. Znajduje się w bazie lotnictwa morskiego Lann-Bihoué (Morbihan). W roku 2023 szkołę ukończyło około 400 kursantów. Przez dwa tygodnie marynarze przechodzą tam intensywne szkolenie teoretyczne i praktyczne z zakresu: bezpieczeństwo lotnicze i ruch powietrzny, przepisy dla dronów wojskowych, zarządzanie

DRAFT

ryzykiem, technika (aeronautyka, aerodynamika), pogoda. Wykonują również symulowane i rzeczywiste loty. Po tym szkoleniu operatorzy dronów przechodzą szkolenie taktyczne adekwatne do typu na którym odbyło się szkolenie jak i przewidywanych zadań w swojej jednostce. Są też wyspecjalizowane drony (w tym podwodne) lub takich dla których nie przewiduje się zakupów w większych ilościach, gdzie szkolenie prowadzą producenci (np. producent S-100 firmy Schiebel).



Rys.142 Materiały szkoleniowe w szkole dronów, źródło: S. Lacarrère / MN

Należy też wspomnieć iż od 2021 roku w szkole w Saint-Cyr Coëtquidan regularnie prowadzi się badania i ćwiczenia podchorążych w zakresie współpracy z dronami. Poprzez te ćwiczenia w we współpracy z przemysłowcami i jednostkami organizacyjnymi MON na bieżąco bada się zdolności bojowe dronów powietrznych jak i lądowych oraz ich przydatność na polu walki. Dzięki tym ćwiczeniom, w których szkolenie operacyjne jest połączone z badaniami, podchorążowie uczą się o nowych technologiach i są skłaniani do przemyśleń i opracowań, jak będzie wyglądać pole bitwy za 5-10-15 lat, a więc w okresie ich służby wojskowej.

Opracowanie byłoby nie pełne gdyby nie wspomnieć o Dowództwie Bojowym Przyszłości (Commandement du combat futur- CCF) oraz o podległym mu Battle Lab Terre. CFF powstało 1 sierpnia 2023 roku i jest głównym organem zajmującym się zdolnościami i spójnością doktrynalną francuskiej armii, poświęconym rozwijaniu jej zdolności do innowacji. Jaką wagę przykłada do niego francuska armia niech świadczy fakt iż na jego czele stoi generał korpusu (czterogwiazdkowy) i jest podporządkowany bezpośrednio Szefowi Sztabu Armii Francuskiej. Rola CCF polega na szybkim wychwytywaniu innowacji, eksperymentowaniu z nimi, formalizowaniu ich i ułatwianiu ich przyswojenia przez żołnierzy. Ale też dowództwo to informuje jednostki wojskowe o przewidywanym udziale w ćwiczeniach z wykorzystaniem innowacyjnego sprzętu lub też zamiarze operacyjnego wyposażenia ich w taki sprzęt i to w horyzoncie czterech lat!

Aby wypełnić swoją misję, CCF opiera się na 5 komponentach:

- Jednostka Wsparcia Dowództwa (pole appui au commandement – PAC): odpowiada za bieżące funkcjonowanie CFF, w szczególności w zakresie administracyjnym, finansowym i informatycznym,

- Centrum Studiów Strategicznych (centre d'études stratégiques - CES): rzuca światło na przyszłość pola walki, monitoruje konflikty oraz rozwój technologiczny i społeczny,
- Laboratorium Walki Przyszłości (laboratoire du combat futur - LCF): odpowiada za innowacje i eksperymenty,
- Wojskowa Sekcja Techniczna (Section Technique de l'Armée de Terre - STAT): zapewnia prowadzenie i monitorowanie działań zbrojeniowych od etapu projektowania aż do wycofania sprzętu ze służby w sprzęcie,
- Wydział Rozwoju Sił Zbrojnych (division développement des for ces - DEF): przekłada eksperymenty na doktrynę i koncepcje użycia na rzecz Wojsk Lądowych, a także zapewnia spójność rozwoju funkcji operacyjnych z NATO.

Częścią CCF jest Laboratorium Pola Walki wojsk Lądowych (Battle-Lab Terre – BLT). Jego koncepcja powstała już w roku 2018 ale sama inauguracja nastąpiła dopiero 7 stycznia 2021 roku. Jego rolą jest wydobywanie pomysłów i innowacji oddolnie, wspieranie ich i wprowadzanie w życie z pomocą różnych partnerów, w tym także cywilnych. Dzięki temu nawiązywane są synergię z firmami i uczelniami cywilnymi zarówno na poziomie lokalnym, jak i krajowym. Jednym z inicjatyw BLT rozwijanych wspólnie z AID są ćwiczenia Współpraca Maszyn i Ludzi (challenge de collaboration Homme Machine - CoHoMa). Ćwiczenia te przybiera formę symulacji walki systemów złożonych z dronów powietrznych, wozów bojowych i naziemnych robotów, pilotowanych przez operatorów według scenariuszy taktycznych bliskich rzeczywistości pola walki. Te realistyczne scenariusze, realizowane w warunkach zbliżonych do pola walki, umożliwią zapoznanie się z możliwościami dronów i robotów ograniczeń jakie mają. A przede wszystkim zrozumienie i optymalizację sposobu, w jaki walczący i roboty mogą wchodzić w interakcje na polu walki. Co ciekawe doświadczenia z tych ćwiczeń wrzucane są jako opcje do szerszych ćwiczeń sztabowych, gdzie wyżsi oficerowie uczą się zarządzaniem pola walki przy udziale dronów i robotów. Słowem Laboratorium Walki Przyszłości jest punktem odniesienia dla "gier wojennych" dla armii.



Rys. 143 Uczestnicy i sprzęt II Edycji CoHoMa, źródło: ENSTA Paris (Politechnika Paryska)

Na koniec warto dodać iż we Francji do pewnego okresu operatorem drona mógł zostać tylko odpowiednio wyszkolony podoficer. To prawdopodobnie się zmienia wraz ze zwiększaniem się liczby dronów w armii. Choć nadal oficjalnie ta zasada obowiązuje. Prześledźmy zatem drogę służbową podoficerów zanim zostaną operatorami dronów. Przed wstąpieniem do armii następuje rozmowa kwalifikacyjna, potem zaś po kilku dniach wybiera się specjalność i podpisuje kontrakt. Armia gwarantuje wszystkim kandydatowm 45 dni urlopu w roku, zniżkę 45% na przejazdy koleją, zakwaterowanie lub mieszkanie (w zależności od stanu rodzinnego) i całodniowe wyżywienie. W tym miejscu należy oddzielić techników dronowych od pilotów. Technicy przechodzą 9 tygodniowe szkolenie wstępne a następnie 3,5 miesięczne szkolenie na dronach w 61 pułku artylerii. Potem otrzymuje się skierowanie do właściwego pułku gdzie

następuje dalsze szkolenie. Technicy dronowi mogą być kandydatami na podoficerów oraz mają niższe wynagrodzenie od pilotów - w pierwszym roku 1970 euro brutto miesięcznie (jeśli są kawalerami). W przypadku misji wynagrodzenie wzrasta dwu i półkrotnie. Kandydaci na podoficerów muszą mieć pomiędzy 17,5 a 29 lat.
W przypadku pilotów wynagrodzenie brutto wynosi 2183 euro miesięcznie. Przechodzi się przez 6 miesięcy szkolenie w ENSOA w Saint-Maixent (szkoła podoficerska) jednocześnie już otrzymując wynagrodzenie. Potem przez 4,5 do 6 miesięcy przechodzi się szkolenie w 61 Pułku Artylerii w Chaumont i Szkole ALAT w Dax (szkoła lotnictwa lądowego – szkolenie głównie na śmigłowce i lekkie samoloty). Dopiero potem otrzymuje się skierowanie do właściwej JW. W przypadku pilotów wymagana jest biegła znajomość języka angielskiego oraz wiek do 32 lat.
Podsumowując - system szkolenia dronowego, sił zbrojnych Francji jest na wysokim poziomie i przewiduje on wszechstronne szkolenia aż po poziom otrzymania licencji pilota samolotów ultralekkich czy pilota szybowca. Odpowiada on zapotrzebowaniu wszystkich rodzajów broni i rodzajów sił zbrojnych. Jest on na tyle elastyczny i w krótkim czasie może wchłonąć doświadczenia z wojny na Ukrainie oraz udoskonalić je poprzez własne doświadczenia. Poza tym jest on gotowy do rozwinięcia na czas Wojny (W) i mimo iż obecnie jest już więcej przeszkolonych żołnierzy niż jest systemów dronowych w siłach zbrojnych Francji, to nadal jest on w stadium rozwoju. System ten nie tylko przewiduje obecny stan posiadania dronów ale też stara się uwzględniać przyszłe systemy dronowe jak i systemy antydronowe. Szkoły nie ograniczają się tylko do nauczania ale tez starają się opracować nową taktykę zastosowania systemów dronowych jak i antydronowych. Poza tym na bieżąco uczestniczą w pracach urzędów cywilnych nad prawem lotniczym oraz zasadami ruchu powietrznego(!), szczególnie dotyczącego dronów. Pewnym minusem systemu szkolenia dronowego we francuskich siłach zbrojnych jest powielanie szkoleń na tych samych typach dronów w kilku szkołach. Na jednym i tym samym typie drona, szkolenia można odbyć aż w trzech różnych szkołach, co zmusza do utrzymywania większej ilości instruktorów i infrastruktury szkoleniowej, niż jest w rzeczywistości potrzebna. Podobnie jest z rodzajem zadań. Stąd wskazane było by przeprowadzenie ukierunkowanych fuzji w celu połączenia niektórych aspektów szkolenia pilotów dronów. Poza tym część szkół (np. EDD) jest położona z daleka od ośrodków miejskich, co wiąże się z trudnością znalezienia odpowiedniej liczby żołnierzy-instruktorów, gotowych służyć w tak położonych jednostkach.
Wskazaliśmy powyżej tylko podstawowe informacje o organizacji szkolenia wojskowego na dronach we Francji aby uświadomić jak daleko jest w tym zakresie zaawansowana Francja i jak daleko z tyłu pozostało Wojsko Polskie. A trzeba pamiętać iż zaledwie 10 lat temu Francja była w tym miejscu gdzie obecnie jest Polska. Potrafiła to zmienić dzięki instytucjonalnemu podejściu do problemu, sprawnej agencji (DGA) zajmującej się badaniami, rozwojem, użytkowaniem i zakupem sprzętu wojskowego. A przede wszystkim dzięki silnemu prywatnymi przemysłowi oraz państwowym ośrodkom badawczym, które stworzyły dobry fundament dla współpracy z wojskiem. Niestety żaden z tych elementów nie występuje w Polsce ani w polskim Ministerstwie Obrony Narodowej, zatem naśladownictwo modelu francuskiego jest w przypadku Polski ślepym zaułkiem.



DRAFT

Uwarunkowania i problematyka użytkowania BSP

Trzeba wyraźnie zaznaczyć iż Francja, w przeciwieństwie do Polski, wyraźnie określiła przemysł dronów wojskowych jako sektor strategiczny dla swojej gospodarczej przyszłości. Obecnie siły zbrojne Francji posiadają w użytkowaniu ponad 2000 dronów a do końca 2025 roku będzie to liczba mocno przekraczająca 3000 dronów. Jest to znaczący skok ilościowy i jakościowy dokonany zaledwie w kilka lat. Jednak tak gwałtowny wzrost ilości dronów w wojskach lądowych rodzi szereg problemów. Jednym z nich, podobnie jak w Niemczech są surowe normy i złożone przepisy jakim podlegają drony wojskowe, chcące kontynuować misje nad niebem Francji. W obliczu rosnących wyzwań związanych z bezpieczeństwem i efektywnością, francuskie siły zbrojne starają się uprościć te przepisy, aby sprostać bieżącym potrzebom operacyjnym, ale nie zawsze te działania przynoszą oczekiwane efekty. Systemy autonomiczne, muszą przejść rygorystyczne procedury, aby uzyskać świadectwo zdatności do lotu. Dyrekcja Generalna ds. Uzbrojenia (DGA) narzuca rygorystyczne kontrole, gwarantując bezpieczeństwo, ale spowalniając wdrażanie operacyjne. Przykładem są tutaj drony MQ-9A Reaper Block 5, które czekały ponad 4 lata na certyfikacje dopuszczającą je do lotów nad Francją. Główne ograniczenia, będącą przeszkodą w realizacji misji strategicznych to:

- Certyfikaty typu dla każdego modelu drona, mimo iż często różnią się one nie znacznymi zmianami konstrukcyjnymi (większe łopaty śmigieł, lepsza kamera, lepsza łączność),
- Ograniczenia w strefach lotów, nawet jeśli są one stale odizolowane od przestrzeni cywilnej,
- Trudna integracja innowacji z przepisami, takich jak autonomiczne bezpilotowe statki powietrzne, roje dronów, itp.

Stąd siły zbrojne starają o uproszczenie procedur administracyjnych. Min. poprzez szkoły dronów, które mają możliwość uczestniczenia w pracach nad poszczególnymi przepisami, co już jest krokiem naprzód. Innym kierunkiem działań jest uznanie niektórych certyfikatów cywilnych przez czynniki decyzyjne, dla dronów modyfikowanych pod potrzeby wojska co, mogłoby zmniejszyć biurokrację i przyspieszyć wydawanie zezwoleń na loty. Podobnie jeśli chodzi o przestrzeń powietrzną. Wojsko chciałoby bez ograniczeń korzystać z niej na obszarach izolowanych a przede wszystkim stara się o zniesienie odrębnych ograniczeń dla lotów w przestrzeni cywilnej i integrację lotów dronów wojskowych z ogólną przestrzenią powietrzną. Podobnie wskazana jest elastyczność przepisów dla nowych innowacji i rozwiązań technologicznych. Rozwiązanie problemów z przepisami ograniczającymi loty wojskowe pozwoliło by wojsku min. na nadzór nad rozległymi obszarami Państwa, ćwiczenia z uzbrojonymi dronami na większej ilościach obiektów (obecnie ich przeloty nad obszarami cywilnymi są ograniczane) oraz zapewnienie wsparcia logistycznego w trudno dostępnym terenie lub podczas klęsk żywiołowych. Szczególnie w tym ostatnim przypadku drony do tej pory we Francji nie były użytkowane lub użytkowane incydentalnie.

Podpisany w 2024 r. wspomniany już "Pakt dronowy" ma na celu min. zaradzenie w/w problemom. Powstał on na skutek pracy grupy roboczej złożonej z przedstawicieli Grupy Francuskiego Przemysłu Obronnego i Bezpieczeństwa Lądowego i Powietrznego (Groupement des industries françaises de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres – GICAT) oraz Stowarzyszenia Francuskiego Przmysłu Dronów (Association du Drone de l'Industrie Française – ADIF).
GICAT powstał w roku 1978 i obecnie liczy ponad 470 członków, zarówno wielkich korporacji przemysłowych, średnich firm jaki i start-upów. GICAT zajmuje się zarówno działalnością lobbingową jak i szerokim spektrum działalności badawczej, usługowej, konsultingowej oraz doradztwem przemysłowym na rzecz francuskich przedsiębiorstwa zajmujących się produkcją zbrojeniową, z zakresu bezpieczeństwa czy też technologiami podwójnego zastosowania.

POUFNE

Działalność swoją prowadzi zarówno we Francji jaki i za granicą (np. otworzył swoje biuro w Kijowie). Znacznie młodszym stowarzyszeniem jest ADIF, powstały w roku 2021 i zrzeszającym około 35-40 firm z branży stricte dronowej, zarówno wielkich korporacji jak Thales, jak i start-upów.
Powstała w 2023 roku, wspomniana powyżej Grupa Robocza (Groupe de Travail – GT) złożona z dwóch w/w organizacji, opracowała technologiczną mapę drogową w zakresie średnioterminowych działań i zdolności przemysłowych francuskich producentów bezpilotowych statków powietrznych do masy całkowitej 150 kg. W wyniku pracy tej grupy roboczej sformułowano 20 głównych zaleceń, w tym:

- Ustanowienie organów konsultacyjnych w ramach "Paktu dronowego" między Ministre des Armées a sektorem reprezentowanym przez GICAT i ADIF, tak aby rzeczywiste zarządzanie było ustanawiane poprzez regularny dialog między podmiotami państwowymi i przemysłowymi,
- Konsolidacje i wsparcie francuskiego sektora przemysłowo-technologicznego poprzez: bardziej aktywną politykę armii zamawiania dronów z półki, stworzenie nowych uproszczonych, przejrzystych, powszechnie dostępnych procedur konkursów oraz transparentnie i dynamicznie czasowo przeprowadzanie programów zbrojeniowych przez Ministre des Armées, a także integrowanie producentów celem likwidacji ograniczeń przemysłu zbrojeniowego i zachęcanie ich do rozwoju technologii za pomocą własnych połączonych funduszy,
- Wyłonienie kilku narodowych czempionów (w postaci firm lub grup firm), tak aby skoordynować politykę w zakresie badań i rozwoju, by Francja mogła utrzymać swoją strategiczną autonomię w obszarze dronów oraz mogła rozpocząć ambitną politykę ekspansji międzynarodowej,
- Ustanowienie systemu "zaufanych dronów" (podobnego do niemieckiej Niebieskiej Księgi czy amerykańskich „niebieskich UAS") nabywanych w ramach LPM 2024-2030,
- Przyspieszenie prac i programów dronowych w armii poprzez szybkie i kompleksowe wyposażenie niektórych jednostek w drony oraz rozpoczęcie masowych szkoleń rezerwistów w zakresie pilotarzu BSP,
- Stworzenie w ramach obecnego LPM, wieloletnich planów zakupów dronów (o masie całkowitej do 150 kg), z corocznym stałym budżetem, planowanymi przepływami finansowymi i rocznym kontyngentem nabywania określonej liczby i rodzaju dronów, przy minimalnych wydatkach 250 mln euro rocznie na zakupy, badania i rozwój dronów oraz na zachowanie suwerenności przemysłowej,
- Rozpoczęcie prac nad dostosowaniem się francuskiego przemysłu do masowej produkcji dronów na czas wojny (na wzór ukraiński) oraz budowy dronów dalekiego zasięgu.

Do tej pory do „Paktu dronowego" przystąpiło 96 producentów, reprezentujących prawie wszystkie rodzaje biznesu dronowego we Francji, w tym duże grupy przemysłowe, MŚP, start-upy, producenci dronów, sprzętu dla nich, dostawców usług itp. Zgodnie z zapisami Paktu, ma zostać powołane szereg grup roboczych złożonych zarówno z Przedstawicieli Państwa jak i przemysłu zajmującego się systemami dronowymi. Stronę Państwową ma reprezentować szereg podmiotów i organizacji francuskiego Ministre des Armées i Ministerstwa Spraw Wewnętrznych oraz państwowych organizacji badawczych, takich jak Krajowe Biuro Studiów i Badań Aeronautycznych (National Office for Aerospace Studies and Research – ONERA), Instytut Św. Ludwika (Institut Saint-Louis – ISL) czy Komisja ds. Energii Atomowej i Alternatywnych Źródeł Energii (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives – CEA). Ze strony francuskiego MON, pracami będzie kierować DGA oraz Jednostka Zarządzania Walką Lądową (Unité de management Combat terrestre – UM CTER). Powołane grupy robocze mają prowadzić szereg prac tematycznych które prowadzić będą do konkretnych i szybkich zaleceń i wyników. Głównym celem w/w działań jest

DRAFT

ustrukturyzowanie krajowego przemysłu dronów, zachęcając do współpracy między różnymi podmiotami w tym sektorze, stworzenie synergii, połączenie zasobów i promowanie wyłaniania się krajowych czempionów zdolnych do konkurowania na arenie międzynarodowej. Warto dodać, że „Pakt dronów" jest otwarty zarówno na kolejne instytucje państwowe jak i podmioty z sektora dronów lub sektorów pokrewnych. Warunkiem przystąpienia jest spełnienie kilku prostych kryteriów „kwalifikowalności".

Osobnym problemem rozpatrywanym także w ramach „Paktu dronów" jest tania i masowa produkcja BSP przez francuski przemysł. Francuskie firmy udowodniły swoją zdolność do wprowadzania innowacji i produkcji wysoko zaawansowanych prototypów. Ale przejście na masową produkcję przemysłową pozostaje nadal wyzwaniem. Związane jest to z dużym rozdrobnieniem wśród producentów dronów. Większość firm, mimo doskonałych rozwiązań technologicznych może nie sprostać ilościowym potrzebom francuskich sił zbrojnych i/lub nie podołać ekspansji na rynku międzynarodowym. Chociaż różnorodność podmiotów jest mocną stroną, może również stanowić przeszkodę w realizacji projektów na dużą skalę, wymagających ogromnych inwestycji i łączenia zasobów.
Pewne rozwiązania w tej kwestii przyniosły dostawy dronów na Ukrainę oraz obserwacja tamtejszych rozwiązań. Firmy, korzystając z państwowych zamówień rozpoczęły większe dostawy dronów na Ukrainę, wypracowując przy okazji rozwiązania które pozwalają w znaczący sposób zwiększyć produkcję seryjną dronów. Jest ona jednak zdecydowanie zbyt mała wobec wyzwań pola walki i nieproporcjonalna do milionowej produkcji dronów jaka jest realizowana na Ukrainie. Dla przykładu, w 2023 roku firma Delair dostarczyła do Ukrainy 150 szt. dronów obserwacyjnych w ramach kontraktu DGA. Dzięki zwiększonym mocom produkcyjnym Delair produkuje obecnie od czterech do dwunastu dronów miesięcznie dla modeli DT 26 Line i DT 46 oraz zaledwie do 1000 sztuk rocznie dla modelu UX 11 (amunicja krążąca). Przy liczbie około 30 - 40 000 operatorów BSP w 2024 r. uczestniczących w działaniach wojennych po stronie Ukrainy, jasno to pokazuje skalę problemu wyposażenia sił zbrojnych w odpowiednią liczbę dronów w przypadku wojny. O ile w sektorze dronowym można jeszcze od czasu do czasu zwiększyć produkcję, o tyle jego obecne zasoby nie wystarczą, aby przestawić się na produkcję wojenną "typu ukraińskiego". Główną przeszkodą dla przemysłu francuskiego jest osiągnięcie niskich kosztów dronów przy masowej produkcji. Aby ten problem rozwiązać DGA zamierza zamówić próbną partię 1000 dronów na ćwiczenia ORION 2026. Oczekiwany dron ma być tak tani, jak to tylko możliwe, ale DGA zamierza to równoważyć dużą swobodą w zakresie specyfikacji. Warto dodać że francuskie firmy specjalistyczne w pokrewnych dziedzinach, takich jak aeronautyka, elektronika i systemy wbudowane, stanowić mogą dodatkową solidną podstawę dla rozwoju branży dronów wojskowych i masowej ich produkcji. We Francji nie brakuje firm, których zaplecze przemysłowe, choć poświęcone innym technologiom, może zostać przeorientowane na produkcję dronów. To być może wystarczy, aby szybko i przy kontrolowanym budżecie rozkręcić masowa produkcję dronów, bez budowania fabryk, które w czasie pokoju by nie działały. Ale pewności nie ma.

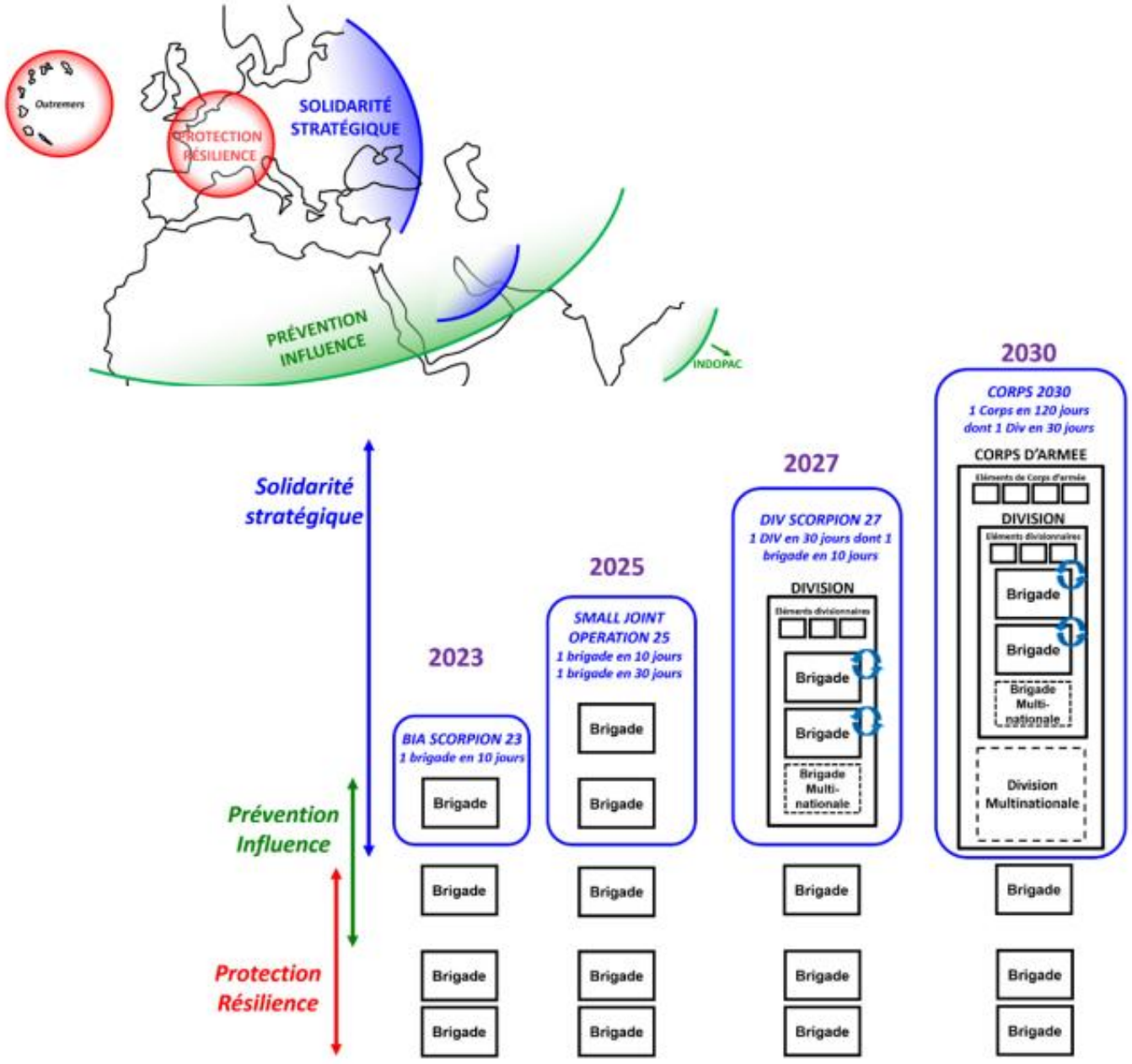
Innym problemem dla francuskiego sektora dronów mogą być niektóre kluczowe komponenty, zwłaszcza w dziedzinie półprzewodników, ale też silników czy kamer do dronów, gdzie francuskie firmy pozostają zależne od zagranicznych dostawców. Zależność ta może stanowić długoterminową strategiczną podatność na zagrożenia dla produkcji dronów we Francji. Ale Francja podejmuje w tym kierunku przemyślane kroki (min, produkcja silników elektrycznych), aby ta zależność zmniejszyć.

Podsumowując – obecnie trudno jest określić wyniki działań Paktu gdyż jego skuteczność nie została jeszcze udowodniona w dłuższej perspektywie. Mimo wszystko podpisany w 2024 r. "Pakt dronowy" stanowi punkt zwrotny w francuskiej strategii.

DRAFT

Struktura wojsk lądowych i miejsce w niej dronów

Aby zrozumieć rolę dronów we francuskich siłach zbrojnych musimy wspomnieć o reformie z roku 2016. Wtedy, po atakach w Paryżu w roku 2015 zdecydowano się na realizację planu „W kontakcie" („Au contact"),który przewidywał wzrost liczebności armii oraz dawał możliwość dowódcom JW możliwość bezpośredniego zaciągu podoficerów (postulowaliśmy taką możliwość w Wojsku Polskim w naszym opracowaniu dotyczącym przywrócenia ZSW).



Rys.144 Plan rozwoju koncepcji „Armia Walcząca" (Une armée de Terre de combat) do 2030 r. źródło: Ministere des Armees

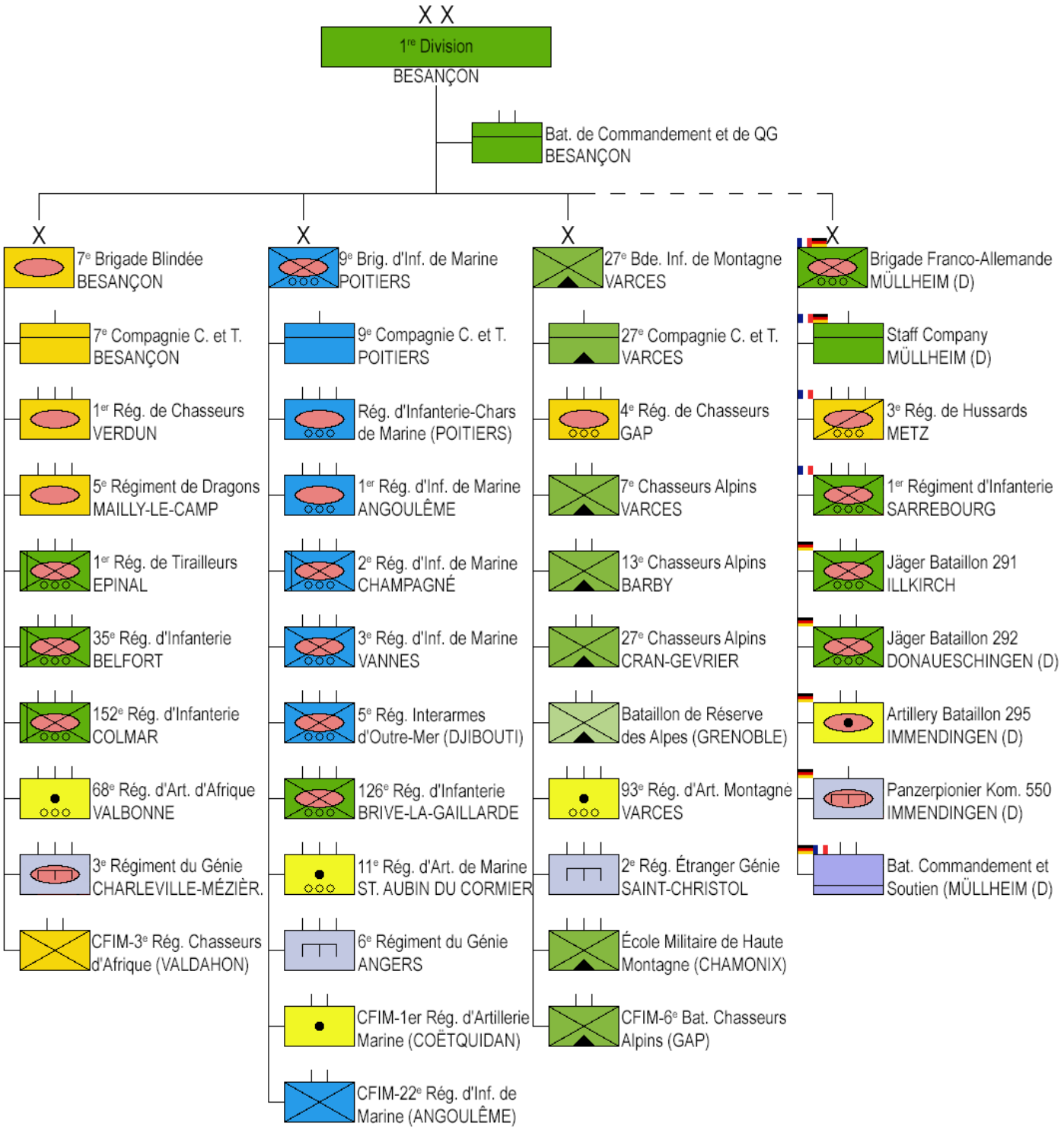
W wyniku reformy z istniejących oddziałów stworzono dwie dywizje (1 i 3), każda w składzie tzw. brygady ciężkiej, brygady średniej, brygady lekkiej. I tak w składzie 1 dywizji znalazła się 7 Brygada Pancerna, 9 Brygada Piechoty Morskiej, 27 Brygada Piechoty Górskiej, a także przyporządkowano jej jednostki z brygady francusko-niemieckiej. 3 dywizja składa się z 2 Brygady Pancernej, 6 Lekkiej Brygady Pancernej oraz 11 Brygady Spadochronowej. Obie te dywizje nazwano Siłami „Scorpion" z racji tego iż ich jednostki podlegają programowi modernizacji „Scorpion". Ponadto utworzono 4 Brygadę Powietrzną podległa bezpośrednio

Dowództwu Lekkiego Lotnictwa Wojsk Lądowych (l'aviation légère de l'Armée de terre) a wyposażoną w ponad 350 śmigłowców oraz wprowadzono zmiany w Siłach Specjalnych a także w Legii Cudzoziemskiej. Nie będziemy tutaj wspominać o innych pododdziałach i oddziałach, nie istotnych dla naszego opracowania. W tym miejscu trzeba zaznaczyć iż nazwy jednostek francuskich kompletnie nie odpowiadają ich faktycznemu wyposażeniu a często reprezentują tylko tradycję. I tak Brygada Pancerna może posiadać w składzie tylko dwa pułki (odpowiednik batalionów) pancerne (na pięć etatowych) i to na kołach, zaś pozostałe mogą być na KTO lub lekkich wozach opancerzonych. Podobnie Brygada Spadochronowa, może w ogóle nie posiadać możliwości przemieszczania się powietrznego a być tylko zwykłą brygadą zmotoryzowaną (KTO) lub opancerzoną (posiadającą tylko wozy lekko opancerzone).
W roku 2023 opracowano i rozpoczęto wdrażanie nowej koncepcji – „Walcząca Armia" („Une armée de Terre de combat"). Jest to reakcja na wybuch wojny na Ukrainie i ma min. przygotować siły zbrojne Francji do konfliktu o wysokiej intensywności. Koncepcja „Walczącej Armii" zakłada iż armia lądowa będzie w stanie wystawić do konfliktu o wysokiej intensywności sztab na poziomie korpusu, dywizję w składzie dwóch brygad sił połączonych oraz brygady aeromobilnej i grupę sił specjalnych. Z tym iż „natychmiastowej" mobilizacji i przerzuceniu w miejsce walk zakłada się powołanie sił w składzie: brygada sił połączonych, złożona z czterech grup taktycznych (GTIA) w tym dwie grupy opancerzone, jedna powietrzna i grupa wsparcia. Co istotne siły te mają posiadać na wyposażeniu około 1200 systemów bezzałogowych w tym drony wyposażone w systemy rozpoznania radioelektronicznego (ROEM). Trzeba dodać iż reforma ta zakłada też „regionalizację" poszczególnych jednostek wojskowych. Wojska Lądowe reorganizują swoje lądowe grupy zadaniowe (LTF) do działania w 3 strategicznych obszarach: 1/terytorium kraju i w terytoriach zamorskich, 2/Europa i Bliski Wschód oraz Afryka i 3/Indo-Pacyfik. Uwzględniając plan modernizacji technicznej (LPM) 2024-2030, opracowano etapy działań do roku 2030, co przedstawia powyżej umieszczona grafika.



Rys.145 Przewidywane wyposażenie w 2027 r. dywizji wg koncepcji Armii Walczącej, źródło: Ministere des Armees

Niestety z dostępnych źródeł nie wiele można powiedzieć o miejscu dronów w strukturze poszczególnych pododdziałów. Jest to też trudne ze względu na specyfikę francuskiej terminologii wojskowej jak i specyficznej struktury całej armii (o czym wspomniano powyżej), która np. oficjalnie nadal dzieli się na pułki piechoty i kawalerii. Te pierwsze odpowiadają z grubsza batalionom piechoty zmotoryzowanej a te ostatnie odpowiadają z grubsza pułkom pancernym, z tym iż tutaj dzieli się je na ciężkie (wyposażone w czołgi) i lekkie wyposażone w Wozy Wsparcia Ogniowego (na kołach).



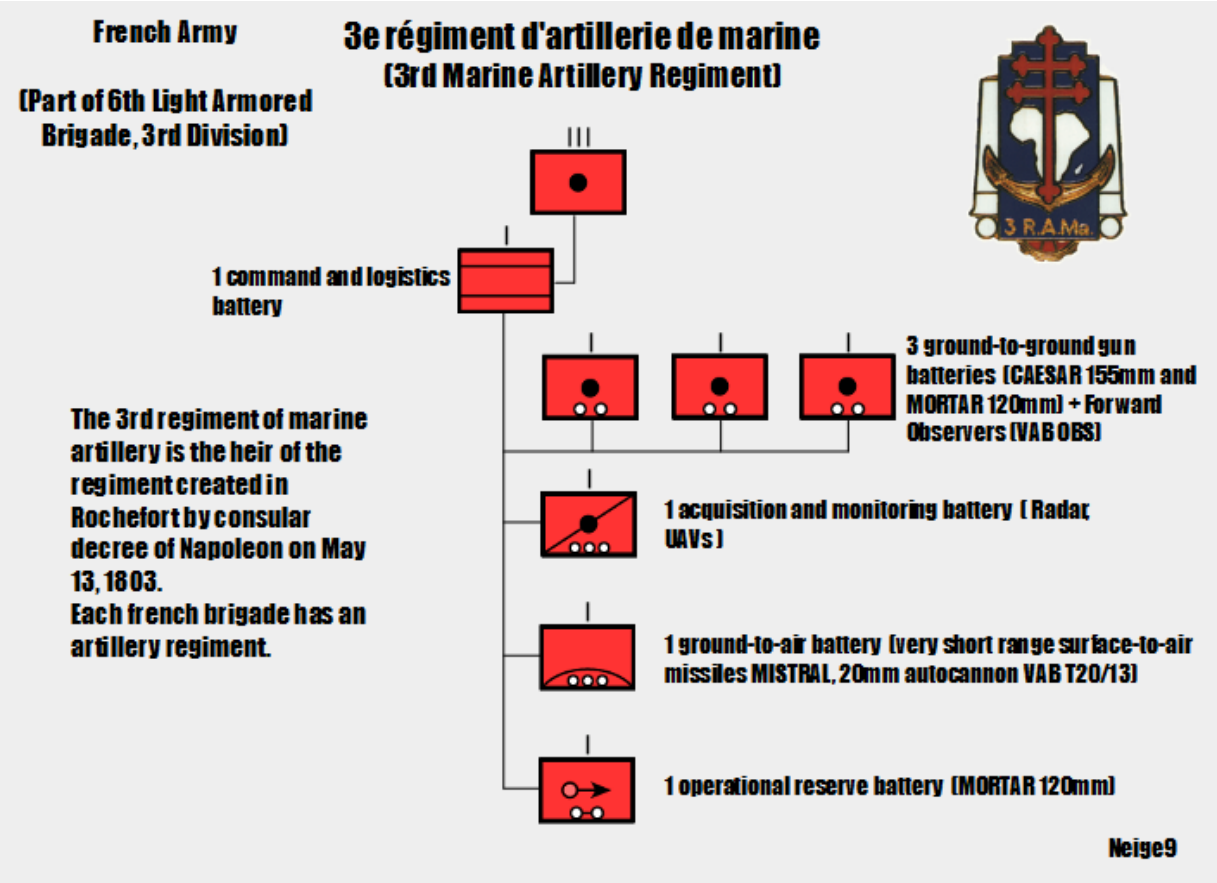
Rys. 146 Struktura 1 Dywizji Armii Francuskiej odpowiedzialnej operacyjnie za region Europy, źródło: wikipedia

Wprawdzie każdy pułk można uważać za odpowiednik batalionu ale już np. struktura poszczególnych pułków kawalerii (ciężkich, pancernych) może się różnić i to zasadniczo. Dla przykładu 1 pułk szaserów (1er régiment de chasseurs – 1RCh) składa się (stan na 2020 r.) z kompanii dowodzenia i logistyki, 3 kompanii czołgów (Leclerc), 2 kompanii rozpoznawczo-przeciwpancernych (ERI) i kompanii rezerwowej. Zaś 501 pułk czołgów (501e régiment de chars de combat 501 RCC) składa się (stan na 2020r.) z kompanii dowodzenia i logistyki, 4 kompanii czołgów (Leclerc), 2 kompanii rozpoznawczo-przwciwpancernych (ERI), kompanii administracji i wsparcia i kompanii rezerwowej. Te różnice pomiędzy poszczególnymi pułkami są powszechne. Spróbujmy zatem przedstawić miejsce dronów w strukturze jednego z pułków piechoty – 35 pułku piechoty (35e régiment d'infanterie - 35e RI) z 7 Brygady Pancernej (de facto to wzmocniona brygada zmotoryzowana).
Pułk ten składa się z czterech kompanii zmotoryzowanych (na wozach VBCI), kompanii dowodzenia i logistyki, kompanii rezerwowej oraz kompanii wsparcia. Każda z czterech w/w kompanii piechoty otrzymała w roku 2022 wzmocnienie w postaci sekcji dronów złożonej z 6 żołnierzy dla każdego plutonu i zwiększyła w ten sposób jego liczebność z 36 do 42 żołnierzy. Wzmocnienie otrzymała też kompania wsparcia. W skład kompanii wsparcia wchodzi pluton wsparcia bezpośredniego (SAD), pluton strzelców wyborowych (STELD), plutonu wsparcia działań lądowych (komandosów - SAED) oraz pluton rozpoznania bezzałogowego (SRRI). Ten ostatni pluton przeformowano na skutek doświadczeń ukraińskich w roku 2022. Wyposażony on jest zarówno w drony Anafii jak i Black Hornet 3. W skład plutonu wchodzi prawdopodobnie 40 żołnierzy. Przed rokiem 2022 było ich 28, zatem 12 żołnierzy to operatorzy dronów. Przemieszczają się oni na lekkich samochodach terenowych (prawdopodobnie 8 samochodów terenowych + ciężarówka) i/lub kładach. Tego typu plutony stały się etatowe dla pułków, jednak nie jest jasne ile pułków pancernych czy piechoty otrzymało plutony SRRI. Prawdopodobnie również pluton SAED posiada na swoim wyposażeniu drony. Podobną organizację do pułków piechoty zmotoryzowanej mają pułki pancerne.

Jak już wspomniano w armii francuskiej poszczególne pułki i brygady, mimo iż posiadają podobne wyposażenie, czy zadania taktyczne, mogą się różnić strukturą. Być może jest to spowodowane tym iż armia francuska przechodzi silne przemiany i obecna struktura, może się już w tym – 2025 roku zmienić. Są w poszczególnych pułkach wypróbowywane zarówno nowe struktury (np. kompanie rezerwowe), jak i nowe rodzaje poddziałów (np. w pułkach w tym roku będą eksperymentalnie powoływane plutony „wsparcia elektronicznego").
Podobnie dzieję się w brygadach. W 2023 roku wprowadzono doświadczalnie pododdział rozpoznawczo – wywiadowczy (sous - groupement de renseignement de contact – SGRC), które mają w przyszłości zastąpić kompanie (szwadrony) rozpoznawczo – przeciwpancerne (reconnaissance et d'intervention – ERI). W skład tych pododdziałów ma wejść takie wyposażenie jak radary, drony, amunicja krążąca, a nawet elementy walki elektronicznej. SGRC składa się z trzech plutonów rozpoznania i reagowania oraz jednego plutonu wywiadu technicznego, liczących łącznie 120 osób. Elementy SGRC mogą działać w oderwaniu od własnego ugrupowania i są autonomiczne do 72 godzin (pytanie czy to nie przestarzałe rozwiązanie?). Całość posiada własne grupy remontowo – naprawcze, logistykę czy system ewakuacji medycznej. Obecnie SGRC przetestowano w sześciu brygadach - 6 Lekka Brygada Pancerna (1 Pułk Kawalerii Cudzoziemskiej), 9 Brygada Piechoty Morskiej (1 Pułk Piechoty Morskiej), 2 Brygada Pancerna (12 Pułk Kirasjerów), 7 Brygada Pancerna (1 Pułk Szaserów), 11 Brygada Spadochronowa (1 Pułk Huzarów Spadochronowych), 27 Brygada Górska (4 Pułk Szaserów). Niestety nie udało się dotrzeć do informacji jaki typ dronów i w jakich pododdziałach/oddziałach jest używany w SGRC.

Drony znalazły się również na wyposażeniu artylerii. W 2023 roku Thales zdobył kontrakt na integrację wszystkich dronów będących w służbie armii francuskiej z programem ATLAS –

Automatyzacji Ognia i Łączności Artylerii Lądowej (Automatisation des Tirs et Liaisons de l'Artillerie Sol/sol). Dodanie dronów zapewni nowe możliwości, w tym dostarczanie obrazów elektrooptycznych do systemu ATLAS, a także lepszą identyfikację celów w czasie rzeczywistym. W związku z tym cały system ATLAS zostanie wkrótce zaktualizowany w celu zintegrowania dronów z tym programem. Drugim ruchem rozpoczętym w roku 2024 jest wymiana w artylerii dronów Spy'Ranger na drony DT46 Delaira w ramach programu Mini-Drone Intelligence System (SMDR). W 2024 roku zakończyły się pomyślnie oceny techniczno-operacyjne przeprowadzone między innymi w 3 i 11 pułku artylerii Piechoty Morskiej (3. RAMa, 11. RAMa), 68 Puku Artylerii Afrykańskiej (68. RAA) oraz 35 Pułku Artylerii Spadochronowej, co oznacza iż powyższe pułki jako pierwsze w tym roku otrzymają DT46 Delaira na wyposażenie.



Rys.147 Schemat organizacyjny 3 Pułku Artylerii Morskiej, może już być nieaktualny ze względu na zmiany organizacyjne, źródło: wikipedia

Pułki artylerii francuskiej, podległe brygadom, podobnie jak pułki piechoty mają różną organizację a także różne wyposażenie. Stąd spróbujemy przedstawić strukturę takiego pułku na przykładzie 3 Pułku Artylerii Piechoty Morskiej z 6 Lekkiej Brygady Pancernej. Pułk składa się z baterii dowodzenia i logistyki (BCL), trzech baterii ogniowych (B1, B3, B4) wyposażonych do armato-haubice Cesar oraz moździerze 120 mm, baterii przeciwlotniczej (B2), baterii monitoringu i rozpoznania – B7 (batterie acquisition et surveillance – B.A.S.) oraz baterii rezerwowej (B5). W sumie pułk liczy około 1000 artylerzystów. Nas najbardziej będzie interesowała bateria monitoringu i rozpoznania, posiadającą zarówno sekcję radarową, jak i co najmniej 4 sekcje dronów DARC. Z tym iż drony te są powoli wycofywane z użycia. Dodatkowo w składzie pułku znajdują się drony NX-70 jak i Hornet 3. Co ciekawe w niektórych pułkach występują zarówno sekcję DARC jak i SMDR, co być może spowodowane jest przezbrajaniem.

Jak już wspomniano w każdym pułku artylerii występuję bateria monitoringu i rozpoznania. Prawdopodobnie w jej skład wchodzą: Sekcja dowodzenia (CP), Sekcja badań nad obrazowaniem (Sections Légères de Recherche par Imagerie - SLRI), Sekcja wykrywania i przechwytywania (wyposażona w radar MURIN + sprzęt optyczny i elektroniczny), Sekcja łączności, Sekcja remontowo – konserwacyjna. Przedstawiona struktura może być nie pełna z racji częstych przemian w strukturach francuskiej armii. Niektóre dane wskazują iż może jeszcze istnieć dodatkowo jedna sekcja dronów (DRAC?, SMRD?).

Jeśli chodzi o SLRI, to w jej skład wchodzi partol dowodzenia oraz dwa partole PLRI. PLRI składa się z 2 pojazdów opancerzonych (PVP/ VAB U, ewentualnie SERVAL), posiada on pełną gamę dronów oraz środków do eksploatacji i analizy obrazu. Wykorzystuje drony PARROT ANAFI USA, NX70, a w szczególności SMDR. PLRI składa się z 6 żołnierzy: dowódcy patrolu, analityka rozpoznania obrazowego ze sprzętem do analiz obrazu, dowódcy zespołu dronów, dwóch operatorów dronów i operatora systemu łączność z dronami. Żołnierze mogą pełnić funkcje wymiennie. Ważna jest również sekcja wykrywania i przechwytywania (zwana sekcja MURIN z racji wyposażenia w ten rodzaj radaru). Otóż sekcja MURIN składa się z 4 radarów MURIN obsługiwanych przez grupę dowodzenia (dowódca sekcji, asystent, 2 kierowców), dwie grupy obsługi radarów, każda składa się z zespołu dowodzenia (dowódca, kierowca), i dwóch zespołów radiolokacyjnych (dowódca, zastępcą, operator i pilot BSP). Grupy działają tylko i wyłącznie w zespole. Warto wspomnieć że radar MURIN wykrywa obiekty na dystansie 27 km, jego użyteczny zasięg wynosi 12 km. Może on wykrywać zarówno pojedynczych żołnierzy jak i pojazdy, drony oraz inne statki powietrzne o małej prędkości i małej wysokości lotu.

Inną strukturę mają poza dywizyjne pułki artylerii np. zgrupowane w 19 Brygadzie Artylerii, która dysponuje min. artylerią dalekiego zasięgu i/lub artylerią rakietową. Nie będziemy omawiać tutaj szczegółowo struktury 19 Brygady Artylerii ale warto wspomnieć o 61 pułku artylerii, który jest wyjątkowy w armii francuskiej z racji użytkowania największej ilości dronów. Sam pułk liczy około 700 żołnierzy. Składa się on z 3 baterii SMDR, 1 baterii SDT (Patroller), baterii konserwacyjnej (remontowej), baterii dowodzenia i logistyki, baterii rezerwowej, ośrodka szkoleniowego oraz grupy rozpoznania obrazowego. Jako jedyny w armii francuskiej używa on dronów typu Patroller, których Francja nabyła 5 zestawów. W skład obsługi jednego systemu wchodzi 28 żołnierzy. Przypomnę tylko że jeden zestaw składa się z 5 statków powietrznych i dwóch stacji. Obsługa jednej stacji to: dowódca, pilot bezzałogowego statku powietrznego, operator ładunku użytecznego (optoelektroniki) i analityk. Dodatkowo ma wejść jeszcze operator uzbrojenia. Poza tym pułk posiada (na 2023 r.) – 12 zestawów Parrot Anafi, 8 zestawów NX-70, 15 zestawów SMDR oraz 6 zestawów Black Hornet III.

Jeśli chodzi o drony MQ9 Reaper to siły francuskie posiadają aż czterech pilotów na każdy dron. Dwóch zajmuje się pilotażem, dwóch użytkowaniem uzbrojenia zaś ewentualny piąty członek zespołu obsługuję inteligentną optoelektronikę. Zatem jest to obsada inna niż w pozostałych krajach NATO. Przypomnę że jest to, na chwilę obecną jedyny dron uzbrojony we francuskiej armii.

Warto na końcu dodać że za walkę elektroniczną odpowiadały do tej pory 44 i 54 Pułki Łączności oraz 785 Kompania Walki Elektronicznej, które zostały połączone w jedną Brygadę Wywiadu i Cyberelektroniki (BRCE). Jest to wstęp do tego, aby Francja, idąc za przykładem US Army, zdecydowała się na tworzenie kompanii walki elektronicznej w ramach swoich brygad bojowych, a swoje pułki piechoty prawdopodobnie wyposażyła w plutony wsparcia elektronicznego. W skład obu pododdziałów mają wchodzić sekcja ds. walki z dronami.

DRAFT

Pozyskiwanie sprzętu, współpraca i wsparcie dla przemysłu

Francja eksperymentowała z dronami co najmniej od lat pięćdziesiątych, jednak badania te były rozproszone wśród wielu firm i rzadko miały w początkowej, badawczej fazie wsparcie finansowe Państwa. Dopiero powołanie Generalnej Dyrekcji ds. Uzbrojenia (Direction Générale de l'armement – DGA) w roku 1961 pozwoliło w ukierunkować badania nad dronami i pozyskać finansowanie na ich zakup.
W XX wieku DGA skupiała się głównie na współpracy z dużymi firmami państwowymi jak i prywatnymi, rzadko podejmując współpracę z firmami zatrudniającymi poniżej 2000 osób. Wyjątkiem był powołany w 1988 program Mission Innovation Participative (MIP), który wspierał innowacje powstałe w wyniku działań pracowników wojskowych i cywilnych francuskiego MON. Często uczestnikami tego programu były start-upy czy MiŚ które współpracowały nad wprowadzeniem danej innowacji. Obecnie program ten realizowany jest w ramach Cellule Innovation Participative (CIP), dając w ten sposób szanse miko i małym firmom wejścia na rynek wojskowy niejako tylnymi drzwiami. Program oferuje wsparcie do 120 tys. euro dla jednego projektu, a w przypadkach kiedy ta suma wymaga przekroczenia, jest kierowany do wojskowych ośrodków badawczych. W 2019 roku CIP został podporządkowany nowo powołanej agencji AID, o której mowa niżej.
Te uczestnictwo MiŚ w wojskowych programach innowacyjnych w XX wieku nie uszło uwadze DGA. Na początku XXI wieku, widząc zmieniający się rynek badań i innowacji, DGA podjęła współpracę z klastrami innowacyjnymi związanymi z technologiami obronnymi (min. Pôle Mer, SAFE, Systematic, Laser Road itp.) oraz opracowała specjalne programy testowania i wspierania innowacji pochodzących od przedsiębiorstw typu start-up, uczelni i MŚP. To min. w nich zbierał pierwsze doświadczenia przyszły właściciel firmy NAVADEM, pierwszy dostawca mini dronów do sił zbrojnych Francji. W wyniku tych działań w roku 2009 utworzono program RAPID (Régime d'APpui à l'Innovation Duale), w wolnym tłumaczeniu: Program Wsparcia Innowacji Podwójnego Zastosowania. Program powstał przy współpracy z Dyrekcją Generalną ds. Przedsiębiorstw (DGE) Ministerstwa Gospodarki, Przemysłu i Cyfryzacji. RAPID jest programem subsydiowania projektów w zakresie podwójnej innowacyjności realizowanych samodzielnie lub w konsorcjum, przez przedsiębiorstwo zatrudniające łącznie mniej niż 2000 pracowników. Program rozwijał się systematycznie ale nie bez problemów. W roku 2012 wartość przyznanych dotacji wyniosła 40 mln euro, trzy lata później już 50 mln euro. W ciągu następnych lat projekt był kontynuowany z coraz większym sukcesem. Udało się skrócić średni czas od złożenia wniosku do otrzymania dofinansowania do ok. czterech miesięcy. W 2014 roku program został uzupełniony przez DGA o RAPID CLUB, czyli dodatkowy program wspierający i pomagający małym firmom w umieszczeniu swoich projektów na rynku lub znalezieniu partnerów celem jego skomercjalizowania.

Co ciekawe na przestrzeni wielu lat zauważono że program przynosi korzyści przede wszystkim firmom zatrudniającym mniej niż 500 pracowników, ponieważ 86 % z nich realizuje projekt, w porównaniu z 14 % firm z liczba pracowników pomiędzy 500 a 2000. Zaś aż 67% projektów jest realizowanych z partnerem badawczym, laboratorium lub instytutem, a tylko 33% projektów jest realizowanych we współpracy z dużymi przedsiębiorstwami. W roku 2019 program RAPID został podporządkowany nowej Agencji Innowacji w Dziedzinie Obronności (AID). Do tego czasu wydano w ramach RAPID 410 milionów Euro na około 580 zakwalifikowanych projektów pośród 1600 nadesłanych. Wiele projektów związanych z rozwojem dronów realizowane było właśnie przez RAPID i program ten przyczynił się do rozwoju rynku dronów we Francji. Obecnie (2023) rocznie przesyłanych jest w ramach RAPID około 600 projektów z których ok. 270 jest finansowanych w ramach projektu. Firmy mogą otrzymać do 80 % wydatków kwalifikowalnych.

DRAFT

Kolejnym krokiem DGA wspierającym innowacje, było powołanie programu ASTRID (Accompagnement Spécifique des Travaux de Recherches et d'Innovation Défense). Celem programu ASTRID jest wspieranie projektów badawczych i innowacyjnych przemysłu wysokich technologii (high-tech), które dotyczą zagadnień badań cywilnych będących przedmiotem zainteresowania wojska. Mechanizm wsparcia w ramach ASTRID przydziela środki finansowe na projekty badawcze podwójnego zastosowania do kwoty 300 000 euro na okres 18–36 miesięcy. W drugim kroku program rozwojowy ASTRID Maturation wspiera dalszy rozwój projektów ASTRID, przeznaczając do 500 000 € na okres 2-3 lat. Projekty nadzoruje Narodowa Agencja ds. Badań (Agence nationale de la recherche ANR), ale środki na jego realizacje pochodzą z MON, w tym przypadku z AID. Program ten, podobnie jak RAPID ma znaczenie w pracach nad dronami we Francji. Obecnie DGA posiada 18 oddziałów we Francji, zatrudnia 10 500 cywilnych i wojskowych ekspertów, z których 60% to kadra kierownicza, inżynierowie lub eksperci. Ale zaledwie 20% jej personelu to personel wojskowy, zaś jej szefem jest cywil, kpt. rez. Emmanuel Chiva, z doświadczeniem w zarządzaniu w sektorze prywatnym.

Rozrastające się znaczenie Start-upów oraz MiŚ oraz gwałtowny rozwój nowych technologii wymusił na DGA powołania podległej ale niezależnej agencji odpowiedzialnej za badania i innowacje. 1 września 2018 roku utworzono Agencję Innowacji w Dziedzinie Obronności (l'Agence de l'innovation de défense - AID). Celem AID jest ukierunkowanie i wspieranie innowacji od badań podstawowych na niskim poziomie gotowości technologicznej (TRL) na wyższe poziomy, w tym „militaryzacji" pomysłów i technologii pochodzących z sektora cywilnego. Agencja zatrudnia ok. 100 doświadczonych osób, które monitorują wszystkie struktury innowacyjne działające w ramach francuskiego przemysłu (klastry, laboratoria, uczelnie, itp.) w celu wychwytywania pojawiających się innowacji. Stanowi punkt kontaktowy dla każdego właściciela projektu innowacyjnego, firmy czy uczelni opracowującej technologię wojskową lub podwójnego zastosowania. Agencja jest głównie nakierowana na projekty średnio- i długo- okresowe. Jest organizacją ministerialną o kompetencjach krajowych. Wcześniej agencja dysponowała budżetem około 1 mld euro rocznie. Jednak jej wydatki włączono we francuski Plan Modernizacji Technicznej wojska (La loi de programmation militaire - LPM). Dysponując tym specjalnym budżetem w wysokości 10 mld euro gwarantowanych w LPM na lata 2024-2030 zdecydowanie wzmocni w dziedzinie innowacji rozwój francuskich sił zbrojnych.
W ramach AID utworzono również jednostkę ds. zakupów zajmującą się pozyskiwaniem innowacji. Ale której zadaniem jest też badanie nowych podejść do zamówień publicznych poprzez szerokie wykorzystanie przepisów francuskiego kodeksu zamówień publicznych i oparcie się na uproszczonych modelach rynkowych. Przykładem takich działań jest zakup dronów DT46 nie przez DGA a przez Dyrekcję ds. Obsługi Technicznej Lotnictwa, która prawdopodobnie uzyskała ścieżkę zakupu innowacyjnych rozwiązań z rynku cywilnego, jeśli zostały one już tam wdrożone i sprawdzone a wojsko uznało zasadność takiego zakupu.
AID próbuje też stworzyć perspektywiczną wizję obronności Francji poprzez zebranie grupy autorów science fiction i futurologów, którzy mają rozwinąć swoją wizję przyszłości. Konkretnie rzecz ujmując, AID podjęła decyzję o utworzeniu komórki składającej się z 4-5 osób, której zadaniem jest przewidywanie scenariuszy przyszłych zagrożeń a także kierunków rozwoju przyszłego pola walki.
W ramach AID powołano także nowe narzędzia, takie jak Laboratorium Innowacji i Obrony (Innovation Défense Lab), zaprojektowane w celu przyspieszenia eksperymentowania, prototypowania i wdrażania innowacji. Laboratoria te są akceleratorami mającymi usprawnienie współpracy pomiędzy użytkownikami końcowymi (marynarką wojenną, wojskami lądowymi, siłami specjalnymi, artylerią, itp.) a podmiotami innowacyjnymi (uczelniami, przemysłem, start-upami, itp.) celem szybkiego i sprawnego wprowadzenia eksperymentów i prób danego projektu, aby skrócić proces jego ewentualnego wdrażania do

minimum. Obecnie istnieje wiele tematycznych tego typu akceleratorów pracujących nie tylko dla poszczególnych rodzajów wojsk ale przede wszystkim rodzajów broni. Wokół nich powstało też wiele klastrów łączących firmy typowo cywilne z wojskowymi pracami.
W 2023 r. AID uruchomiła około 400 różnych projektów, których celem jest wsparcie badań naukowych (ponad 200 projektów), innowacyjnych firm (ponad 150 projektów) czy rozwiązań proponowanych przez pracowników Ministerstwa Sił Zbrojnych. Ponadto w ciągu roku zidentyfikowano ponad 700 nowych startupów których prace mogą potencjalnie zainteresować czynniki wojskowe. Na zanotowanych do jesieni 2024 r. 333 projektów innowacyjnych AID, 240 zostało zgłoszonych przez firmy, 22 pochodziły ze świata akademickiego, 37 projekty to wewnętrzne MON, 34 to projekty rozpoczęte przez pracowników cywilnych i wojskowych MON.

AID bardzo ściśle współpracuje z technicznymi ośrodkami naukowymi we Francji. Przykładem tego może być projekt „Proxilearn/Udrone" realizowany przez Narodowy Instytut Badań nad Nauką i Technologią Cyfrową (INRIA) i Uniwersytetem w Aix-Marsylii. Projekt ten ma na celu umożliwienie małym dronom latania w bardzo ograniczonych przestrzeniach, takich jak rury lub kanały powietrzne. Wykorzystywać mają przy tym sieć neuronową dla stworzenia obrazu 3D otaczającego go środowiska, a tym samym pozyskiwać dane takie jak obraz, czy dźwięk. Trudno też nie wspomnieć o wkład Grand Equipement National de Calcul Intensif (CEA) w rozwój techniki wokół dronowej. CEA posiada roczny budżet powyżej 5,8 mld euro i wspiera swoimi badaniami i projektami zarówno DGA, AID oraz przemysł francuski.

Francja utworzyła też dwa fundusze wspierające innowacyjne start-upy oraz MiŚ: Definvest oraz Definnov. Pierwszy z nich - Definvest, został uruchomiony w 2017 r. przez DGA. Dysponuje on funduszem 100 mln euro i może zainwestować w jednej firmie do 10 mln euro na okres do 12 lat. Inwestycje mogą obejmować promocję eksportu, finansowanie projektów innowacyjnych czy nawet przejęcia. Drugi fundusz Definnov powołany w 2020 roku podlega AID i jest funduszem podwyższonego ryzyka. Jego kapitał wynosi 200 mln euro, zaś maksymalny okres inwestycji wynosi 6 lat z możliwością przedłużenia o kolejne 3 lata. Pojedyncza inwestycja nie może przekroczyć 20 mln euro i 30% udziału w jednym podmiocie.

Warto też wspomnieć o współpracy międzynarodowej Francji w zakresie badań i rozwoju nowych technologii (w tym dronów, np. Zephyr). We współpracy dwustronnej pierwszym partnerem Francji jest Wielka Brytania, a następnie USA, Singapur i Niemcy (wspólne programy badawczo-technologiczne poza programami badawczo-technologicznymi ISL10). W ostatnim czasie zyskała też współpraca z Ukrainą. Pozwala to Francji wzbogacać się na zasadzie wymiany, o innowacje innych krajów oraz realizowanie wspólnych projektów korzystnych dla wielu stron porozumienia. Międzynarodowa współpraca badawczo-rozwojowa Francji opiera się na trzech głównych podstawach:
- francusko-brytyjskim traktatem Lancaster House zapewniającym współpracę w zakresie prac badawczo-rozwojowych w zakresie zwalczania pocisków rakietowych i zagrożeń na morzu,
- francusko-niemieckiej współpracy w zakresie programów SCAF i MGCS, które kształtuje innowacje w dziedzinie wojny powietrznej i lądowej,
- Europejskim Funduszu Obronny który oferuje skuteczną platformę współpracy z innymi, mniej znaczącymi dla Francji partnerami (głównie z Europy Środkowej).

W roku 2023 MiŚ firmy francuskie stanowiły aż 20% wydatków francuskiego MON (6,8 mld Euro). Widząc iż coraz większą rolę w rozwoju technologii dla sił zbrojnych odgrywają MiŚ w roku 2024 powołano program PEPS. Francuski MON w ramach tego programu ma oferować pomoc finansową dla MiŚ, pomoc pozafinansową (szczególnie w zakresie ochrony cybernetycznej ale też dostępu do rynku publicznych zamówień czy eksportu), a także

UNCLASSIFIED

wsparcie firm w utrzymaniu ich działalności. DGA któremu będzie podlegał ten program wspierać też będzie w MiŚ firmach utrzymywanie odpowiednich mocy produkcyjnych oraz zdolności pracy na rzecz wojska. Jak się można domyślać PEPS ma też zwiększyć współpracę DGA i AID z MiŚ, gdyż w ostatnim okresie projekty realizowane przez ten sektor stały się mniej kosztochłonne oraz bardziej terminowe od projektów realizowanych przez duże korporacje. Trudno ocenić ten program gdyż obecnie jest on na etapie prezentacji i przygotowań do wdrożenia.



Rys. 148 W 2018 DGA zaczęła otwierać centra innowacji technicznych, gdzie znajdują się min. ośrodki testowania rozwiązań technologicznych, całość ma także oddziaływać na rozwój technologiczny na szczeblu lokalnym, źródło DGA

Obecnie Francje można zaliczyć do krajów przodujących na Świecie w badaniach i rozwoju konstrukcji dronów. W dwóch rodzajach dronów: programu „lojalnego skrzydłowego" oraz programu podwodnych dronów myśliwskich jest zaś w ścisłej światowej czołówce. Mimo to ma jeszcze wiele do nadrobienia, min. w sferze dronów lądowych, FPV czy rozpoznania średniego zasięgu. A w wielu programach w sposób widoczny odstaje od nawet takich krajów jak Estonia czy Ukraina (drony WRE, FPV, drony lądowe). Jednak dzięki dużym nakładom na badania i rozwój ma szansę szybko nadrobić te zaległości, a badania prowadzi już od ponad 70 lat. O sile i determinacji rozwoju francuskich dronów niech świadczy fakt że Francja zamierza dostarczyć lub sfinalizować Ukrainie docelowo do pół miliona (dane podane przez jednego z blogerów) dronów do różnych misji, takich jak FPV, obserwacja, namierzanie celów naziemnych i walka elektroniczna, co może postawić ją w roli głównych partnerów Ukrainy.

DGA
DIRECTION
GÉNÉRALE
DE L'ARMEMENT

Podsumowanie (przyszłość)

Chociaż armia francuska używa dronów od ponad 50 lat, znacznie zdywersyfikowała ich flotę, aby sprostać wszystkim wyzwaniom związanym z zaangażowaniem sił zbrojnych. Tak więc, od nanodronów po drony taktyczne, siły lądowe mają już pokaźną flotę, która ma się nadal rozwijać do 2030 roku, kiedy ma osiągnąć pierwszy etap dronizacji. Ta tendencja do wspierania działań wojsk lądowych za pomocą zautomatyzowanych systemów będzie się utrzymywać we francuskiej armii, wraz z rozwojem robotów i dronów, które wzmocnią masę wojsk lądowych i zapowiada głębokie zmiany w prowadzeniu operacji. W związku z tym podejście oparte na zautomatyzowanych systemach będzie w przyszłości integrować wiele form współpracy pomiędzy:

- Poszczególnymi dronami (roje),
- Dronami naziemnymi i powietrznymi,
- Systemami sztucznej inteligencji a dronami i robotami,
- Pomiędzy w/w czynnikami a systemami dowodzenia,
- Pomiędzy w/w czynnikami i autonomicznością dronów a człowiekiem.

W związku z tym do 2030 r. armia francuska zakłada że będzie dysponować "systemowymi pododdziałami dronów", czyli autonomicznymi dronami i robotami, które jednocześnie będą utrzymywać ludzi w pętli decyzyjnej. Da to możliwość tworzenia jednostek robotycznych składających się z kilku robotów naziemnych i powietrznych sterowanych przez małą liczbę operatorów. Zakłada się że pododdziały te osiągną zdolność do następujących operacji:

- ścisłej współpracy między różnymi systemami: między różnymi typami robotów lub między robotami a dronami, takimi jak roje dronów lub roboty logistyczne itp.,
- współpracy człowieka i maszyny, które ma być nadzorowane i regulowane we wszystkich dziedzinach (etycznych, prawnych, technicznych, doktrynalnych itp.).



Rys. 149 Siedziba Dyrekcji DGA i Ministère des Armées , tzw. Hexagon Balarda. Nowoczesny zespół budynków oddany do użytku w 2015/6 roku, jest zakaz fotografowania budynków, źródło: wikipedia/ Guilhem Vellut

Wprowadzany projekt VULCAIN (o którym już pisaliśmy) powinien zapewnić kompletne zdolności robotyczne powietrze-ziemia, których operacyjne i taktyczne wykorzystanie zostanie opanowane przez armię do 2040 roku. W związku z Battle Lab Earth będzie eksperymentować z różnymi potencjalnymi zastosowaniami robotów i jednostek robotycznych oraz oceniać operacyjne i taktyczne korzyści z robotyki, a także jej ograniczenia. Od 2025 r. w ramach funkcji operacyjnych zostaną utworzone jednostki pilotażowe, które będą kontynuować przydzielanie tych systemów. Stąd, jak wspomnieliśmy od 2030 roku armia powinna dysponować pierwszymi operacyjnymi jednostkami robotycznymi.

Projekt VULCAIN, ma współdziałać z programem Scorpion oraz programem Titan. Ten ostatni program ma do 2040 roku, przenieść poziom przyszłej walki wojsk lądowych na poziom między komponentowy oraz zintegruje zdolności wojsk zmechanizowanych, artylerii, wsparcia powietrznego ze wsparciem elektronicznym, cybertaktyką oraz systemami dronowymi i robotycznymi, co będzie kluczowe dla walki o wysokiej intensywności. Francja zakłada że od około roku 2040 francuskie WL powinny być zdolne toczyć walkę w wymiarach 5D, 3D i 2D oraz pola informacyjnego. Zatem od 2040 r. siły zaangażowane w działania o dużej intensywności będą składać się z:

- jednostek operacyjnych, wykorzystywanych w szczególności do penetracji, niszczenia lub zakłócania działania systemu przeciwnika. Będą one wyposażone głównie w zdolności programu Titan;
- jednostek taktycznych, wyposażone głównie w systemy SCORPION, ze wsparciem TITAN (artyleria, systemy robotyczne i dronowe, wojska zmechanizowane, wsparcie elektroniczne itp.).

Całość będzie połączona łącznością powietrzno-lądową i będzie obejmowała kompatybilność technologiczną Scorpion - Tytan, z możliwością dalszej modernizacji w połowie okresu ich eksploatacji, po 2045 roku.



UKRAINA

Historia

Historię ukraińskich dronów w zasadzie należałoby zacząć od drona TU-141 Стриж (Szybki), gdyż ten typ dronów Ukraina „odziedziczyła" po ZSRR, w roku 1991. Nie znaleziono dowodów na to iż używano ich poprzedników – dronów TU-123. TU-141 był rzadko używany w latach dziewięćdziesiątych przez ZSU a ich reanimacja rozpoczęta została w roku 2014, po agresji Rosji na Ukrainę, gdzie prawdopodobnie użyto go po raz pierwszy bojowo na Ukrainie. Drony te były produkowane w latach 1979-1989 w liczbie około 152 sztuk. Drony te miały zasięg aż 1000 km i mogły przenosić różne ładunki, w tym kamery filmowe, kamery w podczerwieni, kamery EO i radar obrazowania. Po rozpoczęciu pełnoskalowych działań w roku 2022, drony te przygotowano w roli pocisków dalekiego zasięgu. Najsłynniejszym incydentem związanym z ukraińskimi TU-141 był nieplanowany przelot jednego z nich poprzez Rumunię, Węgry aż do rozbicia się w okolicach Zagrzebia w Chorwacji. Inne prawdopodobne przypadki użycia to zestrzelenie dwóch dronów przez rosyjską OPL w rejonie Kurska oraz ataki na lotnisko wojskowe Engels-2 w grudniu 2022 roku. Ataki te zmusiły rosyjskie lotnictwo do przebazowania, co było niewątpliwie sukcesem tak przestarzałego rozwiązania jak TU-141. Ostatni znany incydent to prawdopodobne zestrzelenie T-141 w okolicach Tuły w roku 2023. Od tego incydentu żadna ze stron konfliktu nie informowała o użyciu TU-141.



Rys. 150 TU-141 na stanowisku startowych, lata 80-siąte, źródło: medium.com

Kolejny wg lat produkcji, na Ukrainie był używany TU-143 Рейс (Rejs). Wyprodukowano go w ilości około 950 egzemplarzy i był on udoskonaloną wersją TU-141. Był to system rozpoznania taktycznego krótkiego zasięgu (60–70 km) zdolny do lotów na niskim pułapie. Początkowa wersja przenosiła kamery filmowe, ale późniejsze wersje przenosiły ładunek telewizyjny lub do wykrywania promieniowania, z danymi przekazywanymi do stacji naziemnej za pośrednictwem łącza danych. Nie wiadomo ile sztuk tego sprzętu trafiło na Ukrainę. W 2014 co najmniej dwie sztuki zostały zestrzelone nad Donbasem. Prawdopodobnie użyto go też w roku 2022 w okolicach Kurska i w 2023 roku w okolicach Briańska.
W sumie w pierwszym roku wojny w 2022, zestrzelono lub rozbiło się o cel czternaście dronów TU141/143. Zbliżona liczbę zarejestrowano w roku 2023 i prawdopodobnie kilka sztuk w marcu 2024.



Rys.151 Tu-143 w ramach kompleksu VR-3 w Muzeum Historii Wojskowości Sił Powietrznych Sił Zbrojnych Ukrainy, Winnica, źródło: Георгій Чернілєвський

Pierwsza generacja dronów Ukraińskich to drony „odziedziczone” po ZSRR i gdyby nie wojna prawdopodobnie niewiele by o nich było wiadomo, poza nielicznymi przypadkami użycia w latach 90-tych.

Bezpilotowe Statki Powietrzne i ich rozwój

Wojna, która rozpoczęła się w Ukrainie w 2014 roku, otworzyła kolejny okres rozwoju dronów i ich bojowego wykorzystania. Choć już przed tym rokiem niektóre małe ukraińskie firmy produkowały drony, to były to raczej modele hobbystyczne. A od 2011 pojedyncze sztuki dronów (min. z Żytomierskiego Instytutu Wojskowego) można było spostrzec na niektórych ćwiczeniach Zbrojnych Sił Ukrainy (ZSU). Ale do 2014 nie wiele osób zdawała sobie sprawę ze znaczenia dronów dla współczesnego pola walki, stąd poza okazjonalnymi

sztukami i 385 brygadą (o której niżej) ZSU nie posiadała na swoim wyposażeniu dronów. W 2014 niemiłym zaskoczeniem dla ukraińskich wojsk a szczególnie artylerii było masowe pojawienie się rosyjskich dronów Orłan-10. Były one dosyć prymitywne w produkcji ale przede wszystkim masowe i tanie, co dawało im przewagę na polu walki w lecie 2014 r. Co interesujące to właśnie Rosjanie w 2014 roku po raz pierwszy użyli dronów zrzucających improwizowane ładunki wybuchowe na zaobserwowane cele. Stąd ukraińscy ochotnicy postanowili również zastosować ten środek walki.

Pierwsza ukraińska formacja, która zdecydowała się na wykorzystanie cywilnych dronów do celów bojowych, powstała w czerwcu 2014 roku pod nazwą Aerorazwitka (Аэроразведка). Historia zaczęła się od ochotnika z batalionu Azov – Natana Chazina, który po nieudanej próbie pozyskania pomocy wojskowej w Izraelu, zwrócił się do kolegi z Majdanu – Olega (nazwisko do tej pory nie ustalone), o użyczenie drona DJI Phantom dla Aerorazwiedki. I był to prawdopodobnie pierwszy bezzałogowy dron użyty a froncie! Ochotnik Wołodimir Koczetkow-Sukach, przy pomocy tego drona, pomógł okrążonemu od dwóch tygodni pododdziałowi Azova przebić się do własnych pozycji. To było pierwsze udane użycie drona na wojnie w Ukrainie. Latem i jesienią 2014 roku stale już prowadzono prace nad ulepszeniem technologicznym i udoskonaleniem cywilnych dronów. Podczas walk o lotnisko w Doniecku na przełomie 2014 i 2015 roku Aerorazvidka po raz pierwszy spotkała się z działaniem WRE ze strony rosyjskiej, co zmusiło ją do szukania sposobów rozwiązania tego problemu. W grudniu 2015 r. członkowie Aerorazvidki zostali oficjalnie włączeni do Sił Zbrojnych Ukrainy jako Centrum Wdrażania i Wsparcia Zautomatyzowanych Operacyjnych (Bojowych) Systemów Kontroli w ramach Wojsk Łączności Cyberbezpieczeństwa. W 2020 roku Centrum zostało zlikwidowane, ale jego członkowie zostali przeniesieni do różnych innych jednostek wojskowych, gdzie kontynuowali pracę z BSP.
W latach 2016-21 Ukraińcy powodu ograniczeń w użyciu artylerii, narzuconych przez Porozumienia Mińskie z roku 2015, zaczęli zrzucać z dronów granaty i miny na rozpoznane okopy przeciwnika. W między czasie Aerorozvidka oprócz wykorzystania dronów, naciskała na rozwój koncepcji szkoleniowych i operacyjnych, a także na budowę własnych interfejsów, sensorów i w dalszym kroku, produkcję własnych bezzałogowych statków powietrznych.
Zatem już w 2014 powstały podwaliny znacznej części firm dronowych na Ukrainie. Najczęściej w 2014 r. były to pomysły modelarzy-hobbystów. Pierwsze drony, złożone w większości z drewna i pianki, zostały wyposażone w kamery jakie były pod ręką. Wtedy to też powstały pomysły na pierwsze profesjonalne i seryjne drony takie jak „Walkiria". Pierwszymi zamawiającymi nie było też Państwo ale wolontariusze lub Gwardia Narodowa. Już w 2014 pierwsze instytucje państwowe, takie jak Państwowe Centrum Naukowo-Badawcze Sił Zbrojnych Ukrainy, podjęły współprace z firmami prywatnymi. Pomagały im przejść etapy badań państwowych, pokazywały jak stworzyć dokumentacje techniczną. Pierwsze małoseryjne produkcje zaczęły się już na przełomie 2015/2016 roku. Zaś pierwsze dopracowane serie dronów zaczęły wychodzić od 2016. W tym też roku ukraińskie instytucje państwowe postawiły warunek współpracy - standaryzacja dronów oraz zdolność do masowej produkcji. Kto ich nie spełniał nie miał szans na państwowe kontrakty. Warunków wojska było więcej ale nie będziemy o nich pisać. O ile w roku 2015 można było zauważyć jeszcze zakupy ukraińskiego wojska pojedynczych zestawów lub krótkich serii dronów, to już w latach 2016-2021 zamówienia szły w ilościach kilkudziesięciu a nawet kilkuset zestawów. Z tym iż zestawy ukraińskie liczyły po 2-3 samoloty. Ceny ówczesnych dronów wahały się od 3000 $ do nawet 20 000 $. Były to przede wszystkim rozpoznawcze BSP. Do 2022 r. zakupiono ze środków MON i przyjęto na uzbrojenie (nie mylić z certyfikacją) następujące BSP:
2016 – ACS-3, Leleka – 100,
2017 – Sparrow, Walkiria, UA Beta, MP-1/003 Spectator-M, Hawk (nie sprawdziły się),
2018 – Observer – S,

2019 – brak
2020 – Bayaraktar, Windhover,
2021 – FlyEye 3.0
2022 - D-80 Discovery, E-300 Enterprise + 5 innych
Do 2021 wyłoniło się na Ukrainie 7 głównych dostawców dronów dla ukraińskiej armii(nie licząc Ukroboronprom z firmą zależną - OJSC Meridian. S.P. Korolev): UkrSpec Systems, DeViRo, Athlon Avia,Skyeton, UA Dynamics, Sparrow i Aviation Systems of Ukraine. Roczna wartość zakupów dronów na Ukrainie zaczęła sięgać setek mln hrywien (ok. 80-120 mln PLN), co pozwalało firmom nie tylko przeżyć ale rozpocząć na mała skalę własne badania oraz wychodzić z pojedynczymi sztukami na rynek zewnętrzny. Do tego doszły jeszcze zamówienia fundacji, jakie głównie były finansowane przez branżę IT, działającą często poza granicami Ukrainy. Produkowane dla sił zbrojnych Ukrainy były wówczas drony rozpoznawcze, współpracy z artylerią i rzadko amunicja krążąca. Od ok. roku 2020 na Ukrainie zaczęło się pojawiać zainteresowanie dronami FVP. W 2021 po raz pierwszy pojawiać się zaczęły pojedyncze egzemplarze w strefie ATO. Ale to dopiero Bachmut stał się pierwszym miejscem, gdzie drony kamikadze były powszechnie i masowo używane. W sumie szacuje się że w styczniu 2022 roku na wyposażeniu ZSU ponad 5000 zestawów różnego rodzaju dronów.



	RQ-11B Raven	Bayraktar TB2	Switchblade 300	Switchblade 600	RQ-20 Puma
Тип БПЛА	Розвідувальний	Ударний	Камікадзе	Камікадзе	Розвідувальний
Маса, кг	1.9	650	2.5	22.7	5.9
Габарити: довжина/розмах крил, м	0,915/1,372	6,5/12	61/-	0,495/0,686	1,4/2,8
Дальність польоту, км	10	150	10	40	15
Висота польоту: робоча/максимальна, м	30-152/4300	-/8200	150/4500	150/4500	-
Тривалість польоту, хв	60-90	1620 (27 годин)	15	40	120
Крейсерська/максимальна швидкість, км/год	32-81	130/222	100/157	110/185	37/83
Озброєння	Відсутнє	Протитанкові ракети та авіаційні бомби А саме: інтелектуальні боєприпаси MAM (уламково-фугасні та термобаричні); протитанкові ракети UMTAS дальньої дії; ракети Roketsan Cirit; лазерно керовані ракети; бомби; модульні боєприпаси	Заряд вибухівки, еквівалентний 40-мм гранаті, для знищення легкої бронетехніки та особового складу	Протитанкова боєголовка або протитанкова ракета FGM-148 Javelin	Відсутнє

** - робота над укладенням контракту на передачу Swithcblade 600 розпочалось у серпні 2022 року*

Rys.152 Typy dronów przekazane bądź zakupione przez Ukrainę do sierpnia 2022 roku. Brakuje tutaj min. polskich FlyEye (używane od 2015 r. na Ukrainie) czy Warmate, które były już w posiadaniu Ukrainy w roku 2022. źródło: argumentua.com

W roku 2017 rozpoczęto prace nad systemem świadomości sytuacyjnej „Delta". Jest to o tyle istotne iż ta sieć zarządzania walką, od początku była przewidywana do odbierania i agregacji danych w chmurze z UAV ale też z satelitów, służb wywiadowczych czy innych środków rozpoznania i przetwarzania ich w ten sposób że tworzyła dla użytkowników prawie pełen obraz sytuacji na polu walki. Sama Delta jest dostępna za pośrednictwem laptopa i zawiera wszystkie informację potrzebne do podjęcia decyzji i wydania rozkazów adekwatnych do

rozwoju sytuacji taktycznej. Wykryte siły oznaczone na mapie sieciowej mogą być używane do planowania uderzeń lotniczych i artyleryjskich. Delta została użyta w pierwszych dniach wojny, pomagając koordynować uderzenia na ugrzęźnięte rosyjskie konwoje podczas bitwy o Kijów. System wszedł w rozszerzone zastosowanie operacyjne w sierpniu 2022 roku.

W sierpniu 2021 Ministerstwo Przemysłu Strategicznego wprowadziło elektroniczny Rejestr Uczestników i Wykonawców Zamówień Państwowych, gdzie znalazło się siedem firm dronowych. Rejestr miał przede wszystkim wyeliminować wszelkie nieprawidłowości w zamówieniach ale też pokazać ile i jakich firm jest zdolna dostarczać wojsku sprzęt, a przede wszystkim w jakich ilościach. Rejestr miał też wykluczać pośredników oraz pełnić funkcję antykorupcyjne. Dał on dosyć dobry wgląd w prywatny przemysł zbrojeniowy.
Oprócz własnej produkcji, Ukraina pozyskiwała też drony z zagranicy. Do takich przykładów można zaliczyć przekazane przez Departament Obrony USA 24 kompleksy (72 samoloty) dronów taktycznych RQ-11B Raven. Są to bezzałogowce zwiadowcze które operują na małych wysokościach. Cena jednego to około 35 tysięcy dolarów. Podobnie sprawa miała się z Switchblade 300 o wartości 6 tys. dolarów sztuka. W marcu 2022 r. Stany Zjednoczone włączyły te bezzałogowce do pakietu pomocowego i przekazały Ukrainie ponad 700 takich urządzeń. W tym samym roku przekazano pierwsze Swithcblade 600 o wartości około 10 000 $ za sztukę. W 2019 roku Ukraina podpisała umowę z Turcją na zakup dronów rozpoznawczo-uderzeniowych Bayraktar TB2. W 2020 roku Ukraina miała już w służbie 107 takich dronów. Minimalny koszt jednego z nich to 5 mln USD. Oczywiście należy też tutaj wspomnieć o polskich dronach FlyEye, Warmate czy Lemur, które działy także na Ukrainie, nawet przed 2022 r.

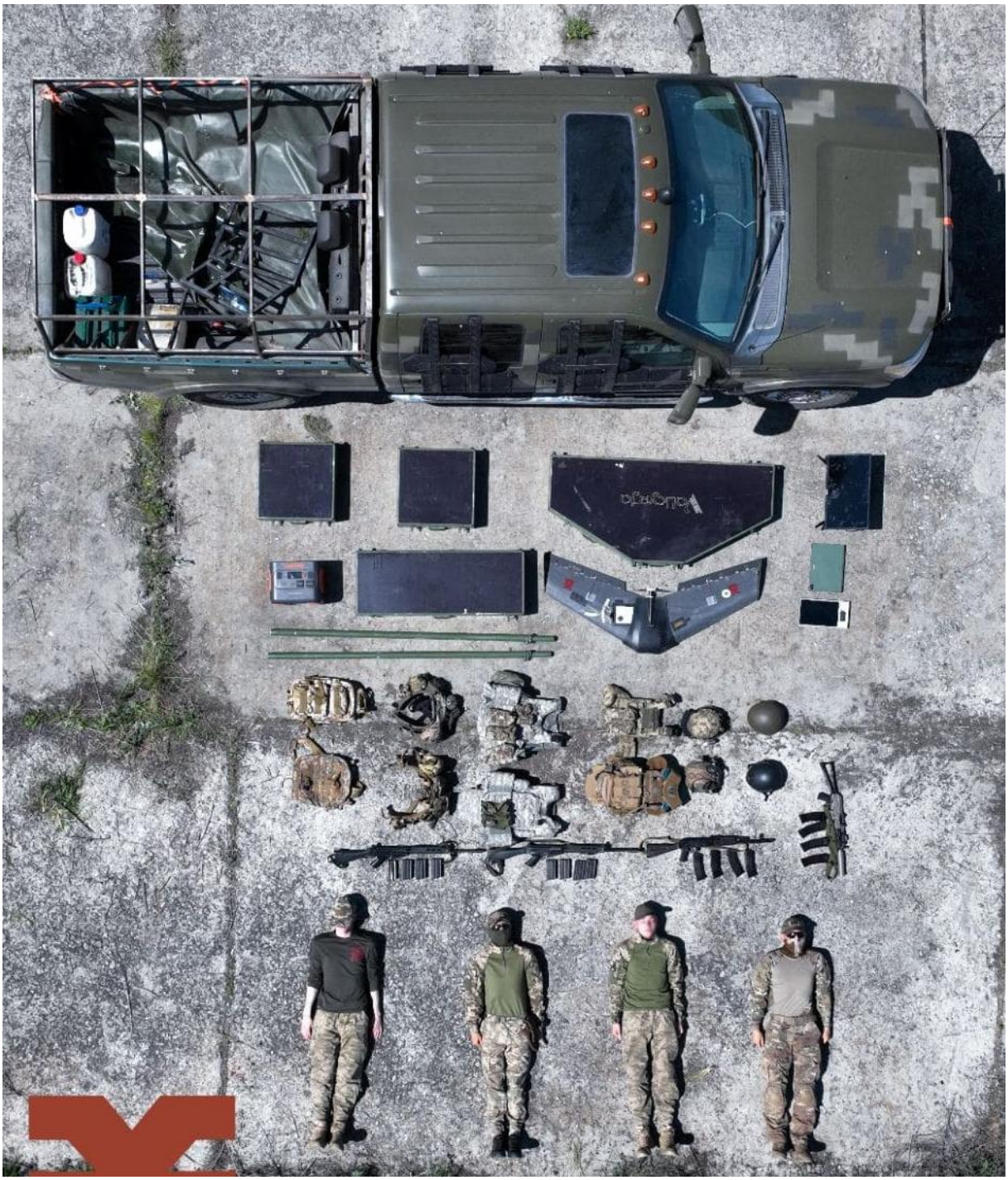
Kiedy 24 lutego 2022 r. rozpoczęła się pełnoskalowa inwazja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę, byli weterani Aerorazvedki wrócili w szeregi. Wielu cywilów przekazało swoje komercyjne drony na potrzeby Sił Zbrojnych Ukrainy lub przekazało środki na ich zakup za granicą. Wraz z zwiększającą się liczbą brygad na froncie, dostępna liczba operatorów dronów okazała się nie wystarczająca. Dlatego zaczęły się samorzutnie tworzyć pojedyncze grupy operatorów dronów, a potem plutony i kompanie w ramach samodzielnych brygad na froncie. Pododdziały te prowadziły rozpoznanie powietrzne, sprawowały kontrolę nad polem walki i współpracowały z artylerią. W pierwszych miesiącach Siły Zbrojne RF były bardzo zaskoczone takim nasyceniem dronami ze strony ukraińskiej. W zasadzie od lata 2022 roku na każdym aktywnym odcinku frontu kilka ukraińskich bezzałogowców stale wisiało w powietrzu, podczas gdy Rosjanie praktycznie ich nie mieli. Dopiero od połowy 2023 roku mniej więcej liczba rosyjskich dronów na froncie zrównała się z liczbą dronów ZSU. Od wiosny 2022 roku zaczęły się ukazywać ukraińskie filmy z atakami improwizowanych dronów kamikadze. Niosło to ze sobą też skutki negatywne: z biegiem czasu dowództwo niektórych brygad zaczęło wymagać od swoich podwładnych określonej liczby filmów w danym okresie czasu (na przykład 3-5 tygodniowo) oraz opinia publiczna nabierała przeświadczenia iż prawie każdy atak był skuteczny, bo publikowano tylko te filmy z udanymi akcjami. A to powodowało iż zużywano zbyt wiele dronów na cele „propagandowe" zamiast na priorytetowe.
Trzeba podkreślić że masowe użycie bezzałogowców na Ukrainie w roku 2022, było odpowiedzią na niezdolność obu stron do ustanowienia kontroli na niebie. Zmusiło to obie armię do zwiększenia użycia broni dalekiego zasięgu, artylerii, rakiet i właśnie dronów. Era dronów w tej wojnie rozpoczęła się od powszechnego użycia dużych dronów, zarówno rozpoznawczych BSP (np. PD-2) jak i uderzeniowych, takich jak np. Bayraktar TB2. Już w pierwszych tygodniach wojny TB2 zaczęły współdziałać z ukraińskim lotnictwem i rozszerzyły zdolność do rażenia celów naziemnych. Były używane podczas operacji do zniszczenia krążownika rakietowego Moskwa, a także w bitwie o wyspę Żmiji na Morzu Czarnym. To powszechne wprowadzenie dronów dało Siłom Zbrojnym Ukrainy asymetryczną przewagę.

DRAFT

zdjęcie	dron / firma	wysokość max	masa	udźwig	czas / zasięg lotu	km/h max
	PD-1 / UkrSpec Systems	4000	45	7	10 h	140
	PD-2 / UkrSpec Systems	VTOL. 5000	55	8	8/10 h	160
	Leleka - 100 / DeViRo	1500	5	0,5	2-2,5h /100 km	120
	A1-CM "Furia" (amo) frima Athlon Avia	1500	6	b/d	do 3h/200 km	130
	Sparrow/ Spaitech Odessa	2000	4	b/d	60-80 min/70 km	110
	Walkiria / Aviation Systems of Ukraine	2000	3,5	b/d	120min/35k m	100
	Windhover / Spaitech	b/d	11,5	b/d	do 60 min./60 km	
	ACS-3M / Skyeton	3500	23	5	18-28 h/240 km (ofline do 2,5 tys. km.	140
	Punisher / UA Dynamics	400 ?	7,5	2,5 (w tym bomby)	45km	200

Rys.153 Dane niektórych dronów ukraińskich firm będących na wyposażeniu ZSU w 2022 r.

Jednak słabość Bayraktara (min. niska prędkość duża rozpiętość skrzydeł i duża powierzchni odbicia fal radarowych) sprawiły, że gdy armia rosyjska uporządkowała swój systemy obrony powietrznej i walki elektronicznej (WRE), nastąpił gwałtowny wzrost strat. A to w połączeniu z wysokimi kosztami (ok. 5 mln dolarów) zmusiło armię ukraińską do rezygnacji z użycia dużych dronów. Ograniczano się do zakupów najlepszych dronów, które miały szanse wykonać co najmniej kilkanaście misji (np. Vector). Miejsce dużych dronów uderzeniowych zajęła amunicja krążąca (np. Switchblade, Warmate 1) a z powodu jej małej dostępności, bądź nie sprawdzenia się w warunkach frontowych, funkcje te zaczęły przejmować drony FPV(First-Person View). Z tych samych powodów masowo zaczęły się pojawiać tanie, chińskie drony z rodziny Mavic lub Autel.



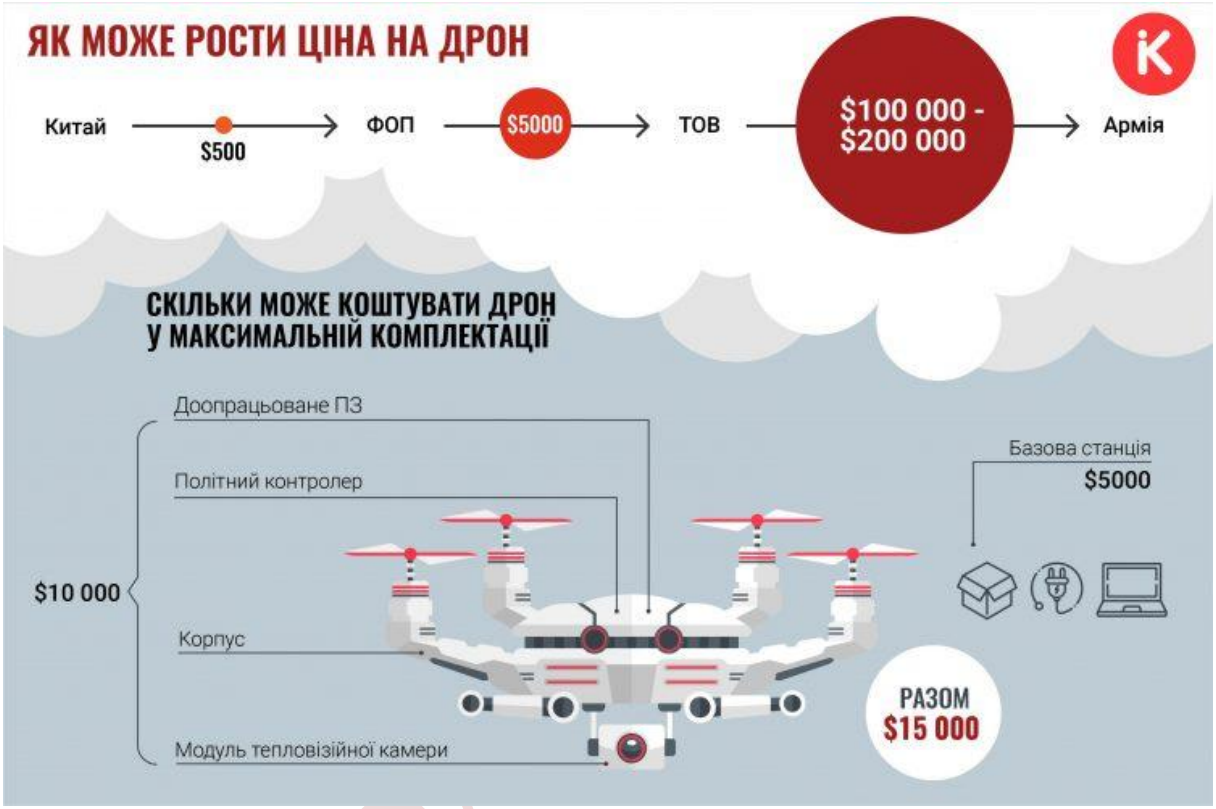
Rys. 154 Wyposażenie i uzbrojenie sekcji rozpoznania BSP kompanii „Khorne Group" ze 116 Samodzielnej Brygady Zmechanizowanej – 2022 rok, źródło: wikiwarriors.org

Jak już wspomniano cechą pola walki w 2022 roku było szybkie „schodzenie" dronów w dół organizacji wojskowej. O ile drony zwiadowcze były na początku 2022 r. w służbie dywizji lub brygad, żadziej batalionu (w najlepszym razie) oraz artylerii, to na przełomie 2022/2023 były już obecne każdym batalionie, kompanii, a często w każdym plutonie, a nawet w mniejszych pododdziałach. Podobna metamorfoza zaszła w przypadku dronów FPV i amunicji krążącej: o ile wcześniej drony FPV (i amunicja krążąca) były w służbie tylko w specjalnie sformowanych jednostkach przeznaczonych do użycia takich dronów, o tyle na przełomie roku drony uderzeniowe (quadrakoptery z granatami, FPV, amunicja krążąca) znalazły się w batalionie, w kompanii, a często w plutonie. Choć trzeba przyznać że w samym 2022 roku MON nie był przekonany co do skuteczności FPV i państwowe zamówienia objęły zaledwie 500 sztuk tych dronów. Większą ilość zakupili sami żołnierze bądź wolontariusze. Na przełomie 2022/2023 r. drony stały się już wszechobecne i używane na masową skalę zaś FPV zyskiwały coraz większe znaczenie.

Także w lutym 2022 roku sytuacja całego przemysłu dronowego na Ukrainie się zmieniła diametralnie. Zapotrzebowanie na drony poważnie wzrosło. Ale zaczęły zmieniać się warunki ich użycia. Zaczęły powstawać na zapleczu frontu firmy które je dostosowywały do potrzeb frontowych. Pod koniec 2022 roku w użyciu ZSU było ok. 60-70 modeli dronów różnego typu i rodzaju, od ofiarowanych przez kraje sojusznicze po te kupione przez wolontariuszy lub improwizowane produkowane na zapleczu frontu. Co interesujące Sztab Generalny ZSU i Ukroboronprom nie dały się zaskoczyć tak żywiołowemu wzrostu ilości dronów na froncie. Już w sierpniu 2022 roku opracowano wstępny program rozwoju dronów. W Polsce do tej pory nie ma takiego programu! W powiązaniu z projektem Armia Dronów (o czym niżej), specjaliści zaangażowani w ten projekt, do końca roku usystematyzowali wiedzę na temat bojowego wykorzystania dronów, ich miejsca na polu walki, opracowali zagadnienia dotyczące rodzajów sprzętu, jego charakterystyki taktyczno-technicznej, a także niezbędnej amunicji itp. Podczas prac wzięto pod uwagę dostawy i możliwości współpracy zagranicznej, doświadczenie bojowe ukraińskich pilotów a przede wszystkim współpracę z prywatnymi twórcami UAV w celu szybkiej i bezpiecznej produkcji dronów w ich zakładach. Zebrani zostali przedstawiciele producentów, przekazano im potrzeby, obszary w której spodziewana jest pomoc, możliwości skalowania oraz wydajności produkcji. Dużo też poświęcono uwagi bezpieczeństwu zewnętrznemu (maskowaniu miejsca produkcji dronów) jak i wewnętrznemu (szczególnie gdy chodzi o produkcję dronów FPV lub innych UAV uzbrojonych w aminicję).
Takie podejście umożliwiło min. szybkie opracowanie innowacyjnej strategii działań asymetrycznych (wobec przewagi rosyjskiej artylerii), określenie, jakie siły i środki są potrzebne oraz zaproponowanie zastąpienia tego, czego brakuje, produktami przemysłu obronnego Ukrainy lub krajów partnerskich. Zidentyfikowane zostały uniwersalne platformy nośne do skutecznego wykonywania wszelkiego rodzaju zadań związanych z dronami: rozpoznanie, korekta ognia, niszczenie, retransmisja itp. Umożliwiło to szybkie uruchomienie produkcji seryjnej w przedsiębiorstwach o różnych formach własności, zmniejszenie kosztów utrzymania ruchu i zorganizowanie szkolenia pilotów według pewnych schematów, choć często się zmieniających. Dzięki unifikacji platform bezzałogowców, amunicji do nich i rozpoczęciu masowej produkcji udało się w krótkim czasie zwiększyć ilość produkowanych dronów. Trzeba pamiętać iż w 2022 roku Ukraińcy dysponowali pulą platform które się sprawdziły w strefie ATO, do nich należały wspomniane drony Furia-AS, PD-2 czy Leleka-100. W Polsce, poza ponad 15-letnim Fly-eyem, Lemurem i niektórymi Warmate takich sprawdzonych w warunkach ukraińskich platform do tej pory nie ma.
Dużym problemem wojska w 2022 r., mimo trwającej wojny, była ogromna biurokracja MON oraz mniej lub lepiej ukryte schematy korupcyjne lub „lobbingowe", które wpływały na zakupu dronów lub usług u „ulubionych producentów" (skąd my to znamy?). Do tego doszła niekompetencja urzędników odpowiedzialnych za rozwój branży bezzałogowej, chaos i zamieszanie. Stąd pojawiły się inicjatywy prywatne, omijające Państwo i w swoiste luki zaczął

DRAFT

najpierw wchodzić prywatny biznes a potem nawet JW, które rozpoczęły bezpośrednie zakupy dronów. Dopiero na końcu włączało się w to Państwo. Mimo wszystko to właśnie w 2022 roku zidentyfikowano najważniejsze problemy przemysłu UAV na Ukrainie. Mimo że Państwo maksymalnie uprościło przepisy dla pozyskiwania większości dronów przez JW, to nadal obowiązywały testy państwowe dla konstrukcji starających się o centralne zakupy Państwowe. Stąd wprowadzono certyfikację dopuszczającą warunkowo sprzęt do użycia przez ZSU.



Rys. 155 Jak może rosnąć cena drona dla armii – pokazany ukraiński schemat jak wojsku sprzedać drona wartego 15 tys. dolarów za 200 tys. dolarów. U góry koszt w Chinach (500$), koszt u importera (5000$), koszt koniecznych przeróbek (niżej koszt realny -15 000$, a wyżej cena dla wojska – 100 – 200 tys.$) Ciekawe jak to ma się do polskich zakupów dronów, które są „supertajne" i dziwnie zamawiane bez konkursów i otwartych przetargów? Na Ukrainie się to otwarcie kontroluje, a u nas? źródło: argumentua.com

Oprócz wszechobecnej typowej korupcji, do najważniejszych problemów zaliczono:

- niewłaściwe testy poligonowe (sztucznie generowane warunki, nierealne na froncie i nie przystające do warunków bojowych),
- zawyżone oczekiwania względem charakterystyki dronów (były min. powodem zakupu bardzo drogich urządzeń, np. z kamerami wideo na poziomie kosmicznym), kompletnie odstającymi do potrzeb pola walki, przez co projekty stawały się kosmicznie drogie,
- brak konkursów w stosunku do niektórych projektów, tłumaczonych „tajemnicą wojskową" (skąd my to znamy?),
- nietrafione, drogie zagraniczne zakupy (bo nie ma czasu na dłuższe przygotowanie się do wojny – pozdrawiamy ministra M. Błaszczaka),
- zawyżone straty niebojowe dronów na skutek słabego wyszkolenia operatorów,
- brak finansowania przez Państwo na dużą skale, rozwoju i badań nad dronami,
- zakup przez Państwo u prywatnych wytwórców, tylko takiej ilości dronów, która pozwalała przedsiębiorstwu przeżyć,
- odpływ specjalistów IT do innych branż lub za granicę, z powodu słabych zarobków,

- krótki horyzont planowania u firm, wynikający z braku długoterminowych zamówień państwowych,
- brak państwowych ubezpieczeń od uderzeń rosyjskich rakiet w prywatne firmy, przez co producenci bali się zwiększać produkcję i rozwijać firmy, aby nie narażać się na większe straty,
- brak jasno określonych priorytetów przez wojsko, przez co przedsiębiorcy nie wiedzieli się na jakich kierunkach i projektach się skupić i prace były prowadzone chaotycznie.

Aby zaradzić części problemom, została w lipcu 2022 powołana instytucja Armia Dronów. Wywodziła się ona ze zbiórki publicznej na drony, zorganizowanej na platformie United24 i była inicjatywą Prezesa tejże spółki. Inicjatywę podjął ukraiński MON, Sztab Generalny ZSU, Ministerstwo Transformacji Cyfrowej oraz Państwowa Służba Łączności Specjalnej i Ochrony Informacji.



Rys.156 Prywatny zakup dla armii dronów przez Michajło Tkacza, na pierwszym planie drony SKIF, firmy Culver Aviation, koszt 1 zestawu to 1,7 mln hrywien (ok. 270 tys. PLN), źródło: sundries.news

Fundusze na rozwój dronów pozyskano z ponad 100 krajów (w tym z Polski), zarówno od darczyńców prywatnych jak i państwowych. W ten sposób Armia Dronów przekształciła się w program systemowy. W ciągu nie całego roku, przy jej pomocy stworzono 11 samodzielnych kompanii dronowych. W ramach projektu jednostki BSP zostały wyposażone w drony, pickupy, Starlinki i inny niezbędny sprzęt. Ukraińskie firmy, dzięki dotacji były w stanie zwiększyć produkcję kilkudziesięciokrotnie. Uproszczono i usystematyzowano też procedury przyjmowania na uzbrojenie nowych dronów, a procedury np. certyfikacji skrócono z 2 lat do … 3 tygodni! Certyfikacja oznaczała przyjęcie do użytkowania dronów i sprowadzała się w zasadzie do określenia bezpieczeństwa użytkowania danego drona i nie oznaczała iż wchodzi on na uzbrojenie ZSU. W pierwszym roku istnienia „Armii Dronów" zatwierdzono do uzbrojenia ponad 40 nowych typów dronów. Do nich możemy min. zaliczyć Phoenix 03 Heavy FPV, Skif firmy Culver Aviation, UJ-22 firmy UKRJET, Shrak firmy Ukrspecsystems, Spectator firmy Meridian im. C.P. Korolowa. Co ciekawe, wcześniejsza ustawa zabraniała producentom uzbrojenia ujmować w cenach sprzedaży uzbrojenia dla ZSU, marży producenta. W 2023 roku Rząd Ukrainy odszedł od tej zasady u producentów dronów i zezwolił na marże do 25%.



Rys.157 Dron Shark firmy Ukrspecsystems, źródło: Nazar Korowaj

Jednocześnie wsparcie dostali ukraińscy programiści, mający możliwość na bieżąco testowania rozwiązań, podczas niezwykle intensywnych walk i aktywnej walki radioelektronicznej. Od końca 2022 roku nieprzerwanie pracują oni nad zwiększeniem przeżywalności dronów wobec działań wrogiego WRE jak i obrony powietrznej.
Przy Radzie Ministrów utworzono centralę koordynacyjną ds. produkcji dronów, której głównym celem jest maksymalne stymulowanie i skalowanie rozwoju produkcji bezzałogowych statków powietrznych. Jak wspomnieliśmy o ile w 2021 roku było zarejestrowanych w Rejestrze Uczestników i Wykonawców Zamówień Państwowych 7 firm dronowych, to w sierpniu roku 2023 było już ok. 150 dostarczających drony (lub ich elementy) do ZSU! Tylko w drugim kwartale 2023 roku Państwo Ukraińskie zakontraktowało cztery razy więcej dronów niż w całym 2022 roku! Fakt że wyrafinowanych dronów obserwacyjnych było mniej niż 15% całości zamówień, reszta to masowa produkcja FPV.
Trzeba dodać że w ramach Armii Dronów ukraińscy producenci dronów mają nie tylko kontraktowane dostawy różnego rodzaju dronów na potrzeby Sił Zbrojnych Ukrainy, ale prowadzona jest ich konserwacja, naprawa, dostawa komponentów oraz systematyczne szkolenie pilotów dronów pod dany ich model. W przeciwna stronę, idą do producentów dane z frontu, potrzeby żołnierzy, pomysły na nowe rozwiązania. Instytucje państwowe ściśle współpracują z ukraińskimi producentami dronów, a także z szeregiem prywatnych ośrodków szkoleniowych dla operatorów UAV na terenie całego kraju, dzięki czemu w pierwszym roku przeszkolono ponad 10 000 żołnierzy (do czego wrócimy). W ciągu pierwszego roku Armia Dronów zebrała 325 milionów dolarów z czego tylko na sam zakup wydano ok. 4,3 mld hrywien (ok. 180 mln $)!
W roku 2022, Ukraina zaczęła także prowadzić próby z dronami podczepianymi do drona matki, tak aby zwiększyć zasięg dronów FPV. Do tej roli przeznaczono drony typu Dowbusz T10, które mogły przenosić do 6 dronów FPV, zaś dron-matka może być przekaźnikiem sygnału. Technologię i taktykę tą doskonalono przez lata, na tyle że w roku 2025 wykonano prawdopodobnie pierwszy udany atak FPV z wykorzystaniem tego typu rozwiązania na system Pancyr na Krymie, który znajdował się setki km od linii frontu. A w 2025 roku rozwój tej technologii stał się jednym z priorytetów Sił Systemów Bezzałogowych ze względu na zagrożenie operatorów dronów, działających w strefie frontowej. Uzasadnienie jest proste - "matka" przenosi drony "dziecko" na odległość 5-10 mil, a następnie je wypuszcza. "Małe" drony mogą następnie przelecieć dodatkowe 5-10 mil dalej, w zależności od ich ładowności, nie zdradzając przy tym pozycji operatora. Łatwiej jest wypuścić jeden dron-matkę z dalszych pozycji, niż kilka dronów FPV z bliższej odległości od linii frontu. Obecnie w użyciu są drony-matki zdolne do przenoszenia pod swoimi skrzydłami do sześciu dronów FPV.



Rys.158 Kadr z filmu pokazującego Dovbush T10 w locie, z dronami FPV pod skrzydłami. Amunicja drona jest używana jako połaczenie między FVP a pylonem uzbrojenia statku-matki, z dronem zamontowanym do góry nogami źródło: Serhii Flash Kanał Telegram

Zanim przejdziemy do omawiania dalszych tematów warto wspomnieć o licznych dronach które pojawiły się na Ukrainie w roku 2022. Idąc min. za wydawnictwem Świat Dronów, udało się zidentyfikować aż 32 rodzajów dronów występujących na polach bitew Ukrainy w I połowie 2022 roku i to nie licząc dronów cywilnych (w nawiasie kraj producenta):

1. Bayraktar TB2 (TR)
2. Bayraktar Mini (TR)
3. FlyEye (PL)
4. WARMATE (PL)
5. Punisher (UA)
6. Leleka-100 (UA)
7. Ukrjet UJ-22 (UA)
8. Switchblade 300/600 (USA)
9. R-18 (UA)
10. Dynamics Evolve 2 (TAIWAN)
11. Tupolev Tu-141 Strizh (SU)
12. Tupolev Tu-143 Rejs (SU)
13. Lemur (PL)
14. Vector (D)
15. Malloy T150 (GB)
16. PD-1 / PD-2 (UA)
17. R-20 Puma (USA)
18. EOS C-VTOL „Magyla” (EST)
19. Kazan E620 (UA)
20. UAS A1-CM Furia (UA)
21. DeltaQuad (NL)
22. H10 Poseidon II (CY)
23. Revolver 860 (TAIWAN)
24. AeroVironment Quantix (USA)
25. Sky Watch Heidrun (DK)
26. Spaitech Sparrow (UA)

DUALIES

27. Primoco One 150 (CZ)
28. Walkiria (UA)
29. ACS-3M (UA)
30. Windhover (UA)
31. Bivoj (CZ)
32. Drone40 (AUS)

Generalnie charakterystyką roku 2022 była zwiększająca się produkcja dronów na Ukrainie, wejście w użycie dronów FPV (choć nie na dużą skale), dronów firmy DJI oraz AUTEL, zmniejszenie aktywności dużych dronów oraz rozwój pododdziałów dronowych i zejście dronów na „niskie" szczeble dowodzenia. W ciągu mniej więcej pierwszego roku wojny liczba firm produkująca drony lub części do nich zwiększyła się do około 140-160 podmiotów! Zamówienia ukraińskiego MON urosły z setek mln hrywien do miliardów hrywien.

Od początku 2023 r. w ramach regularnych brygad ukraińskich oficjalnie formowane są regularne kompanie dronów szturmowych (RUBpAK, skrót od Kompania Bezzałogowych Systemów Powietrznych), wcześniej funkcje te pełniły albo BUAR (skrót od Bateria Kontrolno-Rozpoznawcza Artylerii), albo nieoficjalne jednostki ochotnicze współpracujące z różnymi formacjami oficjalnymi i półoficjalnymi. Do początku ukraińskiej kontrofensywy w obwodzie zaporoskim w czerwcu 2023 r. większość brygad, które brały w niej udział, miała już w swoim składzie takie oficjalne kompanie RUBpAK. Do końca 2023 r. takie kompanie znajdowały się już w niemal wszystkich brygadach, a w niektórych brygadach mogły być 2-3 takie kompanie, w niektórych uzupełniały one istniejące już od 2022 r. formacje typu BUAR.
Warto w tym miejscu zaznaczyć iż w 2023 roku rozpoczęła się seria debat w ZSU czy warto bardziej stawiać na rozwój pododdziałów dronowych czy też na rozwój tradycyjnych środków oddziaływania kinetycznego (artyleria, moździerze, itp.). Podawano tutaj argumenty że i tak traci się 6-7 dronów FPV zanim trafi się w cel, co zrównuje się z kosztami pocisku artyleryjskiego (ten też nie zawsze trafia za pierwszym razem) albo że rozbudowa sił dronowych będzie kosztem piechoty na linii frontu. Jednak realne dane z frontu przeważyły i rozpoczęto rozbudowę sił dronowych. Na przełomie 2023 i 2024 roku rozpoczął się proces rozbudowy kompanii dronów szturmowych (RUBpAK) do szczebla batalionowego (BUBpAK, w skrócie Batalion Szturmowych Bezzałogowych Systemów Powietrznych). Pierwszym takim przykładem było przekształcenie Ptaków Madziarskich w BUBpAK.

W 2023 r. dzięki dronom skrócił się czas wykrywania celów, podejmowania decyzji i niszczenia celów. Drony były także używane do retranslacji sygnałów, takich jak stacje walki elektronicznej, czy własnej łączności. Zaczęły pełnić funkcję logistyczne (amunicja, komponenty krwi, woda, wyżywienie) a także saperskie (zakładanie min i pułapek), itp. Analizując dostępne źródła, można pokusić się o dokonanie podziału wszystkich dronów operujących na Ukrainie na pięć kategorii. Przedstawiona klasyfikacja odzwierciedla rzeczywiste wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych (BSP) na współczesnym polu walki i mimo iż dokonana jest na stan 2023 roku to można przyjąć że nadal jest aktualna.

1. Drony krótkiego zasięgu o niewielkim udźwigu:
Małe quadrokoptery i mini płatowce, takie jak DJI Mavic czy AUTEL, są powszechnie wykorzystywane do zadań rozpoznawczych, korygowania ognia artyleryjskiego oraz jako drony kamikadze typu FPV. Ich popularność wynika z niskiego kosztu, łatwości obsługi oraz możliwości szybkiej adaptacji do różnych zadań bojowych. Źródła potwierdzają, że w konflikcie na Ukrainie drony cywilne odegrały kluczową rolę w utrzymaniu sieci rozpoznania i nadzoru, będąc pozyskiwane zarówno krajowo, jak i z zagranicy.
2. Drony krótkiego zasięgu o większej ładowności:

Większe quadrokoptery, takie jak R-18 produkcji Aerorozvidka, są przystosowane do przenoszenia cięższych ładunków, w tym min, granatów czy improwizowanej amunicji. Ich zdolność do precyzyjnego zrzutu z wysokości 70-150 metrów czyni je efektywnymi narzędziami wsparcia ogniowego. Choć ich przeżywalność wynosi średnio 5-10 lotów, relatywnie niski koszt produkcji sprawia, że są one opłacalnym rozwiązaniem w działaniach taktycznych. Źródła wskazują na masowe wykorzystanie takich dronów na Ukrainie, zarówno przez siły zbrojne, jak i grupy paramilitarne.

3. Drony średniego zasięgu (obserwacyjne):

Bezzałogowce takie jak Leleka-100, niemiecki Vector czy Furia, operujące na dystansie do 150 km, stanowią kluczowe narzędzie dla artylerii i sztabów brygadowych. Ich zdolność do długotrwałego lotu oraz wyposażenie w zaawansowane systemy obserwacyjne umożliwiają skuteczne prowadzenie rozpoznania i korygowanie ognia na dużych odległościach. Koszt jednostkowy waha się od 10 do 60 tysięcy dolarów, co jest uzasadnione ich zaawansowanymi możliwościami operacyjnymi. Analizy wskazują na rosnące znaczenie takich dronów w nowoczesnych konfliktach zbrojnych.

4. Drony średniego zasięgu (uderzeniowe):

Bezzałogowe statki powietrzne przeznaczone do misji uderzeniowych, zarówno wielokrotnego użytku, jak i typu kamikadze, są wyposażone w zaawansowane systemy optyczne i sterujące. Ich głównym celem są priorytetowe obiekty przeciwnika, takie jak systemy walki elektronicznej, obrony przeciwlotniczej, czołgi czy magazyny amunicji. W zależności od wersji (elektrycznej lub spalinowej), ich zasięg wynosi od 100 do kilkuset kilometrów, a masa głowicy bojowej dochodzi do 10-20 kg. Źródła podkreślają skuteczność takich dronów w precyzyjnych atakach na kluczowe cele.

5. Duże drony o dużym udźwigu i/lub zasięgu:

Platformy takie jak Bayraktar TB2, Tu-141/143 czy Malloy T150 wymagają zaawansowanej infrastruktury naziemnej i są wykorzystywane do specjalistycznych misji, w tym dalekosiężnych uderzeń czy zadań logistycznych. Ich zdolność do przenoszenia znacznych ładunków na duże odległości czyni je nieocenionymi w operacjach wymagających precyzji i elastyczności. Koszt takich systemów waha się od 50 tysięcy do kilku milionów dolarów, co odzwierciedla ich zaawansowane możliwości i strategiczne znaczenie. Analizy wskazują na ich kluczową rolę w nowoczesnych działaniach wojennych.

W 2023 roku strona rosyjska, przy stosunkowo stabilnym froncie, zwiększyła swoje oddziaływanie za pomocą walki elektronicznej (szczególnie w II połowie roku), co przysporzyło wielu problemów operatorom dronów FPV. Ale nawet w tych warunkach nadal latały one na dość dużą głębokość od linii styczności i uderzały w tyły przeciwnika. Generalnie WRE zaczęła działać w trzech obszarach:

- wykrywania dronów w powietrzu (poprzez obecność sygnału radiowego),
- wpływania na kanały sterujące i/lub transmisję sygnału wideo poprzez zagłuszanie i próby przechwycenia sterowania,
- wpływania na odbiornik nawigacji satelitarnej poprzez zakłócenia lub substytucję współrzędnych (podawanie błędnych współrzędnych).

Trzeba w tym miejscu zaznaczyć iż połowa strat dronów w 2023 r. była przypisywana mitycznemu WRE. Ale z licznych przekazów żołnierzy wynika że były duże straty niebojowe, wynikające z powodu wad konstrukcyjnych lub produkcyjnych dronów, składanych naprędce z niestandardowych części lub produkowanych w małych warsztatach przyfrontowych (i nie tylko), złych warunków przechowywania i eksploatacji oraz absurdalnych rozkazów (na przykład latanie przy silnym wietrze). Poza tym nie wiele mniejszą przyczyną strat dronów mogło być słabe wyszkolenie załóg dronów, realizowane często w reżimie wojennym lub skróconym programie nauczania. Szczególnie dotyczyło to, jakże potrzebnych ma pierwszej linii, żołnierzy piechoty zmechanizowanej.

DRAFT

Rok 2023 to także całkowite upowszechnienie się dronów FPV. Małe i stosunkowo niedrogie, zostały przystosowane do celów wojskowych poprzez dołączenie ładunków wybuchowych, takich jak granaty przeciwpancerne i głowice z granatami o napędzie rakietowym (RPG). To improwizowane uzbrojenie było często mocowane prymitywnymi metodami, takimi jak plastikowe opaski kablowe i często używano dość prymitywnych zapalników, co w rezultacie było wynikiem wielu wypadków przy ich produkcji i uzbrajaniu. Ale powstała broń, która była tania, jednorazowego użytku i działała skutecznie. Początkowo drony, których Ukraina używała nad polem bitwy, mogły uzyskiwać obrazy tylko za dnia, ale pod koniec 2023 r. drony wyposażone w kamery termowizyjne pozwalały na przeprowadzanie nocnych ataków.
Rok 2023 to także wypracowanie taktyki użycia dronów FPV (czego nie będziemy opisywać).

Warto w tym miejscu zaznaczyć iż 2023 rok to rok dalszego rozwoju prywatnej inicjatywy biznesu, żołnierzy czy też osób prywatnych w zakresie nie tylko produkcji nowych i modernizacji już istniejących rozwiązań dronowych, ale często też akcji na polu walki. Dochodziło do wielu ataków na instalacje wojskowe Rosjan (szczególnie poligony czy składy lub budynki koszarowo-mieszkalne) wynikające z bieżącej obserwacji ukraińskich dronów, na najniższych szczeblach. Wyższe dowództwo często autoryzowało te naloty po fakcie, a państwo brało na siebie odpowiedzialność. O tego typu działaniach często dowiadywano się przypadkowo ze strony rosyjskich wolontariuszy którzy np. wspominali na YT o atakach na świetlicę wojskową czy ogromnych stratach na stacji kolejowej, o których to akcjach nie wspominało dowództwo ukraińskie. Zaś atakujący żołnierze ukraińscy z różnych przyczyn nie wspominali o tym (np. nie zdawali sobie sprawy z rozmiarów strat rosyjskich lub zginęli chwilę po ataku), bądź dopiero opowiadali po powrocie z frontu. Ale takie działania są udokumentowane.



Rys.159 DJI Mavic 3 – symbol wojny na Ukrainie 2022/2023, Ukraina mimo chińskiego zakazu eksportu, kontynuowała zakupy tego typu dronów i części do nich poprzez pośredników, pod koniec 2023 r. premier Ukrainy twierdził, że Kijów zakupił 60% dronów DJI, jakie kiedykolwiek wyprodukowano. źródło: droniq.de

W tym miejscu wróćmy do symbolu wojny rosyjsko – ukraińskiej z lat 2022-23, czyli dronów DJI i AUTEL oraz ich odpowiedników. Kiedy rozpoczęła się wojna, drony DJI miały wiele luk w zabezpieczeniach. Najważniejszą z nich była możliwość przekazania współrzędnych ukraińskiego operatora siłom rosyjskim. Aby temu zaradzić, Ukraińcy opracowali rozwiązanie o nazwie "Canadian". Istnieją też inne analogi tej nazwy. Rozwiązanie było dobre ale miało jedną wadę – trzeba było fizycznie wlutować płytkę w drona. Co wymagało czasu i pieniędzy. W tym czasie Rosjanie opracowali niestandardowe oprogramowanie Firmware "1001".

Zostało one stworzone przez rosyjskie zespoły inżynierskie i hakerów wojskowych, którego celem była modyfikacja cywilnych dronów DJI w celu dostosowania ich do potrzeb prowadzenia działań bojowych w warunkach konfliktu zbrojnego. Projekt powstał latem 2023 roku i od tego czasu objął ponad 90 000 jednostek UAV, głównie modeli DJI Mavic 3, Mavic 3T, Mavic 3 Classic oraz Matrice 30 i Mavic 3 Multispectral. Oprogramowanie to wraz z dronem-trofeum trafiło w ręce żołnierzy ZSU. Prace nad bezpieczną wersją ukraińską trwało wiele miesięcy. Ale w końcu i ona pojawiła się na polu walki. Firmware "1001" jest zainstalowane we wszystkich możliwych modelach DJI ale na wszelki wypadek "kanadyjskie" oprogramowanie układowe jest nadal aktualne dla niektórych ukraińskich dronów.
Czym tak naprawdę jest Firmware "1001"? To wysoce zaawansowane narzędzie do przekształcania cywilnych dronów DJI w narzędzia zwiadu, walki elektronicznej, sabotażu i operacji kamikaze. Jego użycie stanowi tak naprawdę naruszenie przepisów międzynarodowych i może skutkować trwałą blokadą urządzenia przez DJI. Eliminuje mechanizmy bezpieczeństwa, identyfikowalności i ograniczenia producenta, a jego funkcje mają zastosowanie w warunkach GNSS-denied, spoofingu oraz konfliktów o charakterze nieregularnym. Co obejmowało to oprogramowanie)w wersji 45)? Otóż:

Maskowanie i ochronę operacyjną w tym:

- Dezaktywację OpenDroneID (RID): brak emisji ID przez Wi-Fi,
- Komendy "aeroskop_z", "aeroskop_serce", "aeroskop_random" – generowanie fałszywych pakietów DroneID dla zmylenia systemów DJI Aeroscope,
- Uruchamianie w trybie "gps_off" niezależnie od przełącznika,
- Komenda "lost_compass" – powrót drona bez GPS na podstawie danych z kompasu.

Obejście ograniczeń producenta poprzez:

- Omijanie stref NFZ (No-FlyZones) i brak wymogu logowania,
- Usunięcie limitów wysokości i zasięgu,
- Aktywacja trybu FCC: zwiększenie mocy nadajnika i dostęp do pasma 5.8 GHz,
- Obsługa akumulatorów o pojemności powyżej 6300 mAh – brak kontroli producenta,
- Wyłączenie DJI AirSense (ADS-B IN).

Odporność i odzyskiwanie sprzętu poprzez:

- Pełną lokalną aktywację płyty głównej i kamery bez połączenia z chmurą DJI (offline), w tym aktywację zablokowanych jednostek (błąd 1112).
- Zablokowanie możliwości powrotu do oryginalnego firmware DJI.

Kompatybilność z oficjalnym firmware DJI jak:

- DJI Mavic 3: v01.00.1500
- DJI Mavic 3 Classic: v01.00.0800
- DJI Mavic 3 Pro: v01.00.0700
- DJI Matrice 30/3T/3E/Multispectral: v01.00.0014

Firmware "1001" stanowi jeden z najpoważniejszych przykładów inżynierii odwrotnej sprzętu COTS (commercial off-the-shelf) w historii współczesnych konfliktów. Umożliwia budowę autonomicznych, tanich i skutecznych systemów UAV do zastosowań wojennych. Dalszy rozwój tego typu narzędzi wymagają wzmożonego monitorowania, analizy oraz przeciwdziałania ze strony państw - producentów oraz organizacji międzynarodowych.

Rok 2023 dla Armii Dronów zakończył się min. zakupem ponad 300 tys. dronów z czego 90% to drony wyprodukowane na Ukrainie. W sumie kontrakty państwowe przyznano 67 firmom.

DRAFT

W całym roku, przeszkolono w obsłudze dronów, na różnym poziomie ponad 20 000 żołnierzy. Podjęto decyzję aby w roku następnym na rozwój i zakup i rozwój dronów przeznaczyć ok. 40 mld hrywien (ok. 6,4 mld PLN!) i wyprodukować ponad 1 mln dronów!
Mało tego, większość brygad otrzymało po 10 mln hrywien (ok. 1,6 mln PLN) na indywidualny zakup dronów, zgodnie z wymogami lokalnego pola walki. W sumie przez cały rok 2023 przyjęto na uzbrojenie 60 typów BSP oraz 8 typów UGV.
W 2023 roku drony ostatecznie udało wpiąć się w wojskowe systemy zarządzania polem walki, a przede wszystkim w ramach tego, doprowadzić do współdziałania różnego rodzaju BSP. Jedne bezzałogowe statki powietrzne skupione były na wykrywaniu sprzętu i pozycji przeciwnika i w razie wykrycia przekazywały cel dronom obserwacyjnym. Te z kolei skupiały się na obserwacji celu i koordynacji działań mających za zadanie zniszczenie jego, czy to poprzez artylerię, czy poprzez drony FPV. Zatem często następowała współpraca różnych dronów w powietrzu. Co jeszcze w roku 2022 było nie dopracowane. Ponadto w roku 2023 po raz pierwszy wykonano masowe uderzenia dalekiego zasięgu na terytorium Rosji. Liczba dronów zdolnych do tego typu ataków wzrosła aż 50-cio krotnie.
Rok 2023 był przełomowy jeszcze pod jednym względem. Pod koniec tamtego roku, zanotowano że większość strat sprzętu Rosjan, na „spokojniejszych" odcinkach frontu, nie pochodzi od artylerii ale właśnie od dronów. Dotyczyło to przede wszystkim części frontu, gdzie obecność artylerii była nie wielka (bo wszędzie artyleria na 800 km froncie nie może być obecna). Liczba zakupionych przez Państwo dronów FPV zwiększyła się z 500 sztuk w 2022 do ok. 100 tys. sztuk miesięcznie w 2023 roku.



Rys. 160 Wdrożony w roku 2023 dron ukraiński Saker Scout, jako pierwszy BSP na Ukrainie korzystał z AI. Dron ten jest zintegrowany z ukraińskim systemem Delta, który łączy dane z dronów, satelitów i innych źródeł w celu stworzenia kompletnej mapy pola bitwy. Celem tego drona jest "umożliwienie niezwykle szybkiego procesu rozpoznania, podejmowania decyzji i uderzenia", co jest niewykonalne przy udziale człowieka. Jest w stanie autonomicznie rozpoznawać rosyjskie pojazdy wojskowe (67 różnego rodzaju celów), a następnie przekazywać ich współrzędne do stacji naziemnej. Doniesienia prasowe z wiosny 2024 r. twierdziły, że ukraiński Saker Scout był w stanie przeprowadzać autonomiczne uderzenia na siły rosyjskie bez ludzkiego operatora., źródło: ukraiński MON

W rok 2024 Ukraina weszła już ze ścisłym system kontroli produkcji i dystrybucji dronów oraz szeroką współpracą z głównymi organami antykorupcyjnymi kraju – SAPO i NABU, jak również niemal symbiozą pomiędzy wojskiem a przemysłem. Cały system zamówień, produkcji, realizacji oraz dystrybucji stał się prawie przeźroczysty dla wszystkich uczestników systemu. Stało się to poprzez wprowadzenie kilku zasad:

- Wszystkie drony kupowane są na prośbę Sił Bezpieczeństwa i MON, co oznacza iż kupowane typy dronów rzeczywiście są potrzebne na froncie,
- Zwiększono marżę dla firm ukraińskich z 1% do 25%, podczas gdy w państwach NATO średni ten margines wynosi 17% (ciekawe ile w Polsce?), co umożliwiło ukraińskim

producentom szybkie skalowanie produkcji, a także inwestowanie w badania i rozwój oraz produkcję większej liczby dronów i ich modernizację,

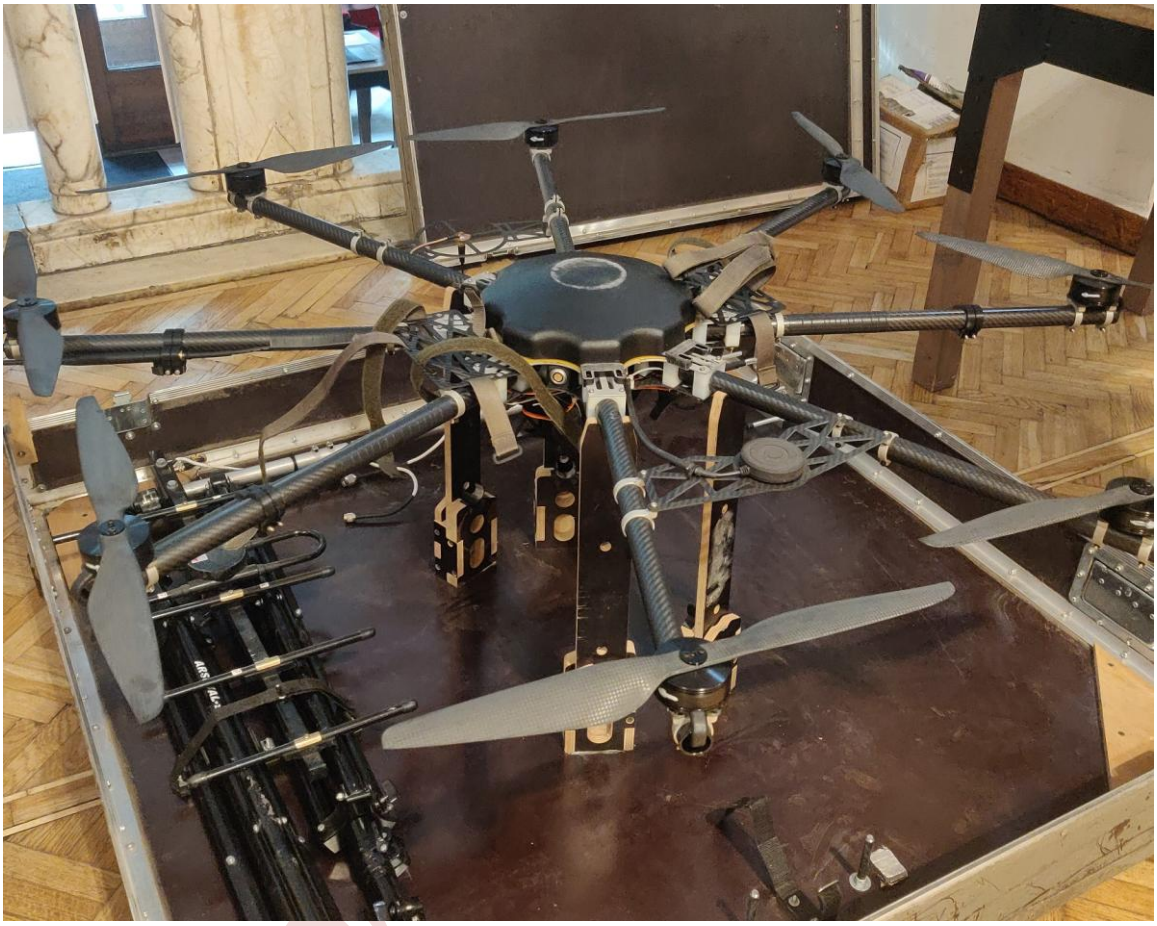
- Każdy dron przechodzi oficjalne badanie ceny (!), szczególnie te które mają unikalne i opatentowane rozwiązania i które nie mają alternatywy na rynku zagranicznym. Rząd przyjął uchwałę w sprawie obowiązkowego badania ceny zakupu bezzałogowych statków powietrznych produkowanych na Ukrainie a ponadto zmusił firmy, które zawyżały marże, aby zwróciły środki lub dodatkowo dostarczyły odpowiednią liczbę dronów bez podwyższania łącznej ceny kontraktu. Ciekawe dlaczego takich procedur nie ma w Polsce, choć podobne wprowadza się też we Francji (wymóg ceny przy odpowiedniej skalowalności), Niemczech, itp?
- Dla wszystkich kontraktów na BSP został wprowadzony system CRM, dzięki któremu uprawnione osoby i firmy mogą sprawdzić status wszystkich zakupów w czasie rzeczywistym: producentów, koszt drona i wszystkie szczegóły umów (w Polsce co niektórzy producenci i pośrednicy dostali by zawału z chwilą wprowadzenia takiego systemu),
- Podpisano dwa memoranda z organami antykorupcyjnymi SAPO i NABU.

W roku 2023 miało także dosyć istotne wydarzenie na które nie zwróciło uwagę większość obserwatorów. Otóż na Ukrainie wprowadzono do użycia system Pokrova. Ataki rosyjskich Shahedów wykazały iż drony biorące w nich udział wykorzystywały ukraińską sieć komórkową do nawigacji, w chwili gdy był zagłuszany GPS lub GNSS. W odpowiedzi Ukraina wdrożyła ów owiany tajemnicą system spoofingu nawigacji satelitarnej na szczeblu krajowym, aby zmylić drony i pociski manewrujące. Siły Powietrzne Ukrainy oświadczyły, że "działają skutecznie w celu ochrony infrastruktury krytycznej". Pokrova może stać za incydentem z 7 września, kiedy to sześć atakujących dronów Shahed wleciało w białoruską przestrzeń powietrzną, co wymagało interwencji myśliwców.
W pierwszych miesiącach 2024 r. z powodów braków amunicji dla artylerii ataki dronów odpowiadały już za większość zniszczeń w ludziach i sprzęcie po stronie rosyjskiej. Pamiętajmy przy tym że nie są one i tak w stanie zastąpić artylerii. Drony FPV stały się już powszechne w Siłach Zbrojnych Ukrainy, a technologie były ulepszane niemal z każdym miesiącem.

W czerwcu 2024 r. Siły Zbrojne Ukrainy utworzyły nowy rodzaj wojsk – Siły Systemów Bezzałogowych. Liczba producentów dronów przekroczyła 200 podmiotów. A przez cały rok udało się przekroczyć produkcję ponad 1 mln dronów (niektórzy twierdzą że było ich 1,2 mln, inni że 1,1 mln). Z tym iż 90% produkcji tworzyły proste i tanie drony FPV. Koszt jednego FPV wahał się pomiędzy 320 a 600$. Zaś zaledwie 10% to drony zaawansowane technologicznie. W tym co najmniej 30 000 dronów bombardujących, typu „Baba – Jaga".
Warto omówić ten rodzaj dronów gdyż jest on mniej medialny ale pełni na froncie istotną funkcję. Oryginalna „Baba Jaga" była rodzimym ukraińskim oktokopterem R-18, ale drony te zostały uzupełnione o popularne drony DJI Matrice 300, Kazhan 620 Bats, Nemesis i mniejszy heksakopter Vampyr. Warto dodać iż w rzeczywistości, "Baba Jaga" to przydomek nadany przez rosyjskich żołnierzy ukraińskim ciężkim dronom bombowym, takim jak wspomnianym wyżej. Nazwa ta nawiązuje do postaci ze słowiańskiego folkloru, symbolizując grozę i nieprzewidywalność tych maszyn. Drony te charakteryzują się dużą nośnością, zdolnością do przenoszenia ładunków wybuchowych o masie do 20 kg oraz możliwością operowania w nocy dzięki zaawansowanym systemom termowizyjnym. Ich obecność na polu walki budzi postrach wśród rosyjskich żołnierzy, stąd nadanie im przydomka "Baba Jaga".
Rozbita Baba Jaga, sprawdzona przez rosyjskich żołnierzy, miała łącze satelitarne Starlink, komputer Raspberry Pi, ale także zaskakującą ilość rodzimych ukraińskich komponentów, takich jak radiotelefony i nadajniki wideo. Ich ładunki zrzucane grawitacyjnie mogą wahać się

DUALIS

od pół tuzina bomb moździerzowych po miny przeciwpancerne TM-62 wyposażone w zapalniki kontaktowe. Ogólnie rzecz biorąc, osiągają 60% celności na wysokości ok. 80m. Co więcej, zestrzelona w sierpniu 2024 r. Baba Jaga była wyposażona w osobliwą broń BK-30F o średnicy 5 cali, być może zawierającą elementy radzieckich pocisków rakietowych Kobra wystrzeliwanych z czołgów lub ukraińskiego ppk Korsar. A to oznacza iż zaczęto używać bomb kierowanych.



Rys.161 Oktocopter R-18 na wystawie w 2022, źródło: Aerorozvidka

Wokół w/w dronów-bombowców potrafią się toczyć bitwy powietrzne z udziałem FPC (co opisaliśmy już wyżej). Ponieważ nie są to tanie drony i posiadają ochronę przed działaniami WRE, okazały się trudne do zestrzelenia za pomocą zagłuszania. Choć nie jest to całkowicie niemożliwe. Rosyjskie wpisy w sieci ujawniają dwie bardziej skuteczne taktyki zwalczania tych dronów: przechwycenie przez bardziej zwinne drony FPV i zestrzelenie przez snajperów wyposażonych w gogle na podczerwień za pomocą celnych pojedynczych strzałów. Ukraińscy operatorzy z kolei rozmieszczają mniejsze FPV do eskortowania tych cennych BSP. Eskorta te przechwytuje rosyjskie FPV atakujące Baba Jagę oraz eliminują naziemne systemy obrony powietrznej, które mogły by zagrozić misji. Poza tym FPV eskorty zapewniają dodatkowe namierzanie celów oraz nadzór całej misji.

W ciągu całego 2024 r. ma Ukrainie udoskonalono technikę dronów FPV, ich odporność na działania WRE oraz celność. Poprawiono też ich skuteczność. Przyczyniło się do tego min. rozwój uczenia maszynowego (proponowanego przez start-upy dla naszego MON od 2022 r.), gdzie min. drony po uchwyceniu na cel przez operatora automatycznie naprowadzają się na cel. O ile w 2023 skuteczność FPV wynosiła około 5-8%, o tyle w końcu roku 2024 osiągnięto ponad 20% skuteczności a najlepiej wyszkolone jednostki miały ją na poziomie 30-40%. Czyli

lepszą niż polska artyleria sprzed wprowadzenia TOPAZ-a, co potwierdza wywiad Madziara ze stycznia 2025 roku. Mało tego, pod koniec 2024 roku okazało się (według źródeł ukraińskich) iż na całym froncie ponad 50% zniszczeń sprzętu rosyjskiego pochodziła od „dronów komunijnych". Nie amunicji krążącej, nie artylerii ale od „dronów komunijnych". Np. w okresie letnim maj – wrzesień 2024 (najlepszym dla działania dronów) zniszczono ponad 4,5 tysiąca dział i moździerzy (źródła ukraińskie)! Przypomnijmy, to tyle ile posada mniej więcej całe NATO w całej Europie! W II połowie 2024 uczenie maszynowe objęło również roboty naziemne.

W 2024 dopracowano też taktykę i system używania dronów FPV do obrony przeciwlotniczej wobec celów o niskiej prędkości. Wprawdzie i wcześniej używano dronów FW do zwalczania innych dronów i celów powietrznych, ale dopiero rok 2024 doprowadził do powszechnego wdrożenia przez Siły Zbrojne Ukrainy zintegrowanego podejścia do ich neutralizacji. Zestawy FPV, wcześniej stosowane głównie jako broń przeciwpancerna lub inżynieryjna, zyskały nowe zastosowanie jako systemy do zwalczania dronów rozpoznawczych (ISR). Wrogie drony ISR (np. Orlan-10, ZALA, Supercam) operują zwykle z prędkością 25–33 m/s, na pułapach od 600 m do 5000 m. Podczas prowadzenia rozpoznania, często zmniejszają prędkość i pułap, wykonując loty okrężne (loitering), co czyni je bardziej podatnymi na przechwycenie. Zestawy FPV typu quadcopter wyposażone w silniki 950KV, śmigła 10x5x3, baterie LiPo 12 000–16 000 mAh oraz kamery Walksnail lub DJI okazały się zdolne do przechwytywania celów powietrznych. W przypadku zwalczania dronów ISR ukraińscy operatorzy zaczęli stosować ładunki o ograniczonej sile rażenia – RGN, RGD-5, RGO. Ważny w tym przypadku jest system wykrywania. Najczęściej bazuje on na środkach pelengacyjnych i radarach taktycznych (np. RPS-42, pasmo S, zasięg do 50 km). Informacja o wykryciu przeciwnika przekazywana jest do systemów C2 typu Grafit, Virage lub bezpośrednio do operatorów FPV przez platformy streamingowe (np. Baszta, DeltaTube). Dedykowany członek załogi („nawigator") analizuje dane z radaru i synchronizuje je z obrazem FPV w systemie OSD. Zatem kluczowym aspektem skuteczności systemu FPV-CUAS jest integracja z taktycznymi radarami i narodowym oprogramowaniem zarządzania polem walki. Operatorzy korzystają z danych przekazywanych przez radar oraz analizatorów widma (TinySA) do klasyfikacji sygnałów BSP: Orlan (902–1020 MHz), ZALA i Lancet (868–915 MHz), Supercam (865–1020 MHz).
Z uwag weteranów frontu można w tym niezwykle ważnym zakresie sformować następujące rekomendacje techniczne i operacyjne dla użytkowników FPV:
• Kamera pod kątem 15–30° względem horyzontu dla lepszej detekcji,
• Unikać otwartych przestrzeni – preferować punkty osłonięte,
• Minimalna strefa manewru: 120°,
• Wybór miejsca startu w oparciu o wspólne punkty orientacyjne,
• Transmisja analogowa preferowana w przypadku intensywnego zakłócania.

Wnioski jakie można wyciągnąć to że zestawy FPV jako element zintegrowanego systemu obrony przeciwko BSP stanowią efektywne i elastyczne narzędzie neutralizacji dronów ISR. Integracja środków detekcji (radary), systemów C2 (Virage, Grafit) i komponentów bojowych (FPV) pozwala na budowę modułowego systemu reagowania taktycznego w czasie rzeczywistym. Warto dodać iż projekty dronów przechwytujących znajdują się w polskim MON od 2022 roku. Ale widać są ważniejsze priorytety od ochrony wojsk własnych przed masowymi atakami dronów, co można wyczytać w planach zakupowych i PMT.

Pod koniec lata 2024 roku Ministerstwo Transformacji Cyfrowej wprowadziło program premiowy dla "Armii Dronów". Warunki są następujące: wojsko musi przesłać dwa lub trzy potwierdzenia wideo z każdego udanego ataku, aby otrzymać punkty. Za zniszczone czołgi, samoloty i personel przyznawane są punkty, które można wymienić na dodatkowe drony bojowe.

Ale ZSU nie uniknęło też w 2024 r. problemów. Podstawowe problemy jakie pojawiły się w roku 2024 dla obrońców Ukrainy to przede wszystkim:

- Dystrybucja dronów i ich logistyka, zbyt często zdarzały się sytuacje że najskuteczniejsze jednostki, które mają skuteczność zbliżoną do 40% i jedne z najmniejszych strat dronów, nie otrzymywały wystarczającej liczby bezzałogowców, zaś świeżo sformowane, dopiero „wczuwające" się we front miały ich nadmiar i nie potrafiły skutecznie wykorzystać,
- Przydział dronów, często się zdarzało że żołnierze z poza specjalizacji „operator drona", nie mieli szans na otrzymanie drona, gdyż system ich odrzucał. Stąd wiele pododdziałów (np. medycznych) miało poważny problem z otrzymywaniem dronów z systemu rozdzielającego, a część dronów np. nie była dostępna poza jednostkami typowo dronowymi,
- Standaryzacja wymagań technicznych dla dronów – mimo ponad dwóch lat wojny (w 2024) nadal była problemem. Mimo podjęcia produkcji wielu komponentów do dronów na Ukrainie, producenci nadal używali „niestandardowego" wyposażenia i potem był na froncie problem z eksploatacją, naprawą czy też odpowiednim przechowywaniem,
- Dystrybucja widma częstotliwości radiowych, pojawiała się w miejscach intensywnych walk, gdzie ogromna liczba UAV, zarówno własnych i przeciwnika zajmowała wszystkie dostępne częstotliwości, na tyle iż nikt nie mógł latać. W 2024 koniecznym stało się wprowadzenie Planów Częstotliwości Radiowych, tak aby wszyscy wiedzieli na jakich częstotliwościach pracują poszczególne JW a na jakich przeciwnik. Inaczej uniemożliwiało to np. skuteczną walkę WRE.
- Szkolenie operatorów BSP, mimo przeszkolenia do końca 2023 około 20 000 żołnierzy, to liczba ta była dalece nie wystarczająca. Szacowano iż do końca 2025, liczba operatorów BSP powinna wynosić pomiędzy 100 tys. a 200 tys. De facto każdy żołnierz na froncie powinien umieć posługiwać się dronem, jak systemem łączności. Oczywiście mówimy tutaj o różnych poziomach wyszkolenia i na różnym sprzęcie dronowym.

W roku 2024 Ukraińcy uznali iż należy się skupić na opracowaniu kolejnych rodzajów dronów. Zauważono iż ukraińskie drony FPV operują maksymalnie do 20 km od linii frontu, podczas gdy rosyjskie Lancety latają na odległość 40 km i dalej. Stąd wynikła pilna potrzeba opracowania dronów podobnego typu. Podobnie rzecz miała się z dronami operującymi na światłowodach. Rosyjskie sukcesy tych dronów, zachęciły ZSU do wprowadzenia podobnych rozwiązań.

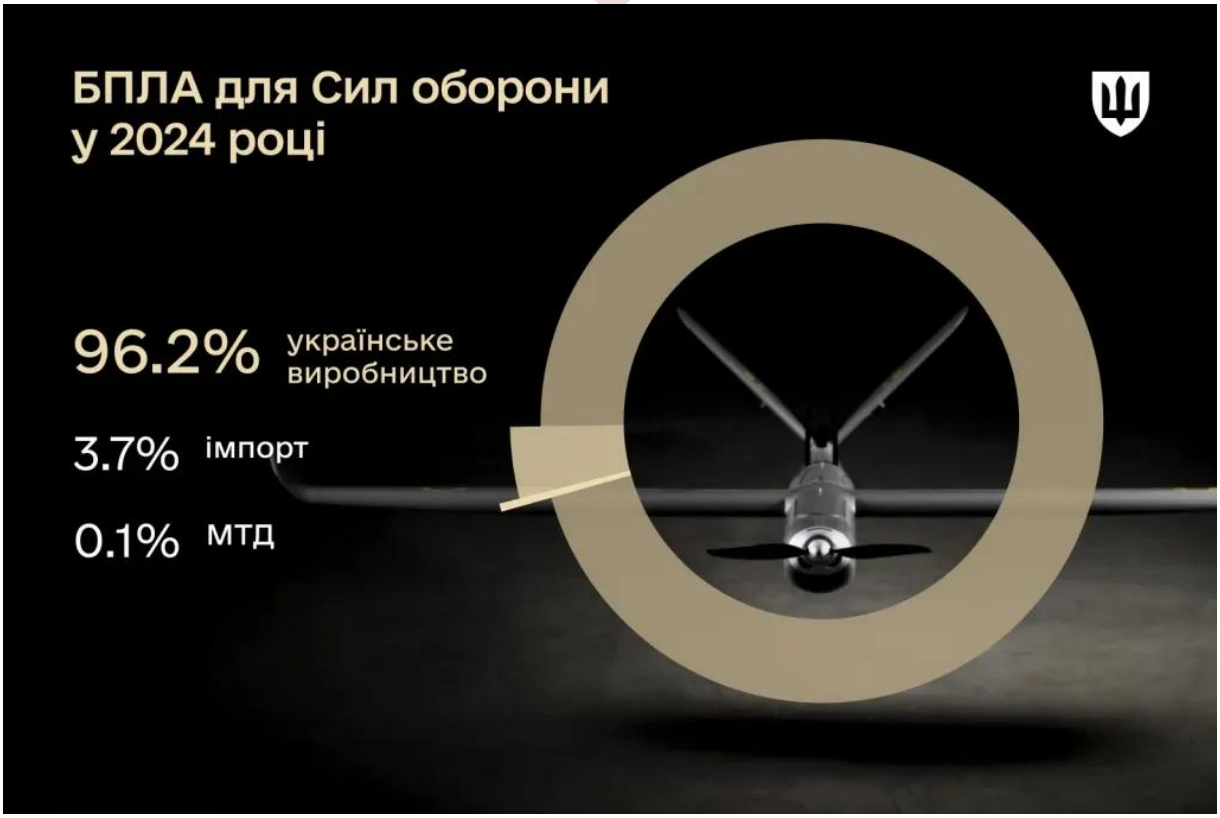
Innym tematem do rozwiązania, było posiadanie większej liczby dronów o zdolnościach pokonywania odległości pow. 1000 km. I to z maksymalnie dużą głowicą zdolną do niszczenia zakładów przemysłowych. W lipcu 2024 Ukraina rzekomo po raz pierwszy wystrzeliła przeciwko Rosji więcej dronów kamikadze dalekiego zasięgu (524) niż Rosja przeciwko Ukrainie (426). Najskuteczniejsze ataki strategiczne Ukrainy w roku 2024 wymierzone były w rosyjski sektor naftowy, gdzie stosunkowo niewielki ładunek wybuchowy może dokonać kluczowych zniszczeń. Ataki te uszkodziły 10-15% rosyjskich instalacji naftowych, powodując być może 20% wzrost krajowych cen oleju napędowego. To miliardy dolarów utraconego majątku przy stosunkowo niewielkich kosztach w przypadku UAV. Wciąż jednak te ataki są dalekie od paraliżujących skutków rosyjskich ataków na ukraiński sektor energetyczny.
Istotnym sukcesem Ukrainy w roku 2024 były ataki na samoloty i bazy lotnicze. Ukrainie udało się zestrzelić w tych nalotach szczególnie cenne samoloty, w tym bombowce strategiczne Tu-95 i Tu-22M, odrzutowce transportowe Ił-76, bombowce taktyczne Su-24 i Su-34, transportery pocisków przechwytujących MiG-31 Foxhound, a nawet rzadki myśliwiec

stealth Su-57. Efektywność kosztowa takich ataków jest wyjątkowa, ale tempo wyniszczenia nie jest paraliżujące, pomimo zmniejszenia skuteczności rosyjskich kampanii bombowych poprzez zmuszanie ich do bazowania dalej od granic Ukrainy. Chodzi tutaj o prędkość dronów, które potrzebują czasami godzin dla osiągnięcia daleko położonego celu a w tym czasie można najcenniejsze samoloty i ludzi ewakuować z bazy.

Jak już wspomnieliśmy zagłuszanie stało się jednym ze skuteczniejszych narzędzi w wojnie dronów na Ukrainie. Jak wspomnieliśmy rozwiązaniem tego problemu było wprowadzenie w roku 2024 dronów sterowanych światłowodowo. Wprawdzie ogranicza to zasięg drona, ale podstawowy problem jakim było splątywanie przewodów nie okazał się tak trudny jak sądzono i teraz tego typu drony mogą mieć zasięg nawet do 20 km i dalej.

W 2024 r. przeznaczono też większe fundusze na opracowanie technologii wojskowych innych niż tych dotyczących bezpośrednio dronów powietrznych. Mówimy tutaj o systemach WRE, przeciwlotniczych, dronach lądowych, morskich, sztucznej inteligencji i Computer Vision oraz amunicji do dronów. Szczególnie ta ostatnia, niestandaryzowana i często robiona domowymi sposobami, była wynikiem zbyt wielu śmiertelnych wypadków wśród żołnierzy ZSU. Stąd postanowiono ładunki dla dronów usystematyzować oraz zacząć je produkować tylko w wybranych firmach, z dużą gwarancją niezawodności i bezpieczeństwa w użytkowaniu. Co zresztą udało się w miarę osiągnąć dopiero na przełomie 2024/2025 roku.

Warto w tym miejscu wspomnieć iż w 2024 co najmniej 20 ukraińskich firm zajmuje się opracowywaniem dla wojska rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji dla dronów. Stąd rok 2025 może być rokiem masowego zastosowania przez Ukrainę sztucznej inteligencji w nowo pozyskiwanych dronach. Podobnie rzecz ma się dziać z Computer Vison (CV), które ma działać w dronach poprzez analizę strumieni wideo w czasie rzeczywistym w celu wykrywania i identyfikacji obiektów i celów. Algorytmy potrafią rozróżniać konkretne cele – pojazdy wroga, artylerię lub piechotę. Po wycelowaniu w cel, CV śledzi jego ruch, przesyłając dane do kontrolera drona.



Rys. 162 Udział procentowy dostarczonych dronów wg pochodzenia produkcji, źródło: mod.gov.ua Porównajmy to do źródeł pochodzenia polskich dronów…

Ukraińcy przewidują że sztuczna inteligencja będzie współpracować zarówno z systemami typu BMS, jak również CV. Będzie pełnić role drugiego pilota, poprzez nadawanie priorytetów celom (w wielu parametrach) i pomaganie operatorowi w balistyce (np. może przewidzieć trajektorię celu i wspomóc w dokładnym wycelowaniu) oraz zapamiętywaniu danych celu w przypadku chwilowego zniknięcia jego z pola widzenia. Taka funkcja pozwolić ma dronowi na ponowne przechwytywanie celów, a nawet na ciągłe śledzenie, gdy cel pojawia się i znika.

W 2024 na Ukrainie postanowiono też zintensyfikować pracę nad robotami naziemnymi, o czym będziemy jeszcze pisać. Podobnie rzecz się ma z walką radio-elektroniczną. Postanowiono tutaj zastosować rozwiązania jakie zastosowano wobec producentów dronów w 2023 r. – otworzyć rynek, stworzyć konkurencję. Celem jest zbudowanie całościowego systemu kontroli walki elektronicznej. Innym zagadnieniem nad którym pracowali w roku 2024 Ukraińcy to obrona przeciwlotnicza oraz opracowanie systemów zwalczających obce BSP na dalekim zapleczu frontu, przez własne BSP. Przeprowadzano próby uzbrajając min. niektóre drony FPV w broń wielokrotnego użytku, taką jak strzelby czy granatniki. Jesienią 2024 r. pojawiły filmy z dronami używającymi materiału zapalającego, który rzekomo był prochem termitowym do likwidowania punktów oporu na linii frontu. Dron taki leciał wzdłuż rosyjskiej linii okopów i uwalniał ciągły strumień palącej się cieczy. Trudno ocenić skutki jego użycia, gdyż tego typu filmy zanikły w roku 2025. Ze zrozumiałych względów nie będziemy przedstawiać wszystkich zagadnień związanych z tematem rozwoju dronów i w jaki sposób udało się Ukraińcom rozwiązać niektóre problemu w 2024 roku.
Według v-ce ministra obrony Iwana Gawryluka od lutego 2022 r. zezwolono na dostarczenie wojskom ponad 300 bezzałogowych systemów powietrznych (UAV) różnego typu i przeznaczenia i ponad 40 naziemnych systemów naziemnych (UGV), wszystko produkcji ukraińskiej. Większość z nich przypada na 2024 rok. Ukraińskie MON podało iż przez cały rok 2024 na uzbrojenie przyjęto 251 typów BSP i 33 typy UGV.



Rys.163 Dron Sectator M-1 wyprodukowany przez VAT S.P.Korolev Meridian JSC, wszedł do służby w roku 2019, źródło: Meridian

Jednak cele na 2025 rok są ambitniejsze. Po pierwsze Ukraina chce wprowadzić do walki roje dronów. Obecne próby wykazały że nie są problemem roje złożone z 10-15 BSP ale docelowo Ukraińcy chcą do końca 2025 roku opracować system roju złożony ze 100 i więcej dronów. Prace z powodzeniem nad tym trwają i na tym zakończymy opis. Po drugie Ukraina będzie pracować nad dalszym poprawieniem celności dronów typu FPV, min poprzez wprowadzenie

elementów sztucznej inteligencji. Zgodnie z tym co na początku stycznia przekazała 414 Brygada Dronów Madziara średnia celność dronów wynosi 38,8% (wbrew twierdzeniom polskich generałów którzy publicznie w grudniu 2024 roku podali iż jest to ok. 5%), średnia żywotność ciężkiego drona (bombowca) typu „Baba-Jaga" – 86 lotów bojowych, cykl życia drona zwiadowczego 35 lotów bojowych. Prowadzone są też intensywne prace nad współpracą robotów naziemnych z dronami powietrznymi. Drony będą informować platformy naziemne o celach niewidocznych dla robotów ze względu na ukształtowanie terenu. Co więcej, platforma będzie poruszać się w określonym kierunku lub samodzielnie celować w obiekt na podstawie danych z BSP. W tym samym czasie drony w powietrzu będą ustalać gradację celów oraz wraz z systemem wyznaczać efektory do ich zniszczenia. Docelowo drony te mają działać autonomicznie, z człowiekiem w pętli decyzyjnej i w obrębie określonego i ograniczonego kwadratu. Sztuczna inteligencja ma poza tym za zadnie wykrywać miny, zbierać i analizować dane z pola bitwy a docelowo planować misje, przydzielać częstotliwości, analizować efekty rozpoznania. Obecnie na Ukrainie otwartych jest ponad 200 projektów związanych z AI i pracuje nad nimi około 70 podmiotów, w tym wiele z zagranicy (głównie z Niemiec, Francji, USA i Wielkiej).

Plany produkcji dronów na 2025 rok sięgają 4 mln sztuk. Co przy średniej celności ponad 20% oznaczać może że około 800 000 celów zostanie wyeliminowanych. Z tym iż trzeba pamiętać że niektóre cele (np. czołgi) wymagają kilkukrotnego trafienia. Innym ambitnym celem dla Ukrainy na rok 2025 jest plan wyprodukowanie 30 000 dronów dalekiego zasięgu (w tym o zasięgu 2000 km) i około 3000 pocisków manewrujących. Co najważniejsze, w tych projektach priorytetem dla ukraińskiego Rządu jest współpraca z ukraińskimi przedsiębiorstwami.

Dużym błędem by było gdybyśmy nie wspomnieli o pomocy innych krajów dla Ukrainy w zakresie dostaw dronów. Aby tematu nie rozwijać, to jak już wspomnieliśmy pomoc ta funkcjonuje od 2015 lub 2016 roku, a jednym z pierwszych jej dostawców była Polska i grupa WB Electronics oraz USA. Nie oszukujmy się, dla bardzo wielu krajów Ukraina stała się poligonem doświadczalnym, który bardzo szybko zweryfikował systemy bezpilotowe większości krajów. Dzięki temu większość krajów NATO przyjęła zasadę nie kupowania dronów które nie przeszły testów na froncie ukraińskim. Ta zasada bardzo wielu firmom pozwoliła na gwałtowny rozwój i ekspansję na cały Świat. Pisaliśmy o tym min. w rozdziale dotyczącym Niemiec, o sukcesie drona Vector firmy Quantum-Systems czy drona HX-2 firmy Helsing. W innych przypadkach firmy poniosły spektakularną porażkę. Dotyczy to głównie firm z USA. O ile było wiele zastrzeżeń co do przydatności dronów Switchblade 300, to po dostawach wersji 600 oraz pracach modyfikacyjnych, drony te są używane na Ukrainie. Inaczej sprawa wygląda z dronami z Doliny Krzemowej, które poniosły prestiżową porażkę na Ukrainie. Dotyczy to szczególnie dronów firmy Skydio ale też i wszystkich innych firm amerykańskich. Przeprowadzone próby ich użycia w roku 2024 najczęściej kończyły się zboczeniem z kursu i zaginięciem, na skutek działania rosyjskiego WRE. Okazało się że drony np. firmy Skydio mają błędy oprogramowania, problemy z serwisowaniem na polu walki oraz są … kosmicznie drogie. Podobnie sytuacja miała się i z innymi amerykańskimi firmami, które zmuszone są wrócić do kreślarskiej deski. Według określeń strony ukraińskiej, amerykańskie drony są „zwykle drogie, wadliwe i trudne do naprawy". Inni eksperci z Ukrainy określili że te drony są „delikatne i niezdolne do pokonania rosyjskiej technologii zagłuszania GPS". Ponadto zaobserwowano że często żołnierze „nie mogli wystartować, ukończyć misji lub wrócić do bazy (…) drony te często nie latają na reklamowane odległości lub nie przenoszą deklarowanej wagi ładunków". Jak twierdzą inżynierowie firmy Skydio nie przewidzieli oni tak intensywnej walki radioelektronicznej a sam dron był projektowany w roku 2019, pod określone, inne wymagania armii USA. Jak podsumował to Gieorgij Dubyński, wiceminister transformacji cyfrowej Ukrainy – „To, co lata dzisiaj, jutro nie będzie mogło latać. Musimy szybko dostosować się do pojawiających się technologii. Cykl innowacji w tej wojnie jest bardzo krótki". Pytanie - po co polski MON zakupił drogie i nie przydatne drony Skydio???

DUBLET



Rys.164 Phoenix Ghost firmy Aevex Aerospac, ich obecność na Ukrainie była owiana w 2022 roku tajemnicą. Ponoć do 2024 roku dostarczono ich ponad 2000 szt. Trudno zweryfikować te informacje, źródło: defensereview.com

Sukces ponoć na Ukrainie odniosła inna produkcja z USA, amunicja krążąca Phoenix Ghost wyprodukowana przez Aevex Aerospace i przekazana prawdopodobnie w ilościach 2000 szt. Były doradca prezydenta Ukrainy Ołeksij Arestovysch stwierdził, że osiągnęły 60% wskaźnik trafień. Narodziły się one z innowacyjnego programu Pentagonu Big Safari, ale ich pojawienie się pozostawało długo tajemnicą. W kwietniu2024 roku firma Aevex ogłosiła, że ponad 4000 jej dronów Atlas i Dominator zostało także dostarczonych na Ukrainę, gdzie zostały "sprawdzone w walce". Te drony z napędem tłokowym (ze śmigłem pchającym) są wyposażone w technologię autonomicznej nawigacji i rozpoznawania i mogą być rekonfigurowane do misji ISR i EW. Zostały zaprojektowane na zasadach otwartej architektury, aby umożliwić łatwe wprowadzanie oprogramowania i ładunków innych firm i podobno przeprowadzają autonomiczne operacje wspomagane przez fuzję czujników, wykorzystując widzenie komputerowe do autonomicznej identyfikacji punktów orientacyjnych i nawigacji względem nich bez GPS. Zgodnie z tym co twierdzi firma potrafią "nawigować, podejmować decyzje i wykonywać misje bez bezpośredniej interwencji".
Jak podaje Aevex, buduje ona 300 dronów miesięcznie dla Ukrainy, a kolejne tysiące są w trakcie zamawiania. Nowy obiekt otwarty w październiku 2023 r. zwiększył łączną miesięczną zdolność produkcyjną w 2024 r. do 450 samolotów na 1,5 zmiany lub 1 000 na trzy zmiany.



Rys.165 Strącony gdzieś nad Rosja ukraiński dron dalekiego zasięgu Bober, źródło: open skurce

DRAFT

Poniżej prezentujemy ostatnią aktualizacje Oryksa, która przedstawia typy dronów dostarczonych (lub zapowiedzianych dostaw) na Ukrainę, przez inne kraje (może być niepełna):

- WB Electronics FlyEyes (luty lub marzec 2022)
- 30 mini-Bayraktarów (od marca 2022 r., podarowanych przez Baykar Tech)
- 25 RQ-35 Heidruns (kwiecień 2022 r.)
- RQ-20 Pumas (kwiecień 2022)
- 1 Lemur (co najmniej jedna sztuka do poł. 2022 r.)
- 6+ Tekever AR3 (dostarczane od wiosny 2022 r.)
- nieznany typ i ilość (kwiecień lub maj 2022)
- 100+ reconów Quantix (czerwiec 2022, podarowane przez AeroVironment)
- 6+ nieznany typ i ilość (lipiec 2022 i kwiecień 2023)
- 9 Primoco One 150s (sierpień 2022 i 2023)
- 18 Primoco One 150s (18 dostarczone do lutego 2024 r.)
- 850+ Black Hornet 03 lub 04 (przed listopadem 2022)
- 570 Vector (499 dostarczonych od czerwca 2022 r., 71 kolejnych zadeklarowanych)
- "Kilka" quadkopterów Sky-Hero Loki MkII (przed grudniem 2022 r.)
- 7 nieznany typ (przed lutym 2023 r.)
- nieznany typ i ilość (początek 2023 r.)
- 15+ Boeing Insitu ScanEagle 2s (przed czerwcem 2023 r.)
- DeltaQuad Pro (przed czerwcem 2023 r.)
- nieznany typ i ilość (które mają zostać dostarczone)
- 1000 Black Hornet (zadeklarowane)
- Skok 20s (zadeklarowane)
- Altius-600s (zadeklarowane)
- CyberLux K8s (zadeklarowane)
- Penguins (zadeklarowane)
- 1 Luna NG (dostarczony w 2023 r.)
- 2 VT-4 Rochen (dostarczone w 2024 r.)
- 28 Trinity eVTOL (drony mapujące, dostarczone w sierpniu 2024 r.]
- 684 RQ-35 Heidruns (684 dostarczono)
- 543 Songbird (211 dostarczonych do marca 2024 r., 332 kolejne zadeklarowane)
- 46 HORNET XR (46 dostarczonych)

Być może porażka dronów USA na Ukrainie była bodźcem do stworzenia w Europie Koalicji Dronów. W 2024 roku powstała z inicjatywy Łotwy i Wielkiej Brytanie tak zwana Koalicja Dronów, która składa się z państw gotowych dostarczyć Ukrainie drony własnej produkcji. Szacuje się że w 2025 roku powinno to być dziesiątki tysięcy dronów, w tym głównie tych zaawansowanych technologicznie. Obecnie mówi się już o 4 tysiącach dronów, takich jak HX-2 lub setkach, bardziej zaawansowanych takich jak Vector, czy francuskich Colibri lub projektu Larinae.

W ciągu trzech lat wojny skuteczność przeciętnego ukraińskiego operatora dronów, w niszczeniu rosyjskich celów miesięcznie, wzrosła 5-7-krotnie Niekwestionowanymi dominującymi liderami wśród systemów uzbrojenia są dwa typy: drony FPV i okto – i heksakoptery (tzw. "Baba Jaga", nocne bombowce). Te dwa rodzaje dronów odpowiadają obecnie za około 90% wszystkich zniszczeń sprzętu lub eliminacji żołnierzy rosyjskich. Pozostałe drony jak amunicja krążąca czy płatowce kamikadze odpowiadają za 10% trafionych celów.

UKALTEC

Zdecydowana większość dronów dostarczanych na linię frontu musi być z czasem modyfikowana ze względu na zmieniające się warunki na polu walki, w tym dotyczące wykorzystaniu częstotliwości i dostosowania się do aktualnych działań WRE przeciwnika. Ale nie tylko. Modyfikacja dotyczy też parametrów technicznych. Czynniki takie jak udźwig, zasięg, masa głowicy bojowej są modyfikowane na bieżąco na polu walki, aby dostosować je do potrzeb konkretnej misji. Często jedne parametry są zmniejszane na korzyść innych parametrów, stąd np. niektóre drony z mniejszą głowicą mogą być użyte na dystansach 6-8 razy większych niż te podawane przez producenta. Obecnie jedna brygada dronów jest w stanie „obsadzić" około 140 km frontu i działać (w różny sposób) na rzecz 22 innych pododdziałów.

Na rok 2025 przed Ukrainą stoją cztery wyzwania związane z BSP. Pierwsze to dalsze doskonalenie dronów przechwytujących. W kwietniu 2024 roku Ukraina ogłosiła konkurs na wyłonienie najskuteczniejszych rozwiązań w zakresie dronów przechwytujących, z udziałem kilkudziesięciu ukraińskich producentów dronów. Jednemu z tych modeli przypisuje się już około dwudziestu potwierdzonych zestrzeleń wrogich dronów rozpoznawczych i jest obecnie używany przez ukraińskie jednostki dronów na froncie kurskim, charkowskim i zaporoskim. Jednak to, ani inne rozwiązania do tej pory nie rozwiązały problemów Ukraińskich w zakresie zwalczania dronów przeciwnika i dalej prowadzi się prace w tym kierunku. Szczególnie gdy chodzi o rosyjskie drony dalekiego zasięgu typu Shahed.

Drugim wyzwaniem są roje dronów. W prawdzie na Ukrainie prowadzi się całkiem udane eksperymenty z rojem złożonym z kilku dronów, jednak celem jest stworzenie roju który by liczył kilkadziesiąt lub nawet kilkaset dronów, kierowanych przez 1-5 operatorów.

Trzecim wyzwaniem jest stworzenie dronów wyposażonych w sztuczną inteligencję kolejnej generacji. Wysiłki Ukrainy na rzecz integracji technologii sztucznej inteligencji (AI) poczyniły postępy w 2024 r., wraz z opracowaniem dronów zdolnych do namierzania celów zidentyfikowanych przez operatorów w końcowej fazie lotu przed uderzeniem. Pomogło to zneutralizować rosyjskie technologie zagłuszania walki elektronicznej, które zwykle mają na celu zakłócenie połączenia między dronami a operatorami. Obecnie celem jest wyprodukowanie nowej generacji dronów wykorzystujących sztuczną inteligencję nie tylko w końcowej fazie tarczy, ale także w trakcie lotu.

Ostatnim celem Ukrainy jest stworzenie możliwości masowych uderzeń w głębi terytorium przeciwnika. W grudniu ubiegłego roku minister obrony Ukrainy Rustem Umierow zapowiedział, że ukraińska armia otrzyma w 2025 r. ponad 30 tys. dronów dalekiego zasięgu typu DeepStrike. Wyjaśnił wówczas, że drony nowej generacji będą zdolne do operowania na dużych odległościach i precyzyjnego trafiania w wyznaczone cele. Jak już potwierdzono niektóre drony są zdolne do osiągania celów w odległości 1700 km od miejsca startu. A to oznacza iż cała europejska część Rosji oraz wiele celów za Uralem będzie w zasięgu Ukrainy.

Poza tym na Ukrainie w roku 2024 rozpoczął się narodowy program rakietowy, oparty w dużej mierze na firmach i technologii która jest używana przy produkcji i projektowaniu dronów. W 2025 r. ma on szansę odegrać znacznie większą rolę w wojnie niż w 2024 r. Krajowa produkcja rakiet pozwala Ukrainie atakować cele w Rosji a to prawdopodobnie początek szerszych prac nad rozwinięciem rakiet typu Neptun. W 2025 roku Rosja może być zaskoczona, gdy dowie się, jak bardzo rozwinęła się krajowa produkcja rakietowa na Ukrainie.

Już teraz można stwierdzić że prace badawcze i rozwojowe stawiają Ukrainę w rzędzie najbardziej zaawansowanych technologicznie krajów na Świecie. Dla przykładu - Ukraina stała się piątym krajem na Świecie, który posiada laser do zwalczania celów powietrznych. Jest on w trakcie prób i badań ale to kolejny dowód iż technologicznie ZSU zaczyna wyprzedzać Wojsko Polskie. Obecnie Rosja dostarcza około 30-35 tys. rekrutów miesięcznie na linię frontu. Ukraińcy są w stanie zadać straty wielkości ok. 20 tys. Stąd plany na 2025 r. przewidują zwiększenie strat Rosjan do 30-35 tysięcy, tak aby Rosja nie nadążała uzupełniać strat. I chyba to jest główne zadanie sił dronowych na rok 2025.

DWAETC

Drony lądowe

Drony lądowe na Ukrainie rozwijały się później i wolniej niż drony powietrzne czy morskie. Związane jest to z kilkoma czynnikami, takimi jak trudności w pokonywaniu przeszkód (których nie ma w domienie wodnej i powietrznej), różne rodzaje pokonywanego terenu (piach, błoto, drogi utwardzone, itp.) do których robot musi być dostosowany, bariery inżynieryjne (okopy, zasieki), a przede wszystkim koszty. O ile drona powietrznego można zbudować za 300-600 $, to w przypadku funkcjonalnego drona naziemnego jest to nie możliwe. Szczególnie jeśli ma on pracować w terenie i być zintegrowany z innymi jednostkami.



Rys.166 SzaBlja – pierwszy użyty w 2014 roku automatyczny system karabiny maszynowego (tutaj wersja z 2016r.), źródło: texty.com.ua

Pierwsze informacje o robotach naziemnych użytych przez ZSU, dotyczyły roku 2014 i stworzenia pierwszego automatycznego stanowiska karabinu maszynowego – SzaBlja (ШаБля). Jednak wcześniej były prowadzone prace nad UGV w firmie Infocom Ltd. Z tym iż nie znaleźliśmy informacji o zastosowaniu ich prac w wojsku. W kolejnych latach 2015-21 rynek zdominowały trzy prywatne ukraińskie firmy: Robotics (КБ «Роботікс), Infocom Ltd i Global Dynamics oraz państwowa Ukroboronprom.

CB Robotics (КБ «Роботікс) już w 2015 roku rozpoczął pracę nad dronami UGV. Do 2021 roku udało mu się opracować dwa roboty: wielofunkcyjna platforma robotyczna BRP – 3 (Багатоцільова роботизована платформа - БРП-3) i RSWK – M3 (РСВК-М3). Koszt opracowania pierwszego to ok. 1,6 mln hrywien, drugiego zaś to ok. 2,6 mln hrywien. BRP-3 był chyba pierwszym UGV testowanym w strefie ATO.

Infocom Ltd – to duża międzynarodowa firma z Zaporoża, działająca od 1996 roku i realizująca głównie projekty z wielu branż cywilnych (przetwórstwo rolne, automatyka, itp.)

ale również wojskowych. Produkcja dronów lądowych jest tam obecna co najmniej od ok. 2000 - 2005 roku. Przed 2021 rokiem firma już dysponowała całą flotą naziemnych dronów wielozadaniowych. Do nich można zaliczyć: wielofunkcyjną platformę bezzałogową Skorpion, bojową robotyczną platformę Laska, czy małą platformę Krasnal. Kolejnym osiągnięciem Infocom Ltd wspólnie z PJSC AvtoKrAZ był bezzałogowy pojazd opancerzony KrAZ Spartan – zrobotyzowana wersja seryjnego 8-tonowego pojazdu.
Global Dynamics – to firma ze Lwowa powstała w 2017 roku, jej przedstawiciele min. brali udział w opracowaniu systemu SzaBlja. Oprócz tego do 2021 roku firma opracowała dwa UGV – Camel i Ironclad.



Rys.167 Pierwszy publiczny pokaz ukraińskich UGV BRP-3 (Багатоцільова роботизована платформа - БРП-3) źródło: opk.com.ua

Warto też dodać iż równocześnie z prywatnym sektorem, prace nad dronami naziemnymi podjął przemysł państwowy tworząc platformę Phantom-2. Był on prezentowany przez Ukroboronprom na szeregu targach w latach 2017-19.
W listopadzie 2021 r. została także podpisana umowa pomiędzy Meridian OJSC (część Ukroboronpromu), Sikorsky Challenge Innovation Holding LLC oraz Mobile Combat Robots celem której była realizacja projektu "Mobilne roboty bojowe" polegająca na tworzeniu platform do misji logistycznych, rozpoznawczych i bojowych, w tym wsparcia ogniowego i rozminowywania.
Ostatnią firmą jaka przed 2021 rokiem zaprezentowała działający prototyp naziemnego drona jest Synergy DPE. W grudniu 2021 roku zaprezentowała ona swój robot – Mirotvorets. To lekka, ośmiokołowa uniwersalna platforma kołowa.

Pierwsze oficjalne pokazy dronów lądowych ze strony ZSU, odbyły się w roku 2021 podczas defilady z okazji 30-lecia niepodległości Ukrainy. W defiladzie wzięło siedem UGV – cztery opracowania kijowskiego biura konstrukcyjnego KB Robotics i trzy opracowania lwowskiej firmy Global Dynamics.



Rys.168 Platformy robotyczne firmy Infocom Ltd w 2021 r., od lewej: Krasnal, Laska, Skorpion (kołowy), źródło: Infocom Ltd

Do czasu rozpoczęcia wojny w 2022 r. żadna platforma lądowa nie weszła oficjalnie na uzbrojenie ZSU. Część prezentowanych platform nie wyszła do końca 2022 r. poza stadium demonstratora, bądź prototypu. Z drugiej strony, pomimo tego że Państwowy Celowy Program Obronny Rozwoju Uzbrojenia i Sprzętu Wojskowego z 2016 roku przewidywał rozwój platform UGV, to do 2020 roku Dowództwo Wojsk Lądowych ZSU nie utworzyło organów ani jednostek wojskowych, odpowiedzialnych za wprowadzenie lub nawet przeprowadzenie prób UGV. Podobnie Dyrekcja Rozwoju Uzbrojenia, do 2020 nie zakończyła żadnych prób państwowych dronów lądowych. Choć 80% pracy przy nich związane jest z dokumentacją. Mimo to udało się Ukraińcom podpisać umowy na sprzedaż niektórych dronów za granicę, jak Ironclad do krajów arabskich. Niestety z powodu wybuchu wojny kontrakty nie zostały zrealizowane w całości i zerwane.



Rys.169 Roboty firmy Roboneers 2020 rok – Wielbłąd (Camel), Pancernik (Ironclad) i SzaBlija, źródło: defence-ua.com

Sam wybuch wojny nie wiele zmienił sytuację gdyż były pilniejsze rzeczy niż zakup dronów lądowych. Stąd w pierwszym roku konfliktu, drony naziemne były widywane tylko incydentalnie na polu walki. Wiązało się to głównie z ich niedopracowaniem lub dużymi kosztami zakupu. W cenie jednego zaawansowanego UGV można było mieć kilkadziesiąt FPV. Poza tym firmy bez udziału Państwa nie mogły na dronach montować uzbrojenia ani być włączane do wojskowej sieci łączności. Co niestety bardzo opóźniało rozwój platform lądowych w ZSU. Niebagatelne znaczenie miały też koszty rozwinięcia seryjnej produkcji, dostosowanie platform do wymagań wojska jak i dłuższego czasy szkolenia operatorów dronów naziemnych.



Rys.170 Phantom -2 na próbach poligonowych w Czernichowskim województwie w roku 2017, źródło: argumentua.com

Sytuację zmieniło dopiero powołanie Armii Dronów a przede wszystkim klastra Brave1. Ale też nie od razu. W międzyczasie obok już istniejących zaawansowanych konstrukcji UGV pojawiły się małe naziemne drony kamikadze, takie jak Ratel. Były one zdecydowanie tańsze od dotychczasowych platform i sprawdziły się na froncie. Mimo to dopiero na wiosnę 2023 roku generał Ołeksandr Syrski zainteresował się dronami naziemnymi i przeprowadził pierwsze testy z kilkunastoma producentami. To min skutkowało tym iż, w ramach klastra Brave1 uruchomiono finansowanie badań i prac rozwojowych dronów naziemnych, zaś wojsko i instytucje państwowe rozpoczęły szerszą niż dotychczas współpracę. MON zdecydowało się na sfinalizowanie badań nad 15 projektami dronów UGV. Pojawiły się też nowe firmy, które do tej pory nie miały wiele wspólnego z produkcją UGV, jak np. Stolb, który montował słupy elektryczne. W 2024 nastąpił też „wysyp" kolejnych konstrukcji i projektów. Wszystkie projekty są wnikliwie sprawdzane przez klaster Brave1. Dopiero jego rekomendacja uruchamia projekty do dalszej realizacji. A w samym 2023 roku przeprowadził testy lub analizy ponad 50 konstrukcji.

Po roku czasu od pierwszych testów przeprowadzonych przez generała Ołeksandra Syrskiego, zaczęły być widoczne pierwsze efekty działań. Jednak daleko było im od oczekiwań zarówno producentów jak i samego wojska. Najważniejszą przeszkodą w roku 2024 była skalowalność produkcji oraz ceny zestawów UGV. Dla przykładu ceny kompleksu kamikadze Ratel, w skład którego wchodzi pięć robotów kamikaze, stacja naziemna, retranslator oraz szkolenie

operatorów to koszt ok. 20 tys. dolarów, zaś koszt większych i bardziej skomplikowanych platform logistycznych i ewakuacyjnych tej firmy, to koszt 30-50 tys. dolarów. Firma Roboneers określiła koszt SzaBliji na 15-20 tysięcy dolarów, platformy Lynx (przygotowanej do montażu uzbrojenia) to koszt to 17-22 tysiące dolarów. Bardziej zaawansowane technologicznie platformy z linii Camel i Ironclad kosztują odpowiednio 70 tys. dolarów i 120 tys. dolarów. Co interesujące Ukraińskie firmy w już połowie 2024 roku były przygotowane do zwiększenia produkcji. Dla przykładu firma Ratel miesięcznie otrzymywała zamówienie od JW na ponad 100 dronów kamikadze oraz 4 platformy logistyczno-ewakuacyjne. Ale wg słów właścicieli mogą oni w ciągu 4-5 miesięcy zwiększyć produkcję nawet do 500 różnych wersji dronów Ratel, miesięcznie. Podobnie jest z firmą Roboneers, która ocenia iż jest w stanie wyprodukować do 1500 UGV rocznie a moce produkcyjne wykorzystuje w 10-15%.



Rys.171 Platforma Mirotvorec, firmy Synergy w ich firmowej prezentacji

Ukraińskie firmy w zakresie robotów naziemnych, mimo braku dużych zamówień, bardzo daleko posunęły się w kierunku samodzielności strategicznej co do produkcji UGV. Pod koniec 2024 roku szacowało się że 40-70% części UGV (w zależności od modelu), produkowanych jest na Ukrainie. Przy czym, przy długofalowych i przewidywalnych zamówieniach, proces ten można pogłębić poprzez produkcję kolejnych elementów takich jak silniki elektryczne, płytki drukowane, optykę i część środków komunikacji.

Latem 2024 roku rozpoczęto próby licznych UGV w ukraińskich brygadach na linii frontu. Skupiono się na zagadnieniach związanych z rozminowaniem i minowaniem, działaniach logistycznych, ewakuacji rannych oraz działaniami zaczepno - obronnymi uzbrojonych UGV. Próby te miały dać odpowiedź na sposoby organizacji lądowych pododdziałów UGV.

Szacuje się że w połowie 2024 r. w Ukrainie działało na froncie około 140-160 różnego rodzaju typów dronów naziemnych. W większości prominencji ukraińskiej. Ocenia się że do końca 2024 roku ukraińskie firmy opuściło kilka tysięcy UGV, w większości prostych dronów kamikadze lub małych dronów uniwersalnych.

zdjęcie	dron / firma	ładowność max (kg)	masa (kg)	prędkość max km/h	czas jazdy	zasięg operacyjny	rodzaj
	Ratel S/ Ratel	40	?	24	40-50 min. max 2h	6 km	kamikadze
	Myrotvorec / Synergy DPE	500	?	35 (woda - 6)	do 3h	do 2,5 km	uniwersalny/ logistyczny
	Ironclad / Global Dynamics	350	1800	20/ grunt 15	?	5 km	szturmowy (odporny na 7,62 mm)
	Fury/ DONS	?	330	?	do 3h	20 km	szturmowy
	Protector/ Ukrainian Armor (Українська бронетехніка)	1200	4000	65	spalinowy	15 km	uniwersalny/ logistyczny, ochrona Stanag 4569 poziom 1
	TerMIT (Terrain Modular Infantry Transporter) / Tencore LLC	300	120	10	20 h	20 km	uniwersalny
	Vepr (Dzik) / ?	300 lub przyczepa 250	?	?	6 h	6 km	uniwersalny/ opancerzony
	Lynx (Ryś) / Global Dynamics	150	130	8	4 h	1,1 km	szturmowy/ uniwersalny
	Zmiy Logistic (Snake Logistic) / Rover Tech LLC	500 (uciąg do 1050 kg)	850	10	?	1 km	uniwersalny
	Каракурт-Мангал (Karakut-Mangał)/	30	?	60		1,5 km	kamikadze/ minowania koszt ok. 5 tys. PLN (!)

Rys.172 Wybrane typy dronów UGV używanych na froncie przez ZSU w ilościach przekraczających 10 szt. (z wyj. Mirotvorca)

W II połowie 2024 rozpoczęto też certyfikację dronów UGV. Ale sama certyfikacja dużej liczby robotów przez Ministerstwo Obrony nie gwarantuje sukcesu. Firmy muszą jeszcze przejść przez testy bojowe i biurokratyczne, aby udowodnić sensowność i optymalność prezentowanej technologii na froncie, aby otrzymać stabilne kontrakty roczne. Przez pierwszych 10 miesięcy 2024 roku Agencja Zamówień Obronnych podpisała 16 umów na zakup bezzałogowych pojazdów naziemnych o różnym przeznaczeniu. Podaje się, że wartość zawartych kontraktów szacowana jest na prawie 300 mln hrywien (ok. 30 mln PLN). W ramach kontraktów państwo zamówiło kilkaset kompleksów rozpoznawczo-uderzeniowych, logistycznych i innych bezzałogowych produkcji ukraińskiej. Co interesujące zaczęto niektóre drony zamawiać w dłuższych seriach. Na przykład do jesieni 2024 roku wyprodukowano ponad 70 szt. dronów TerMIT używanych zarówno w 110 brygadzie jak i Legionie Wolność Rosji.

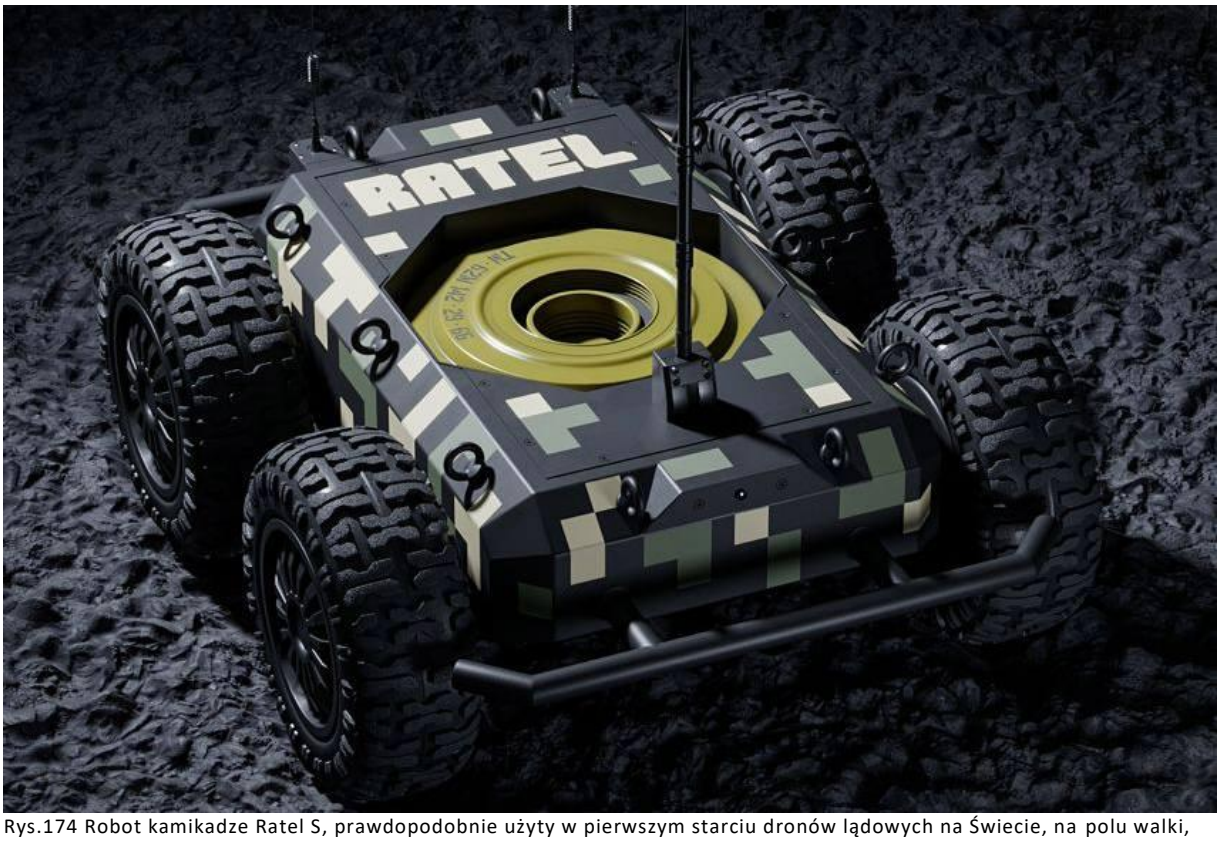


Rys.173 zestaw robotyczny Wolly Ground na dalszym planie platforma TerMIT, źródło: mezha.net

W 2024 roku zaczęto tworzyć też pierwsze plutony dronów UGV w wybranych brygadach. Najczęściej składały się one z kilku dronów logistyczno-ewakuacyjnych lub/i paru dronow bojowych. Drony systemów minowania lub kamikadze częściej były używane w pojedynczych sekcjach. Jesienią w sztabie ZSU prawdopodobnie zapadła też decyzja o powołaniu w każdej brygadzie (lub w tych tylko sprawdzonych na froncie) pododdziałów dronów naziemnych. Zintensyfikowano certyfikacje dopuszczenia do eksploatacji dronów, powołano szkołę operatorów dronów naziemnych oraz rozpoczęto zakupy oparte o długoterminowe umowy. W tym miejscu należy odróżnić pojęcia "przyjęcia do służby" i "dopuszczenia do eksploatacji", o czym już wspominaliśmy. To drugie oznacza iż sprzęt został czasowo przyjęty do eksploatacji i po zakończeniu działań wojennych, będzie on bądź wycofany z eksploatacji, bądź będzie musiał się starać o „przyjęcie do służby” i odbyć pełen zakres prób państwowych.

W międzyczasie na Ukrainie zaszły dwa ważne, ale nie zauważone przez większość mediów, wydarzenia. W marcu 2024 r . na kierunku bachmutowskim odnotowano pierwszy w historii przypadek bitwy robotów: ukraińskie drony zniszczyły rosyjskie naziemne roboty. Zaś w grudniu ZSU po raz pierwszy przeprowadziła przełomowy, wielodomenowy atak z użyciem

dronów na rosyjskie pozycje pod Charkowem, bez bezpośredniego udziału żołnierzy. W operacji prawdopodobnie brały udział drony Retel-S . Ta operacja, przeprowadzona w pobliżu wioski Lyptsi, opierała się całkowicie na uzbrojonych bezzałogowych pojazdach naziemnych (UGV) i dronach (FPV), a wszystko to bez żadnych platform załogowych ani wsparcia żołnierzy. Opiszemy ją szczegółowo niżej. Jednak ta operacja stała się też lekcją dla UGV. Od razu zaznaczmy iż poniższy wpis jest nie potwierdzony jest nie oficjalny ale drony naziemne podczas swoich misji zimą 2024/25 napotkały kilka poważnych trudności. Pierwsza to śnieg i błoto które ma krytyczny wpływ na operacje taktyczne UGV. Nawet drony gąsienicowe mają problemy z mobilnością oraz znacznym skróceniem misji z powodu szybko wyczerpujących się baterii. Ponadto okazało się że pojazdy bezzałogowe były bardziej podatne na zaawansowane zdolności wroga w zakresie walki elektronicznej i zagłuszania, niż BSP. Poza tym wyszło że UGV muszą wykorzystywać ufortyfikowane pozycje, aby ukryć się podczas misji. Inaczej są wykrywane i szybko niszczone. Zaś sama misja musi trwać jak najkrócej i najlepiej aby była wspomagana BSP i systemami zwalczania dronów powietrznych. Słowem lądowe UGV są najskuteczniejsze kiedy działają w systemie i są interoperacyjne.



Rys.174 Robot kamikadze Ratel S, prawdopodobnie użyty w pierwszym starciu dronów lądowych na Świecie, na polu walki, źródło: Minister Transformacji Cyfrowej Mychajło Fedorow

Jak już wspomnieliśmy Ministerstwo Obrony Ukrainy uruchomiło projekt, który pozwoli na skalowanie wykorzystania bezzałogowych systemów naziemnych w wojsku. Projekt ten przewiduje dalsze prace rozwojowe nad UGV, wdrożenie kilkudziesięciu tysięcy dronów lądowych do służby w 2025 r. oraz ambitne cele - zastąpienia całkowicie logistyki „ostatniej mili" na froncie przez UGV oraz rozminowania. Obecnie Ukraina posiada ponad 200 producentów dronów UGV lub elementów do nich. Przemysł ten koncentruje się przede wszystkim na obniżaniu kosztów produkcji oraz rozwijania skalowalności produkcji wybranych przez Państwo UGV. Zgodnie z wymogami NATO (STANAG) zostało na Ukrainie skonstruowanych ponad 40 typów dronów UGV.

Warto też wspomnieć o międzynarodowej pomocy jaką otrzymała Ukraina w dronach UGV. Już w 2022 roku Niemcy dostarczyli 15 sztuk (przy wsparciu Estonii) dronów THeMIS.

Program współpracy Ukrainy z firmą Milrem jest nadal rozwijany i w 2025 roku są spodziewane dalsze dostawy tego typu dronów. Wg portalu Oryks od rozpoczęcia wojny do Ukrainy dostarczono (lub zamierza się dostarczyć):

10? Roboty rozminowujące SDZ (kilka dostarczono, w sumie prawdopodobnie 10 szt.)
1 Zdalnie sterowany system rozminowywania DIGGER D-250 (sierpień 2023 r.)
1 Systemy rozminowywania DOK-ING MV-4 (dostarczony do września 2024 r.)
6 DOK-ING MV-4 Zdalnie sterowane systemy rozminowywania (maj 2023 r.)
3 GCS-200 Zdalnie sterowane pojazdy do usuwania min (maj 2023 r.)
2 Bożena 5 Zdalnie Sterowane Systemy Rozminowywania (styczeń 2023)
3 GCS-200 Zdalnie sterowane i chronione systemy usuwania min (styczeń 2023)
8 Zdalnie sterowane systemy rozminowywania (sierpień 2022 i styczeń 2023)
30? psy-roboty BAD.2 brytyjskiej firmy Brit Alliance (przed sierpniem 2024)
12 UGV Trail-Blazer (8 szt. przed styczniem 2024, 4 sztuki po styczniu 2024)
15 szt. THeMIS (8 szt. 2022, 7 szt. 2023 + obiecane kolejne dostawy 2025)

Prawdopodobnie nie są to wszystkie UGV dostarczone na Ukrainę w ramach pomocy międzynarodowej ale trudno obecnie potwierdzić ilość czy fundatora dronów UGV dla Ukrainy. Pewnie takie informacje zaczną wypływać po czasie.



Rys.175 Psy-roboty BAD.2 brytyjskiej firmy Brit Alliance dostarczone na Ukrainę i użytkowane przez 28 brygadę, źródło: hromadske.radio

Podobnie jak w przypadku dronów powietrznych, Ukraina ustaliła priorytety rozwoju dronów UGV na rok 2025. O jednym już wspomnieliśmy, chodzi o zastąpienie logistyki ostatniej mili w całości przez drony. Głównym ich zadaniem będzie ewakuacja rannych, czy dostarczenie amunicji i prowiantu na trudno dostępne pozycje ukraińskie, do których droga jest przestrzeliwana przez wojska rosyjskie.
Kolejnym priorytetem jest rozwój dronów bojowych, które będą wyposażone w lekkie systemy uzbrojenia. Mogą to być granatniki automatyczne, karabiny maszynowe lub broń przeciwpancerna. Operator będzie je kontrolował i wybierał priorytetowe cele. Chodzi aby takie drony mogły operować w grupie i realizować ograniczone zadania taktyczne, takie jak zasadzki, osłonę odwrotu, itp. Tutaj będzie się kładło nacisk na współprace UGV z dronami powietrznymi i działanie w ramach jednego pododdziału.
Zaskakującym następnym priorytetem są systemy stacjonarne z karabinami maszynowymi lub sensorami optycznymi do rozpoznania i obserwacji. Okazuje się że ich zintegrowanie z liniami obronnymi ma jedną wadę – że stanowiska są nie ruchome i szereg zalet, takich jak tworzenie fałszywych systemów ognia (co szczególnie wpływa na rosyjską taktykę szturmów 4-6 ludźmi), ubezpieczenia skrzydeł, trudności w zniszczeniu opancerzonych systemów (systemy najczęściej są uszkadzane ogniem ale nie niszczone)oraz używania ich do kontroli ogniowej dróg i terenu, w odległości od własnych stanowisk.



Rys.176 Dron WRE Pluszcz (НРК Плющ) z rozwiniętym 10 metrowym masztem, firmy Robotyzowanyj Kompleks (Роботизовані Комплекси) luty 2025 r., źródło: Роботизовані Комплекси

Jak poinformował w lutym 2025 roku, Ukraina zamierza generalnie zwiększyć produkcję UGV oraz tworzyć już w brygadach, w oparciu o doświadczenia 2024 roku, pierwsze pododdziały wyposażone w tego typu drony. Wymienia się tutaj drony Tanczik – Czołdżek (Танчик), Targan 2K (Тарган 2К), Targan 200 (Тарган 200) i Burewyj (Буревій) ale nie tylko. Zatem Ukraina zamierza osiągnąć nie tylko cztery wyżej wymienione cele w rozwoju UGV ale też stworzyć w roku 2025 pierwsze całkowicie zrobotyzowane pododdziały UGV. Używanego głównie w obronie gdzie mają do tej pory największe sukcesy i powodzenie.

Roboty nawodne i podwodne

Początki ukraińskiego programu dronów morskich nie są do końca znane, nie natknęliśmy się na żadne informację sprzed roku 2022. Pierwsze informację o dronach morskich (Unmanned Surface Vehicle - USV) Ukrainy pochodzą z września 2022 roku gdy jeden z dronów został wyrzucony na brzeg Krymu. Wydaje się że kluczem do programu tak szybkiego rozwoju dronów morskich na Ukrainie, była dostępność systemów łączności satelitarnej o bardzo niskich opóźnieniach (Starlink), co pozwalało na działanie dronów poza horyzontem. A przede wszystkim (prawdopodobnie) współpraca w tym zakresie z Wielka Brytanią.
Ukraiński program dronów morskich po raz pierwszy zadziałał skutecznie dzięki w/w dwóm aspektom już w październiku 2022 roku. Wtedy kilka dronów o nie formalnej nazwie Mykola, zaatakowało port w Sewastopolu uszkadzając poważnie fregatę Admirał Makarow i trałowiec Iwan Gołubiec. Dowództwo ukraińskie udostępniło dane tych dronów:

- Długość — 5,5 m
- Waga brutto — do 1000 kg
- Zasięg operacyjny — do 400 km
- Zasięg - do 800 km
- Żywotność baterii - do 60 godzin
- Obciążenie bojowe — do 200 kg
- Prędkość maksymalna wynosi 80 km/h.
- Metody nawigacji — automatyczny GNSS, inercyjny, wizualny
- Przesyłanie informacji wideo — do trzech strumieni wideo HD
- Szyfrowanie, ochrona szyfrowania — 256 bitów



Rys.177 Ukraiński dron o nie formalnej nazwie Mykola wyrzucony na plaże na Krymie we wrześniu 2022 r. dokładnie takie same drony nieco ponad miesiąc później zaatakowały bazę morską Floty Czarnomorskiej w Sewastopolu, źródło: OSINT (Uri)



Rys.178 Ukraiński USV Magura V5, źródło: RBK-Ukraina

Inny ukraiński sukces to maj 2023 roku gdy skutecznie został zaatakowany okręt rozpoznawczy Iwan Churs projektu 18280. Ale trudno określić skutki tego ataku. Prawdopodobnie nie zadziałał zapalnik na ukraińskim dronie lub też wybuch mógł nastąpić za wcześnie albo Rosjanie sprytnie ukryli uszkodzenia i straty. W akcji brały już udział drony Magura V5.

Magura V5 to dron kolejnej generacji używany na Ukrainie. Ta pływająca łódź ma długości 5,5 metra, wagę 1000 kilogramów i przenosi bojowy ładunek wybuchowy o masie 320 kg. Zdolny jest do operowania z prędkością 80 km/h w promieniu do 400 km, z maksymalnym zasięgiem 800 km. Dron ten, jak wynika ze zdjęć można konfigurować. Np. Magurę V5 zaadaptowano jako nośnik dwóch wyrzutni pocisków powietrze-powietrze bliskiego zasięgu R-73. W czerwcu 2024 roku Ukraina ogłosiła zestrzelenie za ich pomocą śmigłowca Ka-29, a 31 grudnia 2024 roku potwierdzono nagraniem zestrzelenie śmigłowca rodziny Mi-8. Przy tym Ukraina zapewne już pracuje nad tym by na swych dronach nawodnych umieścić np. rakiety AIM-120. Taka rakieta z aktywną głowicą radiolokacyjną samonaprowadzania będzie mogła pracować na dość znaczną odległość i zagrozić nawet myśliwcom.

Jak już wspomnieliśmy powyżej, dron Magura V5 otworzył nową kartę w historii wojen na morzu, niszcząc śmigłowce. Jednak to nie koniec ewolucji ukraińskich dronów na morzu Czarnym. USV oparty prawdopodobnie na kadłubie Magury V5 w styczniu 2025 roku, posłużył jako „lotniskowiec" dla grupy dronów FPV (lub amunicji krążącej), która zaatakowała z sukcesem systemy przeciwlotnicze Pancyr S-1 oraz Osa.

Wydaje się że Magura V5 to obecnie podstawowy dron USV ukraińskiego wywiadu używany do akcji bojowych, gdyż brał udział w większości akcji na morzu Czarnym. Był on min. przyczyną zatopienia dwóch niedużych jednostek rosyjskich KS-701 klasy Tuniec min. w maju 2024 roku. Ponadto 1 lutego 2024 roku drony Magura zatopiły kuter rakietowy Iwanowiec (w ataku użyto 10 łodzi, z czego 6 trafiło, okręt osiadł na dnie), a 14 lutego duży okręt desantowy Cezar Kunikow. 5 marca 2024 roku łodzie Magura zatopiły w cieśninie Kerczeńskiej patrolowiec Siergiej Kotow (trafiło kilka łodzi Mgura V5). Akcji z udziałem

dronów Magura V5 było więcej ale blokada informacyjna ze strony Rosjan jak również działania maskujące w ich wykonaniu, powodują iż trudno jest określić skutki tych działań.



Rys.179 Dron SeaBaby, źródło: SBU

Wraz z rozwojem działań na morzu Czarnym, nastąpiła też dalsza ewolucja dronów morskich ZSU. Powstały nowe konstrukcje jak Sea Baby, które w lipcu 2023 brały udział w ataku na most krymski. Szacuje się że ich głowica to 400-850 kg zaś zasięg wynosi do 700 km, prędkość maksymalna do 80 km/h oraz czas pracy do 60 godzin. Dron ten charakteryzuje się dużą mobilnością i możliwością potajemnego przemieszczania się na duże odległości. Dzięki sterowaniu satelitarnemu i kamerom na podczerwień Sea Baby może wykonywać misje w trudnych warunkach, w tym w nocy lub przy dużej aktywności rosyjskiej WRE. Pierwsze bojowe użycie SeaBaby miało miejsce w październiku 2022 r. podczas ataku na tzw. Most Krymski. Wśród innych najbardziej znanych operacji SeaBaby to kolejny atak min. na Most Krymski 17 lipca 2023 roku. Wtedy dwa drony były w stanie uszkodzić podpory i przęsło mostu. We wrześniu 2023 r. drony te uderzyły w mały okręt rakietowy Samum, a wkrótce w okręt patrolowy projektu 22160 Paweł Derżawin, holownik Profesor Nikołaj Muru i kuter rozpoznawczy Wołodymyr Kozycki. Wszystkie te okręty zostały uszkodzone przez atak Sea Baby. Główną różnicą między SeaBaby a Magurą V5 jest wysoki poziom autonomii i większa siła wybuchu - 850 kg w porównaniu do 320 kg w przypadku Magury. Sea Baby jest przeznaczony do atakowania największych i najbardziej chronionych celów, takich jak mosty czy duże okręty wojenne.


Rys.180 USV Mamai, źródło: usm.media

DRAFT

Kolejny dron typu Mamai, został opracowany na potrzeby SBU do operacji specjalnych na Morzu Czarnym. Jego główną cechą jest duża prędkość, która pozwala mu osiągnąć nawet 110 km/h, co czyni go najszybszym obiektem na Morzu Czarnym od końca 2023 roku. Siła wybuchowa drona różni się w zależności od misji, ale podobnie jak w przypadku SeaBaby, dron jest zwykle używany do uderzania w duże cele wojskowe. Długość dronów Mamai sięga około 6 metrów.
Mamai został wykorzystany do serii ataków na rosyjskie okręty wojenne, w tym:

- zniszczenia okrętu desantowego "Olenegorsk Gornyak" na wodach Noworosyjska, atak ten był jedną z najbardziej udanych operacji na morzu w 2023 roku;
- atak na okręt patrolowy "Pavel Derzhavin",
- zniszczenia tankowca Sig, który dostarczał zaopatrzenie siłom rosyjskim.

Innym ciekawym projektem są drony typu Toloka: TLK-150, TLK-400, TLK-1000. Pierwszy z nich ma długość 2,5 m, zasięg 100 km i głowicę do 50 kg. Drugi ma długość 4-6 m, zasięg 1500 km, i głowicę do 500 kg. Trzeci, długość 4-12 m, zasięg do 2000 km i głowicę do 5000 kg. Dron TLK-150 posiada dwa silniki strumieniowe na statecznikach w kształcie skrzydeł. Duży kil równoważy maszt z anteną i kamerą. Dron pływa w postaci półzanurzenia i jest trudniejszy do zauważenia niż duże łodzie bezzałogowe, które są bardzo wysoko uniesione nad powierzchnią wody. Nie wiadomo, w jakim stanie są obecnie te projekty.



Rys.181 Projekt Toloka TLK 150 prezentowany w lutym 2025r., dron wygląda na przygotowany do prób, źródło: usm.media

Ogromnym osiągnięciem Ukrainy jest skonstruowanie własnego drona podwodnego Mariczka (Мар'ічка). W ten sposób Ukraina weszła do ekskluzywnego klubu państw posiadających własne konstrukcję podwodnych dronów. Nie wiele wiadomo o osiągach tego drona, jego rozmiary to: długość 6 m, przekrój 1m, zasięg zaś ok. 1000 km. To wszystko dane przybliżone. Charakterystyka techniczna Mariczki obejmuje zaawansowany system nawigacji, który pozwala wyznaczyć optymalne trasy w celu ominięcia przeszkód. Zaś wewnętrzne systemy pozwalają mu poruszać się autonomicznie, podążając za określonymi

współrzędnymi, aby dokładnie trafić w cel. Prowadzenie drona odbywa się na autopilocie, co eliminuje konieczność stałego monitorowania przez operatora. Koszt jego ok. 16 mln hrywien (ok. 1,6 mln PLN).



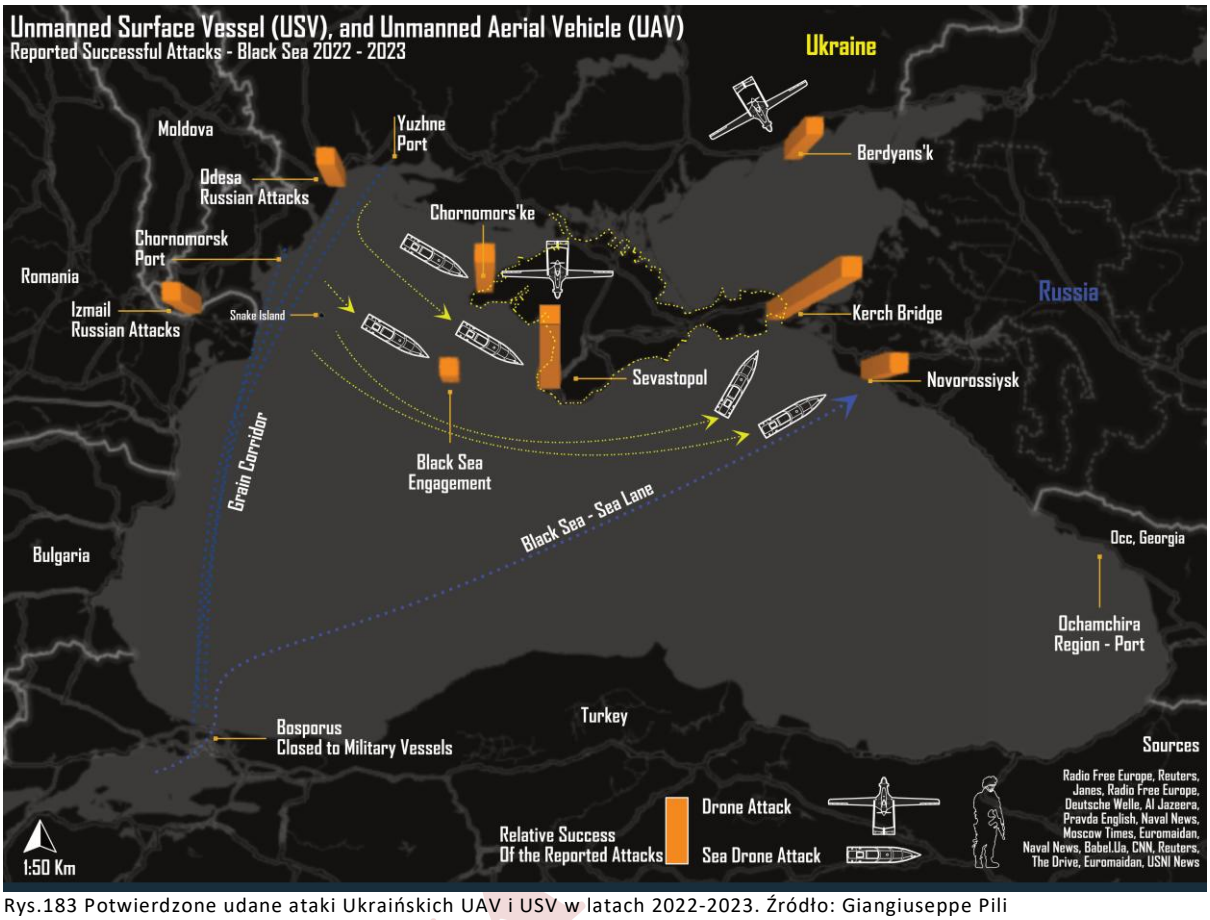
Rys.182 Dron Mariczka w trakcie prób na morzu Czarnym w 2023 r., źródło: www.grebenka.com

Furia to kolejny ambitny projekt autonomicznego podwodnego drona opracowywany na Ukrainie do wykorzystania w morskich operacjach bojowych. Dane na temat danych taktyczno-technicznych drona są obecnie nie dostępne, ale przewiduje się, że dron może przenosić torpedy do atakowania celów podwodnych i może działać przez długi czas bez ingerencji operatora. Furia posiada również szeroką gamę sensorów do misji rozpoznawczych. Projekt ten zaczął być rozwijany w 2023 roku i nakierowany jest na zwalczanie przede wszystkim rosyjskich sił podwodnych na morzu Czarnym. Choć oczywiście posiada też możliwość zwalczania celów nadwodnych. Projekt rozwijany jest ścisłej współpracy z międzynarodowymi partnerami. Twórcy zdecydowali się nie tworzyć drona od podstaw, ale oparli się na istniejących platformach, które były przystosowane do wykonywania misji bojowych.

Działalność ukraińskich dronów to przełom w prowadzeniu wojny na morzu. Przynajmniej jeśli chodzi o wody zamknięte czy przybrzeżne na których toczy się większość zmagań na morzu. O przełomie tym może nie świadczą bardzo liczne zatopienia (ale i te sa spektakularne), ale fakt iż po raz pierwszy na Świecie, kraj który de facto nie miał floty, potrafił zmusić przeciwnika do wycofania jego floty całkowicie do portów. Mało tego przy pomocy użycia dronów potrafił wypracować obszarową przewagę na morzu, które pozwala mu nieprzerwanie kontynuować handel morski jak przyjmowanie pomocy wojskowej drogą morską.

Trzeba jasno powiedzieć że po kombinowanych atakach dronów Flota Czarnomorska przeszła w stan szoku i została zmuszona do przebazowania się do najdalszych baz. De facto, przed atakami dronów morski, Flotę Czarnomorska chroni głównie odległość od baz ukraińskich. Z chwilą gdyby Ukraińscy zajęli Krym, flota to nie miała by gdzie uciec. Realizowane przez flotę rosyjską środki antydronowe w postaci szybkich łodzi patrolowych, śmigłowców a nawet myśliwców, okazały się skuteczne ale nie w 100%. Flota rosyjska, mimo sukcesu ograniczenia

ukraińskich ataków w pobliżu swoich dalekich baz, nadal nie ma wypracowanych procedur ochraniających jej okręty w trakcie działań operacyjnych w pobliżu wybrzeży Ukrainy.



Rys.183 Potwierdzone udane ataki Ukraińskich UAV i USV w latach 2022-2023. Źródło: Giangiuseppe Pili

Stąd tych działań nie wykonuje lub wykonuje je w dużych odległościach od brzegu i w ograniczonym zakresie. Z drugiej strony realizowane przez stronę rosyjską środki patrolowe okazały się na tyle skuteczne iż w pobliżu swoich baz wyeliminowała ona de facto skuteczne ataki USV. Stąd próby Ukraińców przełamania linii patroli poprzez wykorzystanie morskich dronów „przeciwlotniczych". Poza tym zmusiło to ZSU do atakowanie celów załymi zespołami dronów o różnym przeznaczeniu.

Sukces ukraińskiego USV opiera się nie tylko na potężnym uzbrojeniu morskim, ale także na jakości wyników rozpoznania, które stanowią podstawę planowania operacyjnego. Ponieważ podejście ukraińskich dronów morskich, do rejonu działań bojowych trwa kilka godzin, trasa poruszających się łodzi musi być dokładnie rozpoznana i precyzyjnie przewidziana z wyprzedzeniem, aby trafić w odpowiednim miejscu i czasie do miejsc rozpoczęcia zadania bojowego. Tutaj wielokrotnie była widziana współpraca w BSP dalekiego zasięgu, które rozpoznawało potencjalną trasę USV przed i w trakcie ich marszu. Do tego dochodziły jeszcze zbieranie informacji drogą wywiadowczą. Stąd nie dziwi że ukraińska flota UGV zarządzana jest przez ukraińską Służbę wywiadu Wojskowego (GUR). Warto też zauważyć iż rozprzestrzenianie się łodzi bezzałogowych nie ogranicza się tylko do morza. Rzeki Ukrainy, które w przypadku Dniepru stanowią nawet znaczną część linii frontu, są również obszarem działania USV. Drony rozmieszczone na rzekach wykorzystują zmniejszone wersje szturmowe i specjalne warianty transportowe do zaopatrywania sił na wyspach lub na przyczółkach. Te kompaktowe systemy są trudniejsze do rozpoznania niż większe załogowe łodzie, które mogą łatwo paść ofiarą wrogich dronów FPV. Stąd użytkowanie USV chronić własny personel w przypadku straty łodzi oraz usprawnia logistykę wojsk walczących nad rzekami.

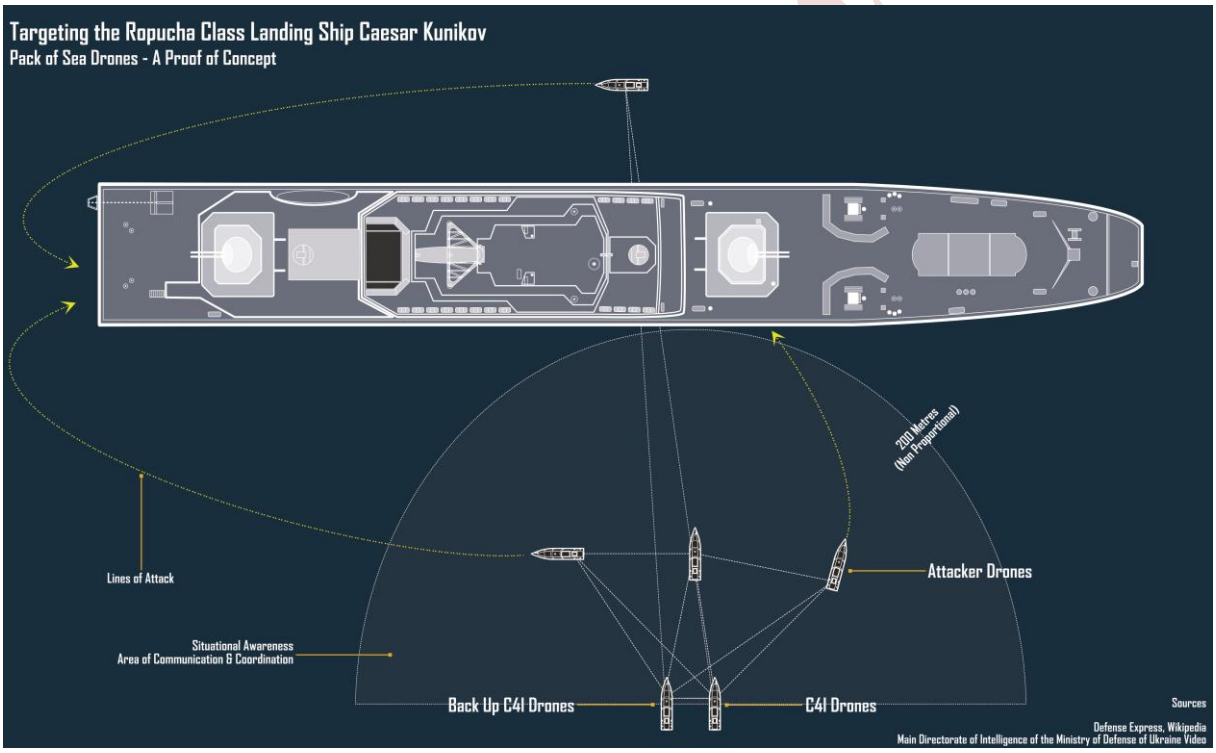


Rys.184 Ewolucja Ukraińskich dronów morskich 2022-23, źródło: H I Sutton

Warto jeszcze wspomnieć o rozwoju taktyki morskiej dotyczącej USV. Od początku zastosowania dronów morskich dużą rolę odgrywał wywiad i rozpoznanie. Przy planowaniu misji USV trzeba dokładnie określić cel i jego położenie praz przewidzieć gdzie będzie się cel znajdował za kilka godzin. Stąd już w pierwszych misjach dochodziła współpraca z ośrodkami wywiadu czy też z rozpoznawczymi BSP dalekiego zasięgu. Zatem planowanie misji USV rozpoczyna się od określenia celu oraz rozpoznaniu marszruty USV, tak aby były one nie wykrywalne dla przeciwnika. Po ustaleniu tego w latach 2022-24 Ukraina wysyłała 3-5 USV w rejon misji.


Rys.185 Rosyjski śmigłowiec ściga ukraińskiego drona morskiego Magura V5, który zużył jeden z pocisków R-73 a które stanowią część systemu przeciwlotniczego Sea Dragon, źródło: Rosyjskie Ministerstwo Obrony.

Były one „nadzorowane” przez powietrzne BSP, które pełniły rolę C4I i w pierwszej fazie swojego marszu były niejako ubezpieczane przez BSP. Z chwilą podejścia do rejonu ataku USV przyjmowały z góry założone pozycje wyjściowe. Dopiero gdy wszystkie drony były na pozycjach rozpoczynał się atak. Z reguły drony celowały w newralgiczne dla okrętu części, tj. centrum gdzie najczęściej są składy amunicji lub paliwa oraz w systemy napędowe które znajdują się na rufie.
Sytuacja się skomplikowała gdy Rosjanie wprowadzili linie dozoru złożoną z szybkich łodzi uzbrojonych w broń strzelecką dużych kalibrów oraz śmigłowce uzbrojone w karabiny maszynowe. Zaś w lutym 2025 roku Rosjanie po raz pierwszy użyli przeciw USV drona rakietowego (X-UAV) - TKB-1030. Zdarzało się również iż do wykrytych dronów były kierowane myśliwce lub samoloty szturmowe. Ukraińcy w odpowiedzi na to zaczęli stosować bardziej skomplikowane zespoły USV. Składały się one z kilku -kilkunastu dronów, o różnych zadaniach. W skład takiego zespołu wchodziły drony przeciwlotnicze, pozorujące i skupiające na sobie uwagę obrońców oraz właściwe drony uderzeniowe. Taktyka ta jest przez siły ukraińskie rozwijana, czego skutkiem było min. zestrzelenie śmigłowców. Częścią tej taktyki ma być umieszczenie w zespołach podwodnych dronów. W przyszłości to one mają tworzyć zespół uderzeniowy, zaś pozostałe USV mają im pomóc przedrzeć się w rejon ataku, atakując jednostki osłony, bądź skupiając na sobie uwagę Rosjan.



Rys.186 Diagram przedstawiający proces walki ukraińskich USV z okrętem desantowym typu Ropucha - Czezar Kunikov, źródło: Giangiuseppe Pili

Taktyka ataku zespołami jest niestety kosztowna. Koszt pojedynczego drona USV to średnio licząc około 200-400 tys. USD. Zatem utrata 4-5 dronów na nieudany atak jest poważnym wysiłkiem finansowym dla ZSU. Jak przyznał Kiryłło Budanow w 2023 r. w prawie każdym ataku tracone było 60-70% dronów morskich. Jednak pozostałe 30% potrafiło dokonać takich zniszczeń że mimo kosztów ataki się opłacały. Jednak wprowadzone przez Rosjan środki antydronowe zmniejszyły ten wskaźnik na korzyść zniszczeń dronów morskich. Stąd liczba skutecznych ataków w od II poł. roku 2024 spadła. Jest to też wynikiem całkowitego wycofania się Floty Czarnomorskiej do najbardziej odległych portów takich jak Noworosyjsk, Soczi a nawet Suchumi w Abchazji. Zatem ukraińskie drony wypełniły podstawowe zadanie jakim było odblokowanie portów ukraińskich, uniemożliwienie rosyjskich desantów na

wybrzeżu ukraińskim oraz wycofanie rosyjskiej floty z północnej i zachodniej części morza Czarnego.
Mimo to wojna technologiczna na morzu Czarnym trwa. W marcu 2025 roku gen. Wadym Sucharewski zapowiedział prace nad uzbrojeniem dronów morskich w przenośne przeciwlotnicze systemy rakietowe Western FIM-92 Stinger i MANPADS Starstreak celem przełamania linii dozoru śmigłowców patrolowych rosyjskiej floty.

Warto nadmienić jeszcze dostawy dronów z państw trzecich na Ukrainę, w ramach pomocy wojskowej. Tutaj za Oryxem podajemy poniżej listę dronów i krajów które je dostarczyły:

2 autonomiczne pojazdy podwodne wykrywające miny SeaFox (marzec/kwiecień 2022),
1 autonomiczne pojazdy podwodne wykrywające miny SeaFox (luty 2024 r.)
70 Sonobot 5 (70 dostarczonych)
Bezzałogowe statki obrony wybrzeża (USV) (dostawy planowane)
10 Pojazdy zdalnie sterowane R7 (dostawy planowane)

Praca wykonana przez Ukrainę w ciągu trzech lat wojny, w kierunku rozwoju systemów bezzałogowych jest imponująca. Powstał, w zasadzie od zera, przodujący na Świecie przemysł droniarski z ogromną ilością i różnorodnością prac badawczo-rozwojowych nad bezzałogowcami. Jeszcze w 2024 roku gen. Wadim Sucharejski poinformował, że znaleziono alternatywę dla systemu łączności satelitarnej Starlink dla działania bezzałogowych statków powietrznych na wodach w pobliżu czasowo okupowanego Krymu. Zapowiedział też, że do końca 2024 r. zostanie uruchomiona systematyczna eksploatacja naziemnych systemów bezzałogowych, co uzupełniało by „triadę" działania bezzłogowców na lądzie w powietrzu i w środowisku wodnym.


Rys.187 Krążownik Moskwa tonie po ukraińskim ataku…

Szkolenia

W odpowiedzi na masowe wykorzystanie BSP w warunkach bojowych, Ukraina stworzyła zintegrowany system szkolenia operatorów dronów, który obejmuje zarówno cywilne, jak i wojskowe centra treningowe, a także programy edukacyjne w szkolnictwie zawodowym. System ten odpowiada na potrzeby dynamicznie zmieniającego się pola walki, w którym technologia i taktyka wymagają stałej adaptacji.
Zanim jednak przejdziemy do szczegółów szkoleń na dronach, warto prześledzić system szkolenia rekruta od wstąpienia do ZSU. Jest to o tyle istotne że będzie go można porównać do systemu szkolenia w Wojsku Polskim, które jest – przypomnijmy, na stopie pokojowej. Warto też wspomnieć iż ukraiński system szkoleń non stop ewoluuje, bo omawiamy IV program szkoleń od 2022 roku. A ma wejść V program. Zatem w listopadzie 2024 uruchomiono już IV program podstawowych szkoleń żołnierza od początku wojny. Został on wydłużony do 6 tygodni, w stosunku do poprzedniego programu oraz znacznie zmodyfikowany. Powtórzmy iż jest to 6 tygodniowy **skrócony na czas wojny** podstawowy kurs szkolenia żołnierza.
Kurs zawiera podstawowe umiejętności w zakresie posługiwania się dronami i systemami walki elektronicznej, a także inną niezbędną wiedzę, w wojnie gdzie masowo występują drony (maskowanie, poruszanie się w strefie operowania dronami, budowanie ukryć, itp.). Nowy kurs podstawowego szkolenia wojskowego trwa 49 dni, z czego 42 dni przeznaczone są na sesje szkoleniowe, 6 dni na weekendy (jeden w tygodniu), a kolejny na zadania administracyjne w centrum szkoleniowym. Nowy plan szkolenia pozwolił na zwiększenie ilości czasu przeznaczanego na szkolenia, przy jednoczesnym zmniejszeniu dziennego obciążenia pracą z 10 do 8 godzin dziennie. W rzeczywistości proces edukacyjny wydłużył się z 259 do 348 godzin lekcyjnych (każda trwa 45 minut).

Przedmiot szkolenia	III program szkolenia 4 tygodniowy kurs	IV program szkolenia 6 tygodniowy kurs
	ilość godzin	
taktyka	91	97
ćwiczenia ogniowe	68	101
medycyna pola walki	13	16
zajęcia patriotyczne	11	11
zajęcia psychologiczne	11	12
ćwiczenia fizyczne	-	10
ćwiczenia specjalne (BSP, WRE)	-	10
zajęcia inżynieryjne	10	13
zajęcia z rozpoznania	10	13
zajęcia z przetrwania	9	8
prawo ZSU	8	5
podstawy cyberbezpieczeństwa	6	4
topografia wojskowa	4	8
łączność i komunikacja	3	5
zajęcia z zakresu zagrożeń CBRN	3	3
międzynarodowe prawo humanitarne	2	2
przygotowanie prawne	2	1
BHP	2	1

Rys.188 Porównanie starego i nowego programu szkolenia БЗВП ZSU, źródło: mil.in.ua

Dodatkowe godziny przeznaczono w większości na rozszerzenie zajęć szkolenia ogniowego (+33 godziny), które teraz będą obejmowały obsługę nie tylko broni indywidualnej, ale także zespołowej. W związku z tym rekrut zdobędzie umiejętności posługiwania się nie tylko własnym karabinkiem, ale także różnego rodzaju bronią zespołową - karabinami maszynowymi, granatnikami, bronią p-panc.
Przesunięto też akcenty szkolenia na komponent praktyczny, uwzględniający doświadczenia bojowe. Kurs, jak wspomniano obejmuje specjalne zajęcia szkoleniowe (BSP i walka elektroniczna), a także ćwiczenia fizyczne mające na celu rozpoznanie rzeczywistych możliwości żołnierzy (przed nadaniem przydziału do pododdziałów).
Program składa się z kursu podstawowego (1 dzień lub 8 godzin szkoleniowych), obejmującego obchodzenie się z bronią, podstawy prawne służby wojskowej oraz obowiązki żołnierza. Następnie rozpoczyna się szkolenie indywidualne (16 dni lub 116 godzin szkoleniowych), a następnie szkolenie zgrywające z ćwiczeniem działań w ramach drużyny-plutonu-kompanii (27 dni lub 196 godzin szkoleniowych). Szkolenie zwieńczone jest kompleksowym sprawdzianem taktycznym trwającym do 3 dni, który jest tak naprawdę końcowym egzaminem wyszkolenia.
Wymienione w tabeli szkolenie specjalne można uznać za innowacyjne, ponieważ ma na celu nauczenie podstaw obsługi dronów i przeciwdziałania dronom. Mowa tu o powszechnych na linii frontu dronach Mavic 3, zapewniających rozpoznanie taktyczne oraz różnego rodzaju systemach walki elektronicznej krótkiego zasięgu. Na szkolenie ze środków antydronowych przeznaczono 7 godzin. Grupy szkoleniowe zapoznają się z listą przyjętych urządzeń walki elektronicznej krótkiego zasięgu: „karabinów" antydronowych oraz tzw. systemów okopowych lub kopułowych, które tworzą wokół siebie stałą strefę zakłóceń radiowych. Instruktorzy wyjaśniają ich przeznaczenie i charakterystykę, a także zasady obsługi. Na przykład personel dowiaduje się, jak wybrać odpowiednie miejsce do zainstalowania kompleksu kopułowego, aby skutecznie spełniał swoje zadania. Uczą się również, jak podłączać systemy do źródeł zasilania i prawidłowo maskować zaangażowane urządzenia. Żołnierze otrzymują makiety sprzętu walki elektronicznej oraz wykonują zadanie szkoleniowe polegające na rozmieszczeniu różnego rodzaju sprzętu na stanowiskach drużynowych. Jednocześnie instruktorzy kontrolują proces i zgłaszają uwagi, doradzają i wyjaśniają błędy. Rekruci są również szkoleni w zakresie korzystania z kieszonkowych analizatorów widma częstotliwości radiowych, które działają jako detektor dronów, sygnalizując aktywność na określonych częstotliwościach (przykładem jest system Sukurok). W szczególności wokół nich latają drony FPV.
Program nauczania przeznacza 3 godziny na temat wykorzystania systemów bezzałogowych. Instruktor uczy żołnierzy klasyfikacji dronów, ich identyfikacji, zdolności bojowych i niedociągnięć. W szczególności nacisk kładziony jest na badanie budowy dronów, które będą wykorzystywane podczas zajęć praktycznych. Po ukończeniu części teoretycznej rekruci uczą się obsługi BSP Mavic 3 i Mavic 3T z optyką termowizyjną oraz taktyki rozpoznania. Podczas zadania praktycznego sprawdzana jest zdolność pilotażu, ćwiczone jest podnoszenie i lądowanie drona. W praktyce przyszłemu żołnierzowi pokazuje się specyfikę lotu dronów oraz komunikację z centralą na dużą odległość i pod wpływem zakłóceń WRE przeciwnika. Na tym samym etapie przewidziane jest również szkolenie z rozpoznania, podczas którego żołnierze uczą się jego podstaw z wykorzystaniem dronów i rozszyfrowywania danych, interpretacji sylwetek, cieni różnych obiektów i odcisków stóp na ziemi.

<u>Fragment instrukcji ukraińskiej:</u>
"W przypadku wystawienia na wojnę elektroniczną sygnał GPS najpierw znika, a następnie tracona jest łączność z pilotem. Skieruj antenę pilota w stronę drona, podnieś ręce i jednocześnie cofnij i inna trase".

DRAFT

Żołnierzom pokazywane są filmy szkoleniowe (dokumentalne), zdjęcia, zdjęcia lotnicze ze oznaczeniem lokalizacji żołnierzy przeciwnika, broni i sprzętu rosyjskiego (czołgi, działa, instalacje ppk, karabiny maszynowe, granatniki, stacje rozpoznania radiolokacyjnego itp.) na ziemi. Żołnierze zapoznają się również z typową taktyką stosowaną przez Rosjan podczas działań wojennych, demonstrowane są schematy głównej taktyki jednostek zmechanizowanych, czołgowych i artyleryjskich wroga.



Rys.189 Szkolenie ukraińskich piechurów w zakresie sprzętu walki elektronicznej, źródło: 22 Brygada Zmechanizowana

Pojawienie się dronów na polu bitwy przyniosło poważne zmiany w szkoleniu inżynieryjnym. Obejmuje on teraz środki wyposażenia i kamuflaż pozycji tak, aby zapewniały ochronę przed dronami bombowymi i śmigłowcami szturmowymi FPV. Rekruci uczą się wyboru miejsca do wyposażenia pojedynczego stanowiska strzeleckiego lub okopów, kolejności ich wyposażenia fortyfikacyjnego i kamuflażu. W szczególności podczas kopania okopów żołnierze uczą się ciągłego wizualnego monitorowania przestrzeni powietrznej oraz za pomocą detektorów UAV.

<u>Fragment instrukcji ukraińskiej:</u>
"W okopie, przy wejściu do ziemianki lub schronu, wyposażyć się w zadaszenia przeciwdronowe, aby ładunek po upuszczeniu z drona nie wtoczył się do wejścia. Lepsza jest budowa wyjść z ziemianek zakrętem w kształcie litery L — uchroni to przed dostaniem się dronów FPV do środka. Zawieś ekran ochronny przy wejściu do schronu. Wyposaż się w drugie wejście do ziemianki (pierwsze może zostać zablokowane w wyniku trafienia)".

Żołnierze zapoznają się również z metodami inżynieryjnej budowy stanowisk oraz zasadami działania prac inżynieryjnych w ziemi. Zapoznaje się jego z próbkami min przeciwpancernych i przeciwpiechotnych (TM-62, PTM-3, miny serii MON), opowiadając o charakterystyce i demonstrując modele. Podczas szkolenia każdy żołnierz samodzielnie montuje modele min przeciwpancernych i przeciwpiechotnych. Osobno omawiane są również działania inżynieryjne prowadzone przez Rosjan, które obejmują możliwe miejsca instalacji wrogich

min i pułapek oraz działania jednostki na terenach zaminowanych (procedura jej opuszczania). Wojsko uczy się również jak obchodzić się z materiałami wybuchowymi.

Dla porządku wspomnimy też iż położono duży nacisk na szkolenie ogniowe i taktyczne. Liczba ćwiczeń strzeleckich wzrosła z 23 godzin do 45, a amunicja przeznaczona do ćwiczeń wzrosła z około 500 do 866 sztuk amunicji. Oprócz podstawowych umiejętności posługiwania się karabinkiem AKM kalibru 7,62 mm, żołnierze opanowują podstawy posługiwania się bronią zbiorową w drużynie, plutonie i kompanii. Mowa o następujących próbkach produkcji krajowej/zagranicznej:

- karabiny maszynowe PKM, RPK-74, DShK, M2 Browning;
- granatniki GP-25, RPG-7 (RPG-18, RPG-22, RPG-26) + odpowiedniki produkcji zagranicznej;
- zamontowane granatniki AGS-17, SPG-9 +odpowiedniki produkcji zagranicznej;
- karabiny snajperskie i strzelby.

Zapoznanie się z podstawowymi zasadami posługiwania się tą bronią ma za zadnie zapewnić wyższy poziom wyszkolenia rekrutów, odciążając formacje będące na linii frontu od ciężaru dodatkowego szkolenia nowo przybyłych żołnierzy. Należy jednak pamiętać, że mówimy tylko o podstawowym poziomie zapoznaniu się z bronią zespołową, a nie o wysokim poziomie jej opanowania i wyszkolenia. W podobny sposób żołnierze są zaznajamiani z charakterystyką i budową kolimatora, optycznych celowników dziennych i nocnych. Mówimy o zasadach użytkowania, pielęgnacji i warunkach przechowywania. A dopiero po przybyciu do jednostki bojowej żołnierz otrzymuje nowoczesny karabin i samodzielnie instaluje na nim niezbędne urządzenie.

Osobno warto zwrócić uwagę na specjalne szkolenie z bronią kalibru 12 jako środkiem samoobrony przed dronami. Żołnierze opanowują celne strzelanie do ruchomych celów powietrznych, które imitują drony z tarczami przywiązanymi do liny. Wraz z opanowaniem broni, żołnierze uczą się podstaw taktyki, która będzie potrzebna w strefie walki. Są to poruszanie się w obecności wrogich dronów szturmowych, bitwy w terenie zurbanizowanym i na terenach otwartych. Żołnierze w parach i oddziałach ćwiczą obronę i natarcie, w tym szturmowanie okopów i oczyszczanie budynków. Ćwiczenia prowadzone są przy użyciu dronów, które stale znajdują się nad żołnierzami i symulują drony szturmowe, zrzucając atrapy swobodnie spadających bomb. Wszystko to powinno przygotować żołnierza psychicznie i doskonalić jego umiejętności w wykrywaniu i unikaniu zagrożeń. Rekruci ćwiczą również walkę dronami jak i z dronami w ciemności. W tym celu uczą się poruszać w warunkach słabej widoczności, zapoznają się z noktowizorami (monokularami) i kamerami termowizyjnymi. Podczas treningu utrwala się specyfikę taktyki w takich warunkach, w szczególności np. gdy użyte jest przez przeciwnika maskujących poncho, które ukrywają sylwetkę żołnierza w soczewce kamery termowizyjnej. Obecny koszt szkolenia żołnierza w trybie 6-tygodniowym wraz ze szkoleniem z dronami i WRE wynosi ok. 300 tys. hrywien (ok. 30 tys. PLN). Obecnie na Ukrainie pracuje się już nad nowym programem szkolenia rekrutów. A teraz proszę to porównać do tego co oferuje polski 28 dniowy program szkoleń...

Dużym problemem dla systemu szkoleń na Ukrainie, jest konieczność rozproszenia bazy szkoleniowej, aby uniknąć uderzeń ze strony rosyjskiej. To powoduje iż warunki bytowe rekrutów są nie najlepsze, co często w warunkach jesienno-zimowym prowadzi do absencji chorobowej. Istotnym problemem są niskie kompetencje instruktorów i poziom obciążenia pracą, jaki spada na nich w czasie wojny. Jest też problem z przyciągnięciem doświadczonych weteranów i specjalistów na stanowiska instruktorskie ze względu na niskie zarobki (nieco ponad 30 tys. hrywien). Instruktorzy i oficerowie jednostek bojowych podkreślali, że personel

DRAFT

wojskowy nie jest zainteresowany stanowiskami instruktorskimi ze względu na niski prestiż zawodu. Równolegle z tymi problemami wciąż występuje znaczny niedobór instruktorów w ośrodkach szkoleniowych, których obsada może wahać się w granicach 40-70%. Instruktorzy narzekają również na bazę materiałową, która nie pozwala rekrutom na jakościowe nauczanie materiału. Większość doświadczonych instruktorów, szefów ośrodków szkoleniowych oraz oficerów odpowiedzialnych za szkolenie w brygadach bojowych, uważają iż konieczne jest rozszerzenie kursu podstawowego szkolenia żołnierzy do minimum 8 a najlepiej 12 tygodni. Stąd warto się zastanowić nad tymi problemami w Polsce.



Rys.190 Instruktorzy szkoły Kruk, źródło: szkoła Kruk,

Oprócz szkolenia podstawowego na Ukrainie istnieje rozbudowany system szkoleń operatorów dronów. Opiera się on zarówno o organizacje społeczne, producentów jak i szkoły zarządzane przez poszczególne jednostki wojskowe.

Już w 2014 roku ukraińskie dowództwo stanęło w obliczu niedoboru profesjonalnych operatorów dronów, a żołnierze stanęli przed koniecznością latania dronami bez przeszkolenia. Na froncie zdarzały się przypadki, gdy po pięciu minutach od wystrzelenia drona, w pozycję uderzał pocisk wroga. Choć ZSU miały w 2014 tylko na wyposażeniu nieliczne cywilne drony, przeznaczone głównie do rozpoznania, to zapotrzebowanie armii na wykwalifikowanych operatorów BSP stało się oczywiste. Potrzebę szkolenia żołnierzy pogłębiły jeszcze masowe zakupy dronów z lat 2016 – 2021.
Początkowo powstały spontaniczne szkoły dronów założone przez pasjonatów lub żołnierzy którzy wrócili z frontu. Uczyły one podstawowych umiejętności, takich jak: rozpoznanie taktyczne, naprowadzanie ognia artylerii oraz jego koordynacja, zrzucanie ładunków z dronów. Kursy te trwały 3-6 dni, były organizowane za darmo dla wojskowych i opierały się głównie na operowaniu dronami typu DJI lub Autel. Szkoły te były finansowane z prywatnych darowizn. Przykładem takiej szkoły powstałej w 2014 jest „Szkoła UAV" powstała przy Gwardii Narodowej.
Wkrótce kursy zaczęto wzbogacać o zasady maskowania, poruszania się w strefie frontowej, meteorologii, orientacji w przestrzeni i walki radioelektronicznej, a także uczono latania na płatowcach. Generalnie kursy były bezpłatne dla żołnierzy i płatne dla innych osób w granicach około 1500 PLN (po przeliczeniu).

Szkolenia na dronach w Ukrainie prowadzone są w systemie modułowym i specjalistycznym, dopasowanym do typu platformy i zadań operacyjnych. Operatorzy kierowani są na kursy podstawowe i zaawansowane w zależności od stopnia doświadczenia oraz sprzętu dostępnego na wyposażeniu jednostki. Przykładowy podział:

Profil szkolenia	Czas trwania	Zakres tematyczny
FPV (First Person View)	4 tygodnie	Pilotaż, nawigacja, ataki kamikadze, taktyka zespołowa, bezpieczeństwo lotu
System „Kropyva"	7 dni	Wprowadzanie współrzędnych, integracja z artylerią, obsługa aplikacji C2
System „Delta"	7 dni	Mapowanie, identyfikacja jednostek, zarządzanie przestrzenią działań
Drony rozpoznawcze (Mavic, Leleka)	14 dni	Zwiad, transmisja obrazu, korekta ognia, BDA (Battle DamageAssessment)

Po powstaniu Armii Dronów wzięła ona na siebie nieformalny obowiązek wspierania szkół dronów oraz co ważniejsze weryfikacji ich fachowości. Generalnie obecnie istnieje około 36 różnych szkół dronów (nie licząc ośrodków szkoleniowych przy jednostkach wojskowych), w tym 23 zweryfikowanych i współpracujących z Armią Dronów (dane na poł. 2024 r.). Oto kilka z nich:

Victory Drones - pełni kluczową rolę w ukraińskim systemie szkoleniowym. To ekosystem szkolenia i dostarczania operatorów dronów dla Sił Zbrojnych Ukrainy, Państwowej Służby ds. Sytuacji Nadzwyczajnych oraz służb medycznych we współpracy ze Sztabem Generalnym. Trafiliśmy na dwa odmienne źródła jego powstania. Jedne twierdzą że początki szkoły sięgają 2015 roku gdzie przy Centrum Wsparcia Rozpoznania Powietrznego organizowano pierwsze kursy. Inne źródła podają że inicjatywa rozwinęła się na początku 2022 roku od działań wolontariuszy. Być może oba te wątki mają wspólną historię gdyż najpierw szkoła mogła powstać w oparciu o w/w Centrum zaś potem być rozbudowana bądź reaktywowana w 2022 r. Same szkolenia prowadzone przez tą szkołę prowadzone są zarówno w przyfrontowych ośrodkach, jak i w trybie koordynowanym centralnie. Znaczną część szkoleń prowadzi się też na kursach on line. Przydział instruktorów odbywa się na podstawie zapotrzebowania zgłaszanego bezpośrednio przez dowódców brygad. W ramach szkoły oferuje i zapewnia:

- 100 instruktorów dysponowanych elastycznie do brygad i centrów szkoleniowych, z uwzględnieniem technologii, poziomu uprawnień oraz lokalizacji operacyjnej.
- Szkolenia elastyczne i reagujące na potrzeby frontu, co znacząco zwiększa ich skuteczność i użyteczność.
- Kierowanie operatorów BSP na obowiązkowe doszkalanie, zgodnie z aktualizacjami:
    - nowej taktyki operacyjnej,
    - wprowadzanych technologii,
    - zmian w kulturze pracy zespołowej i zarządzania informacją

Niektóre źródła wspominają iż przez szkołę od roku 2022 przewinęło się ponad 30 000 kursantów, wliczając w to kursy on line. Szkoła też prowadzi kurs „Inżynier UAV, kurs podstawowy" oraz kurs inżynierski „Ludzie FPV" połączony prawdopodobnie z największą ukraińską platformą rozwoju zawodowego – Prometheus.

DRAFT

Globalna Akademia Dronów - Centrum Szkolenia Pilotów i Operatorów BSP powstało 5 kwietnia 2022 roku. Do poł. 2024 r. przeszkolono 4241 osób, w tym 2969 wojskowych i 1272 cywilów. Obecnie GDA szkoli w Kijowie i Charkowie około 300 operatorów w zakresie kilku programów:

- Zwiad powietrzny quadkopterami, 6-dniowy kurs (3 dni teorii, 3 dni praktyki), gdzie szkoli się w zakresie teorii: struktura quadrakopterów i oprogramowania, symulatory lotu, taktyka wykonywania misji bojowych zwiadu powietrznego, wykład na temat systemu zarządzania walką "Pokrzywa". Praktyczne loty obejmują: lot w warunkach działania WRE, prace z antenami i prowadzenie transmisji na żywo, określanie współrzędnych obiektów i przekazywanie meldunku dla artylerii, praca w zespołach. Wojskowi szkolą się bezpłatnie, cywile płacą około 800 PLN
- Wojskowy operator drona „szturmowego" FPV, dwutygodniowy kurs, w tym: 4 dni wykładowe na temat inżynierii quadkopterów FPV, 20 godzin symulatorów, praktyczne loty w zamkniętych pomieszczeniach, ćwiczenia na poligonie na dronach bojowych. Koszt kursu: wojskowi ok. 800 PLN, cywile – 1 600 PLN.
- Operator Statku Powietrznego UAV (płatowca), dwutygodniowy kurs, w tym: 5 dni wykładów: aerodynamika, metrologia, awionika, eksploatacja i legislacja, 5 dni symulatorów (20 godzin), loty praktyczne na poligonie. Koszt kursu: wojskowi ok. 650 PLN, cywile – 1 600 PLN.
- Rozpoznanie dzienno-nocne przy pomocy dronów Autel i Matrice, dwudniowy kurs dla osób z doświadczeniem bojowym, obejmujący: teorię - oprogramowanie, cechy konstrukcyjne, taktyka użycia, praca z kamerą termowizyjną, praktykę - ćwiczenie zadań zwiadu powietrznego w dzień i w nocy. Wojskowi szkolą się bezpłatnie, cywile płacą około 400 PLN.
- Wykrywanie i przeciwdziałanie wrogim bezzałogowym statkom powietrznym, dwudniowy kurs z zakresu WRE, obejmuje: teoria - Teoria fal radiowych, struktura walki elektronicznej, taktyka wykrywania BSP przez analizatory widma, taktyka obliczeń przeciwko BSP, praktyka - wykrywanie i zwalczanie różnych typów bezzałogowych statków powietrznych klasy taktycznej. Koszt kursu: wojskowi ok. 200 PLN, cywile – 400 PLN.
- Zastosowanie dronów specjalnego przeznaczenia, czas kursu zależny jest od typu drona, kurs przeznaczony dla żołnierzy którzy posiadają dany typ drona na wyposażeniu swojej JW, szkolenie min. obejmuje: naukę funkcji oprogramowania danego drona, cechy konstrukcyjne, specyfika taktyki użytkowania, ćwiczenia poligonowe. Program jest prowadzony oddzielnie dla każdego typu drona.
- Przygotowanie do egzaminów potwierdzających certyfikat cywilnego pilota UAV, trwa 2 dni, w czasie których przygotowuje się kandydatów do zdania egzaminu przed Ukraińskim Centrum Kwalifikacji Operatorów Bezpilotowych Aparatów,

Poza tym przez szkołę prowadzone są dwa kursy on-line:

- Rozpoznanie lotnicze quadkopterami, obejmuje min: budowę quadkoptera, podstawy lotów, planowaniem misji, analizy danych uzyskanych w wyniku rozpoznania lotniczego. Kurs jest dostosowany zarówno dla osób bez doświadczenia jak i osób które już latają dronami. Koszt kursu ok. 150-200 PLN
- Wojskowy operator dronów FPV, obejmuje 18 lekcji, w tym część inżynieryjną i taktykę, można kurs uzupełnić przez praktyczne ćwiczenia, na koniec otrzymuje się certyfikat. Koszt kursu ok. 500 PLN

Centrum Operatorów BSP „KRUK" – powstało w kwietniu 2022 roku. Ośrodek zatrudnia ok. 30 instruktorów, którzy szkolą kursantów na poligonach i zajęciach komputerowych. W

DRAFT

trakcie swojej działalności szkolenia w Centrum Kruk ukończyło ponad 4000 kursantów, z których większość to wojskowi. Obecnie Centrum Kruk jest jedynym na Ukrainie niepaństwowym ośrodkiem szkoleniowym dla operatorów bezzałogowych statków powietrznych, którego programy szkoleniowe są certyfikowane przez Ministerstwo Obrony Ukrainy (Główny Zarząd Lotnictwa Państwowego Ukrainy — GUDAU), a sam ośrodek, zgodnie z Zarządzeniem Dyrekcji Lotnictwa Państwowego Ukrainy nr 145 z dnia 26.12.2023 r., jest uprawniony do szkolenia operatorów BSP 1. klasy w interesie lotnictwa państwowego Ukrainy. Po ukończeniu kursów Kruk operator BSP otrzymuje książkę lotów oraz certyfikat zatwierdzony przez Ministerstwo Obrony. Obecnie Centrum Kruk szkoli miesięcznie około 200-250 kursantów (dane za 2024). Zakres nauki to:

- Operator bezzałogowego statku powietrznego typu "Multicopter", to podstawowy dwutygodniowy kurs, który uczy podstaw rozpoznania lotniczego, regulacji, topografii, cyfrowych systemów świadomości sytuacyjnej, lotów w warunkach bojowych i w warunkach walki elektronicznej.
- Operator UAV FPV — dwutygodniowy kurs uczy taktyki dronów FPV, lotów w obszarze działań walki elektronicznej, podstaw techniki i budowy dronów FPV.
- Operator BSP typu płatowce, to 4-tygodniowy kurs ze szkoleniem z aerodynamiki, nawigacji, planowania lotu, cyfrowych systemów świadomości sytuacyjnej, lotów w warunkach bojowych i w obszarze walki elektronicznej, walki zespołowej oraz długoplanowych działań lotniczych.
- Basic Communication, to jednodniowy intensywny kurs komunikacyjny, który stanowi solidną teoretyczną podstawę do zrozumienia podstawowych zasad wojskowej i cywilnej komunikacji radiowej, która jest wsparta zadaniami praktycznymi.
- Middle Communication, to jednodniowy intensywny kurs poświęcony pracy wojskowego oficera łączności z formułowaniem i rozwiązywaniem typowych zadań na tym stanowisku, czyli teoria i praktyka programowania cyfrowych stacji radiowych i zestawiania łączności w jednostkach, teoria samodzielnego przygotowania łączności.
- Metody poprawy komunikacji, jednodniowe warsztaty z samodzielnej produkcji anten, na których kadeci wraz z wykładowcą wykonują proste i skuteczne anteny na wybraną częstotliwość i w toku pracy poznają ogromną liczbę praktycznych aspektów pracy specjalisty ds. łączności, poznają podstawy pomiarów wskaźników sprawności i parametrów anteny.
- Wykorzystanie internetu satelitarnego w warunkach cywilnych i wojskowych, jednodniowy intensywny kurs poświęcony pracy operatora Starlink, który ujawnia ogromną liczbę mało znanych niuansów w pracy operatora terminala. Kurs intensywny składa się z 2 bloków szkolenia teoretycznego i 2 bloków praktyki. Zajęcia odbywają się na poligonie.

Szkoła fotografii „Dronarium" – istniała jeszcze przed wojną, ucząc i wykonując fotografie z powietrza. Na tyle była znana ze swojej działalności iż obsługiwała wiele imprez międzynarodowych (mon. W Cannes). Przed wojną Dronarium uczyło obserwacji termowizyjnej z wykorzystaniem drona, mapowania i modelowania 3D terenu, szkoliło operatorów naziemnych urządzeń kontroli bezzałogowych statków powietrznych oraz pilotów dronów rolniczych. Od 24 lutego 2022 roku stworzono tylko jeden kurs – Operator BSP. Aby skutecznie przekuć doświadczenie cywilne w doświadczenie bojowe, zaangażowano personel wojskowy z linii frontu. Opracowano problematykę i dydaktykę kursów praktycznego zastosowania dronów w realiach taktycznych pola walki. Szkoła specjalizuje się w szkoleniu na typach DJI Mavic i Autel. Przeciętny kurs trwa 5 dni. Do tej pory przeszkolono około 2500 kursantów.

DRAFT



Rys.191 Szkoła BSP „Dronarium”, źródło: dev.ua

Organizacja pozarządowa - Szkoła Wojskowa "Pustułka" została założona w kwietniu 2022 r. przez trzech wolontariuszy. Szkoła prowadzi trzy rodzaje kursów w zakresie wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych:

- pięciodniowy kurs użycia cywilnych wielowirnikowych bezzałogowców w warunkach wojskowych (rozpoznanie lotnicze, regulacja), gdzie program szkolenia obejmuje przygotowanie dronów, rozpoznanie powietrzne i współpraca z artylerią oraz korzystanie z systemu świadomości sytuacyjnej „Nettle” i „Delta”.
- pięciodniowy kurs użycia "DJI Matrice 300" w warunkach bojowych, gdzie program szkolenia obejmuje przygotowanie dronów, rozpoznanie powietrzne i współpracę z artylerią,
- dwu tygodniowy kurs - podstawy użytkowania bezzałogowych statków powietrznych typu płatowiec w warunkach współczesnego pola walki.

Oprócz tego szkoła prowadzi kursy w zakresie kontroli lotów dronów, łączności wojskowej, topografii wojskowej, podejmowania decyzji, przygotowania rozkazów i planowania działań oraz zarządzania działaniami małych pododdziałów. Szkoła prowadzi również szkolenia w zakresie systemów walki "Nettle" i "Delta". Czas tych kursów od tygodnia do dwóch tygodni.

W Ukrainie funkcjonuje państwowy rejestr akredytowanych szkół UAV, z rozróżnieniem na kategorie specjalizacji, poziom zaawansowania oraz klasę sprzętu, do którego operatorzy są szkoleni. Szkoły te mogą nadawać kwalifikacje we współpracy z Ministerstwem Obrony i resortem cyfryzacji. Każda z ukraińskich szkół ma swoją specyfikę oraz indywidualna historię. Nie będziemy tutaj wszystkich opisywać. Poniżej zamieszczamy listę szkół które udało się nam zidentyfikować – Cyfrowe niebo, Szkoła UAV, Szkoła dronów UA, Podniebni szpiedzy UA,

Wolne powietrze, Rówieńskie Centrum Kształcenia Zawodowego Państwowej Służby Pracy, PALJANICA, Dniepropietrowskie Centrum Kształcenia Zawodowego, Czarny Kruk, Centrum Taktyczne Stealth, Centrum im. Gonczarenki — Szkoła Operatorów Bezzałogowych Statków Powietrznych dla Młodzieży, Prometheus (szkoła inżynierów UAV), Dział Dronów Winnickiej Akademia Informatyki, PROFPV ("Akademia Zwycięstwa"), USMT — Szkoła Operatorów UAV, SpecAero, Akademia Walki Powietrznej Dronów (KIGDA), Błękitne niebo.
Obserwując Internet ma się wrażenie że zdolności bazy szkoleniowej w zakresie BSP są większe niż liczba ochotników z nowego zaciągu. Jakość bazy szkoleniowej poprawia się z miesiąca na miesiąc, zaś szkolenie, szczególnie w związkach taktycznych, bardzo szybko reaguje na zmiany taktyki działania na froncie lub nowe sposoby walki WRE.

Wydaje się że chaotyczny system szkoleń operatorów dronów jaki wyłonił się w roku 2022, powoli jest na Ukrainie porządkowany. Mimo iż nie został ustalony jeden program szkolenia, to w czołowych szkołach są one bardzo zbliżone do siebie. Dla przykładu - systemy zarządzania polem walki, takie jak Kropyva i Delta, stanowią obowiązkowy komponent szkolenia operatorów dronów rozpoznawczych oraz oficerów kierujących ogniem. Kursanci uczą się:

- integracji danych z dronów do aplikacji C2,
- przesyłania współrzędnych i ich szyfrowania,
- wspólnej pracy w środowisku sieciocentrycznym.

Najtrudniejszym zaś elementem nauczania każdej szkoły jest **szkolenie operatorów dronów FPV**. Jest to najbardziej wymagającym komponent systemu szkoleniowego. Kursy operatorów FPV obejmują naukę obsługi:

- gogli FPV i kontrolerów,
- zachowania w złożonym środowisku walki,
- prowadzenia misji z zachowaniem zasad bezpieczeństwa.

Z uwagi na duże tempo, intensywność oraz wysoki poziom skomplikowania, nie każdy uczestnik kończy kurs FPV z wynikiem pozytywnym – co podkreśla selekcyjny charakter szkolenia i jego znaczenie dla frontu.

Ogólnie rzecz biorąc organizacje wolontariacie często łączą szkolenie z dostawami dronów. Zatem bywają one też powiązane z producentami dronów. A wszystkim zależy aby oddając wojsku drogiego drona mieć pewność że będzie on obsługiwany przez profesjonalistów. Producentom – bo ich długo działający produkt wyrabia renomę firmy, wolontariuszom – bo wiedzą jak ciężko jest uzbierać duża sumę pieniędzy na drona, żołnierzom bo chcą mieć jak najdłużej działającą ochronę i sprzęt. Na kolejny musza czekać. Stąd szkolenia mają pewne schematy i „stopnie wtajemniczenia". Są kursy „zamknięte" typu: „zastosowanie technologii w czasie wojny" gdzie omawiane są sprawy eksploatacji, budowy i użytkowania danego drona. Dostęp do niego jest ograniczony tylko dla żołnierzy, policji, służb specjalnych, itp. Najczęściej jednak występują kursy kurs ogólno dostępne (w zależności od rodzaju drona), bardzo często on-line, w którym mogą uczestniczyć wszyscy. Trwa on 4-5 dni, po 8-10 godzin dziennie. Szkolenie kończy się praktyką na poligonie gdzie ćwiczona jest praca z krótkofalówkami, dronami, Starlinkami i oprogramowaniem. Słowem ćwiczony jest cały ekosystem. Każde szkolenie zakończone jest certyfikatem, tak że zgłaszający się do jednostki ochotnik, nie jest „jajkiem - niespodzianką" ale posiadaczem certyfikatów, które mówią co on umie i na czym się szkolił. Co interesujące udało się nam znaleźć informację o różnicy pomiędzy liczbą „kursantów" którzy zakończyli ćwiczenie on-line (26 tys. osób) a liczbą tych co zakończyło ćwiczenia na poligonie (7 tys. osób). Są to dane z Centrum Wsparcia Rozpoznania Powietrznego.

DUALTEC



Rys.192 Żołnierze pododdziału robotów z brygady Gwardii Narodowej „Hartia" (Хартія), żołnierze tej brygady jako pierwsi na Świecie przeprowadzili samodzielną operację taktyczną używając tylko dronów w pobliżu Łyptsi, na północ od Charkowa! źródło: Alina Andreieva dla Brygady Хартія,

Trzeba też pamiętać iż prawie każdy pododdział ukraińskich dronów posiada też własną „szkołę" (czyli pododdział szkolny) lub system szkolenia operatorów BSP. W niektórych brygadach jest on bardzo rozbudowany, nawet do kompanii szkolnej, w innych szkolenie prowadzą wyznaczeni żołnierze z dużym doświadczeniem bojowym. Choć często są to szkolenia uzupełniające po szkołach wolontariuszy.

W listopadzie 2024 roku Siły Zbrojne Ukrainy utworzyły pierwszą szkołę dla operatorów bezzałogowych naziemnych systemów robotycznych (UGV). Szkoła operatorów powstała na polecenie generała Olekasandra Syrskiego, przy wsparciu organizacji Drony Zwycięstwa, na bazie jednego z ośrodków szkoleniowych i w ramach prac Sił Zbrojnych nad rozwojem wykorzystania bezzałogowych systemów robotycznych. Personel wojskowy jest szkolony w zakresie około dziesięciu różnych typów bezzałogowych naziemnych systemów dronów, w tym logistycznych, specjalnych i inżynieryjnych. Trwają również prace nad zwiększeniem skali i ulepszeniem projektu, zwiększeniem jego skuteczności oraz zapewnieniem odpowiedniego zaplecza szkoleniowego i szkoleniowego.

Ukraina stworzyła jedno z najbardziej zaawansowanych i dynamicznych środowisk szkoleniowych operatorów BSP na świecie. Kluczowe elementy systemu to:

- decentralizacja z możliwością natychmiastowej reakcji na potrzeby frontu,
- elastyczne rozlokowanie instruktorów według bieżącej sytuacji taktycznej,
- obowiązkowe doszkalanie jako element kultury wojskowej,
- standaryzacja i oficjalna rejestracja szkół i ośrodków szkoleniowych,
- selektywność i wysokie wymagania wobec operatorów FPV.

Ten model szkolenia zapewnia Ukrainie przewagę nie tylko technologiczną, ale także strukturalną, pozwalając utrzymać wysoki poziom adaptacji sił zbrojnych do wymagań współczesnego pola walki.

DRAFT

Inne uwarunkowania i problematyka użytkowania BSP

Na Ukrainie dronów używa się już na poziomie drużyny, plutonu i kompanii jednostek piechoty i wojsk pancernych. Zarówno Ukraińcy (jak i Rosjanie) postrzegają je jako niezbędne narzędzie do dowodzenia i kontroli oraz świadomości sytuacyjnej na polu walki, mimo że ich przydział nie jest ustandaryzowany w schematach organizacyjnych jednostek wojskowych. I de facto korzystają one z tego co dostaną z MON, zakupią ze środków wolontariuszy lub sami zrobią. I nawet nowo powołane wojska dronowe, nie mają do końca usystematyzowanych dostaw a nawet struktury, gdyż jest ona dopiero wypracowywana. O czym napisaliśmy niżej. W związku z tym zdolność jednostki do zbierania funduszy w mediach społecznościowych i łączenia się z wolontariackimi lub rządowymi programami darowizn może mieć duży wpływ na jej skuteczność i zaopatrzenie w drony.
Kolejnym zagadnieniem użytkowania i produkcji dronów na Ukrainie jest uzależnienie od zagranicznych firm w zakresie części do dronów. Oznacza to, że dostęp do nich jest uzależniony od kaprysów tych firm i ich rządowych organów regulacyjnych – zwłaszcza Chin. Ukraina pracuje nad suwerennością strategiczną w tym zakresie ale nadal sięga ona maksymalnie 80%. Choć pojawiają się już proste drony FPV bez części chińskich. Jeszcze gorzej wygląda to przy produkcji systemów WRE. Zdecydowana większość systemów walki elektronicznej na rynku ukraińskim jest montowana z chińskich komponentów: baterii, modułów, wzmacniaczy. Nie oznacza to, że produkty słabej jakości. Jednak uzależnienie od Pekinu w produkcji WRE może być dla Ukrainy zabójcze, gdyż coraz więcej ważnych chińskich komponentów znajduje się na liście zakazów eksportu. Ukraińcy starają się więc znaleźć partnerów europejskich dla produkcji komponentów elektronicznych które zastąpiły by chińskie produkty i były by montowane w całość nad Dnieprem. Ukraina nie posiada środków aby to uzależnienie od Chin całkowicie zlikwidować. Zresztą ten sam problem ma zamożniejsza Francja, Wielka Brytania czy jak ostatnio się okazało – USA. Warto było by połączyć siły europejskie w tym zakresie. Jednak przy obecnej polityce dronowej w Polsce, to raczej znajdziemy się na marginesie tych działań. Trzeba też pamiętać że Ukraińskie drony są również zależne od sieci satelitarnej Starlink, szczególnie w przypadku głębszych uderzeń w terytorium Rosji, gdzie trzeba się oprzeć rosyjskiemu zagłuszaniu i uderzyć celnie.

Kolejnym problem firm droniarskich (i nie tylko) są kadry. Po pierwsze trudno je rekrutować poprzez publiczne ogłoszenia, gdyż te skupiają uwagę Rosjan. Co może skutkować zniszczeniem firmy wskutek nalotu lub sabotażu. Po drugie wielu fachowców wyjechało z Ukrainy i ich dostępność jest ograniczona. Według wyliczeń Centrum Strategii Gospodarczej przez niemal cały rok 2024 aktywność osób poszukujących pracy była niższa niż w latach 2022 i 2023. Nawet przy zmniejszeniu intensywności działań wojennych sytuacja na rynku pracy niekoniecznie ulegnie poprawie. W takich okolicznościach po raz pierwszy w nowożytnej historii, Ukraina w 2025 roku może doświadczyć bardziej dotkliwego niedoboru kapitału ludzkiego niż kapitału finansowego.
Poza tym nadal problemem są „rezerwacje pracowników" dla przedstawicieli przemysłu obronnego. Mimo ogromnego złagodzenia poboru do wojska fachowców niezbędnych dla rozwoju technologii wojskowych, to program ten nie obejmuje np. firm które dopiero rozwijają technologię i nie wdrożyły jej do produkcji. Tak samo nie obejmuje firm które zajmują się wyłącznie oprogramowaniem dla ZSU. Zatem firmy te nie posiadają umowy z MON na dostawy, która to umowa uprawnia je do uznania za krytyczne i pozwala „rezerwować" 100% kadry. Do tej pory udział „rezerwacji" w takich przedsiębiorstwach wynosi od 50% wszystkich osób podlegających obowiązkowi służby wojskowej, pracujących w zespole firmy. Co pozwala na „wybiórczą" mobilizacje niektórych pracowników.
Obecnie „rezerwacja" pracowników dla przemysłu obronnego może odbywać się za pomocą algorytmu systemu Dija (Дія), który funkcjonuje od lipca 2024 roku. Przy tradycyjnym sposobie, od wysłania dokumentów przez firmę, do otrzymania decyzji może upłynąć

DUPLIKAT

minimum 20 dni roboczych (5 dni na uznanie firmy za strategiczną, 10 dni na decyzje MON i kolejne 5 dni Ministerstwo Gospodarki), zaś przez w/w system może to trwać do 24 h. Pod warunkiem że dany poborowy jest właściwie zarejestrowany w państwowym systemie poborowych Oberig (Обеpir), a z tym bywa różnie.

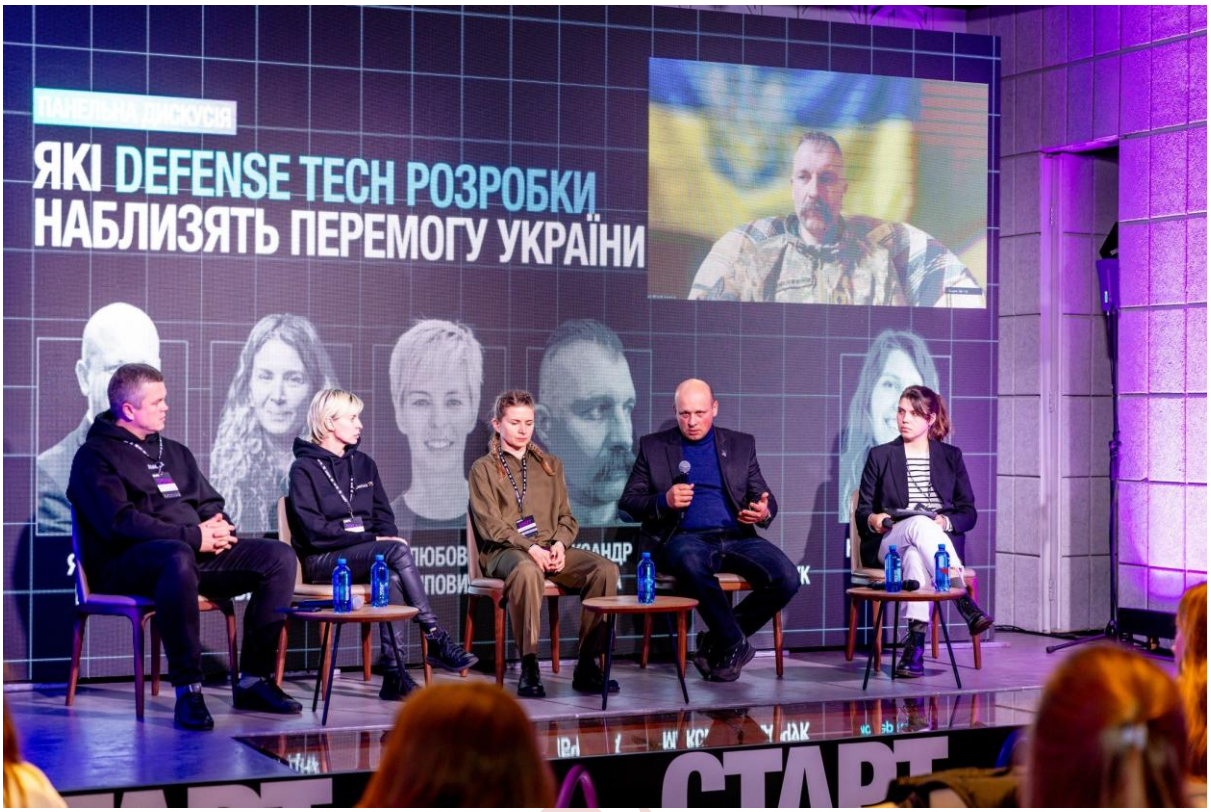


Rys.193 Prace modernizacyjne na UGV w warsztacie polowym w Brygadzie Gwardii Narodowej „Hartia", źródło: Alina Andreieva dla Brygady „Hartia"

Innym zagrożeniem w produkcji dronów na Ukrainie jest nie wielki 2% wzrost budżetu na zakup uzbrojenia do 740 mld hrywien w 2025 r. Co przy zakładanej rosnącej inflacji może oznaczać de facto zmniejszenie tego budżetu. A pozyskiwanie środków zagranicznych środków na produkcję uzbrojenia na Ukrainie nie dało oczekiwanych rezultatów, o czym jeszcze wspomnimy. Podobnie rzecz się ma ze zbiórkami społecznymi które albo są stabilne albo w nie wielkim stopniu maleją (w zależności od fundacji). Innymi słowy, poziom wydatków na zakup technologii obronnych w 2025 r. raczej nie wzrośnie znacząco. A przy wstrzymanej pomocy z USA mogą nawet zmaleć. Oznacza to, że moce produkcyjne ukraińskich przedsiębiorstw nie będą już w pełni wykorzystywane, jak to miało miejsce w 2024 roku. Według Ministerstwa Przemysłu Strategicznego ukraiński przemysł w 2025 roku będzie w stanie wyprodukować o 20 mld dolarów więcej, niż państwo jest w stanie kupić. Wyjście z tej sytuacji byłby eksport uzbrojenia ale jest on na razie zakazany, min. z obawy o szerzącą się korupcję i duże prawdopodobieństwo rozwinięcia się szarej sfery eksportu, min. dronów.

Niepokojące informacje spływały też pod koniec roku 2024 od ukraińskich prywatnych firm zbrojeniowych. Aż 75% z nich twierdziło że nie rozpoczęto z nimi negocjacji w sprawie kolejnych kontraktów na 2025. Niestety nie wiemy jaki jest obecny stan rzeczy, jednak można się domyślać że po decyzjach USA, część firm nadal może nie mieć podpisanych kontraktów z MON. Sytuacja jest o tyle niepokojąca że dotyczy to też firm, które ze względu na proces technologiczny, swoje produkty mogą dostarczyć dopiero po 4-6 miesiącach od zamówienia. Żadna z badanych firm dronowych nie uważa, że państwo jest w stanie obciążyć ich moce produkcyjne w 100%. A aż 32% firm zakłada że ich moce produkcyjne będą obciążone

zaledwie w 50%. Rozbieżność pomiędzy możliwościami producentów a faktycznie zawartymi umowami jest znacząca.



Rys.194 Przedstawiciele Brave1, Dignitas Fund, Defense Builder i organizacji pozarządowej "Aerorozvidka" na konferencji START. źródło: Natella Bakhaeva

Pewnym rozwiązaniem problemu niewykorzystanych mocy produkcyjnych może być … współpraca z USA. Amerykańskie firmy otwarcie przyznały iż nie nadążają za rozwojem ukraińskiej technologii dronowej i … rozpoczęły współprace z kilkoma ukraińskimi firmami. Departament Obrony USA przyznał niedawno kontrakty dwóm amerykańsko-ukraińskim partnerstwom na testowanie dronów kamikadze dalekiego zasięgu. Jeśli się powiedzie, te sprawdzone w boju drony mogą wkrótce wejść na uzbrojenie USArmy. Jedną z nich jest Skyfall. Drony tej firmy mają za sobą ponad 1,5 miliona misji bojowych zaś sama firma produkuje tysiące dronów dziennie. Departament Obrony dodał Skyfall do swojej listy zatwierdzonych dostawców – co oznacza, że po raz pierwszy ukraiński producent dronów otrzymał zgodę na dostarczanie technologii dla armii amerykańskiej. Drony bombowe Skyfall, wzbogacone o oprogramowanie i czujniki z amerykańskiej firmy CX2, mogą rozpocząć próbne loty jeszcze w tym roku, w oczekiwaniu na testy bezpieczeństwa. W podobnym kierunku działa inna ukraińska firma Sine.Engineering, która dostarcza oprogramowanie radiowe i nawigacyjne i rozszerza działalność poza Ukrainę, współpracując z amerykańskimi kontrahentami w branży obronnej. Ukraińscy producenci dronów myślą już o czasach powojennych, spoglądając na Stany Zjednoczone jako kluczowy rynek. Jest to realne w przypadku znalezienia partnerstwa w USA, gdyż amerykańskie start-upy odnotowały klęskę swoich dronów na Ukrainie z powodu wad w produkcji, słabej odporności na zagłuszanie i braku testów w świecie rzeczywistym.

Jednak na razie ograniczone możliwości budżetu Państwa stwarzają niekorzystne warunki dla prywatnego sektora przemysłu obronnego. Jedynym rozwiązaniem tego problemu, jak pisaliśmy może okazać się rozwój eksportu. Tutaj jednak powstanie dwuznaczność sytuacji dla krajów UE i NATO, które przysyłają uzbrojenie na Ukrainie (np. w postaci Koalicji Dronów) a ta, podobne uzbrojenie będzie eksportować do krajów drugich. To może społecznie w tych

krajach podważać sens przekazywania uzbrojenia Ukrainie. Poza tym Rząd w Kijowie nie chce się zgodzić na rezygnację z zakazu eksportu dronów, słusznie przewidując iż zyskowny eksport może stać się priorytetem ukraińskich firm, zamiast dostaw dla armii.
Na Ukrainie obserwuje się też i inne zmiany zachodzące w branży dronowej. To co było jej dotychczasową zaletą i przewagą nad Rosją – dywersyfikacja i duża ilość powstających nowych firm dronowych, powoli może stać się problemem. Już w tej chwili widać powolny spadek nowo powstających firm i start-upów zajmujących się sektorem obronnym. Przewiduje się że w 2025 roku nie powstanie ich więcej niż 100, wobec ponad 800 powstałych w latach 2022-24. Te małe firmy będą potrzebować przede wszystkim kapitału. A inwestorom trudniej będzie inwestować w start-upy posiadające tylko zespoły lub 1-2 projekty, z wątpliwą szansą podpisania umowy z MON na dostarczanie tych produktów. Zatem aby dotychczasowe zespoły i firmy miały utrzymać swoją wartość wzrostową konieczna będzie konsolidacja. A to musi spowodować iż znaczna część start-upów zostanie wchłonięta przez większe organizacje lub przestanie istnieć.

Osobnym, dwuznacznym zagadnieniem jest użytkowanie przez obie strony konfliktu sztucznej inteligencji w wojnie dronów. Ukraiński sektor prywatny zintensyfikował działania na rzecz przyspieszenia rozwoju technologii autonomicznych w dronach w celu zwiększenia skuteczności ich działania oraz celności uderzeń. ZSU chodzi o uzyskanie przewagi technologicznej nad siłami rosyjskimi na polu bitwy, a przez to oszczędzanie własnych ludzi. Strona rosyjska twierdzi to samo w odniesieniu do swoich wojskowych badań nad sztuczną inteligencją i jej zastosowaniem w tej wojnie. Rosyjskie Ministerstwo Obrony uruchomiło w sierpniu 2024 r. Centrum Rubikon, aby pomóc usystematyzować lekcje z Ukrainy, w tym rozwój i zastosowanie sztucznej inteligencji. Inicjatywa ta będzie prawdopodobnie epicentrum formowania przez Rosję planowanej gałęzi systemów bezzałogowych. Siły ukraińskie, priorytetowo traktują minimalizację zaangażowania operatorów dronów w celu ochrony wyszkolonych zasobów w złożonym środowisku bojowym. Skupienie Ukrainy na przetrwaniu często przeważa nad obawami etycznymi związanymi ze śmiercionośnymi autonomicznymi systemami uzbrojenia. Siły ukraińskie używają dziesiątek krajowych systemów wspomaganych sztuczną inteligencją, aby umożliwić dronom powietrznym docieranie do celów na polu bitwy bez pilotażu i utrzymanie skuteczności na obszarach chronionych przez rozległe zagłuszanie. W tym momencie wojny około dziesięciu ukraińskich firm rywalizuje w zamówieniach publicznych na oferowanie produktów AI. A ponieważ ZSU odnotowuje zapotrzebowanie na dziesiątki tysięcy bezzałogowych robotycznych pojazdów naziemnych w 2025 r. do misji bojowych i logistycznych, to również w tym zakresie rozpoczęto prace.
ZSU twierdzi że w 2025 r. na pole bitwy pojawi się więcej autonomicznych dronów wyposażonych w AI, potencjalnie robiąc miejsce dla "prawdziwych zastosowań roju dronów". Wysiłki Ukrainy na rzecz wykorzystania sztucznej inteligencji na polu bitwy są też wspierane przez zagranicznych partnerów, takich jak niemiecka firma Helsing zajmująca się sztuczną inteligencją czy firmy amerykańskie. Problemem, na razie, nie jest to iż drony ze sztuczną inteligencją, które same określają swoje cele, są już używane w walce i najwyraźniej "eliminują" ludzi. Ale jest pytanie – czy człowiek nadal jest w pętli decyzyjnej, choćby w formie nie aktywnej, bo zwykle nie podaje się szczegółów technicznych dla takich misji. Na razie więcej wskazuje na bardziej ograniczoną rolę sztucznej inteligencji w dronach powietrznych, taką jak naprowadzanie terminalne i rozpoznawanie obrazu, które pozwalają dronom latać autonomicznie do wyznaczonych celów, gdy operator zatwierdzi uderzenia na te cele. Ale tempo rozwoju zbrojeń opartych na sztucznej inteligencji może wymknąć się spod kontroli, tym bardziej że Rosja jest zdeterminowana, by walczyć, dopóki Ukraina nie zostanie podbita, a Ukraina jest zdecydowana bronić swojej wolności, a wynik wojny „wisi na włosku". Ten stan potwierdzają min. rosyjscy eksperci wojskowi, np. ci piszący w kluczowych publikacjach wojskowych, jak „Arsenał Otieczeswa" gdzie wierzą oni w potencjał sztucznej

inteligencji w zastosowaniach militarnych i promują badania i nieograniczone prace rozwojowe w tym kierunku. Na razie rosyjska sztuczna inteligencja prawdopodobnie wspiera tylko głównie analizę danych i szybkie podejmowanie decyzji. Także eksperci ukraińscy podkreślają zdolność do zwiększania autonomii systemu, usprawniania podejmowania decyzji taktycznych, umożliwiania wsparcia operacyjnego w czasie rzeczywistym w strefach walki, zmniejszania ryzyka dla załogi i zmniejszania niepewności dzięki szybkiemu przetwarzaniu dużych, nieustrukturyzowanych danych.
Warto też wspomnieć o pojawiającym się problemie psychicznym operatorów dronów. Obecnie, szacuje się iż nawet 80% strat osobowych w pododdziałach obu armii może pochodzić od uderzenia dronami. Co innego jest uderzać w sprzęт a co innego w człowieka. Zarówno po stronie ukraińskiej jak i rosyjskiej zaobserwowano zmiany osobowościowe u większości operatorów walczących w dłuższym okresie czasu na froncie. Nie są to przypadki odosobnione i wygląda na to iż jest to coś innego niż PTSD. Być może rodzi się wśród żołnierzy osobowość „zimnego zabójcy". Na razie problem jest sygnalizowany, a jego ewentualne skutki i sposoby leczenia dopiero będą rozpoznawane.



Rys.195 Panel sterowania kompleksu PLUTON firmy Infozaschist, System ten wykrywa obecność wrogich dronów w promieniu kilkudziesięciu kilometrów w przypadku się ich zbliżania sieć automatyczne włącza system zagłuszania. Źródło: ekonomiczna Prawda.

Na koniec jeszcze raz należy wspomnieć o najistotniejszym problemie działania ukraińskich dronów na polu walki – rosyjskim WRE. Walka elektroniczna przeciwnika jest jedną z głównych przyczyn utraty śmigłowców (choć nie decydującym o czym już wspomnieliśmy), nawet przez doświadczonych pilotów. Rosjanie dokładają wszelkich starań, aby nie dopuścić do masowego użycia dronów na linii frontu. Ich główna uwaga w 2024 roku skoncentrowana była na zagłuszaniu i spoofingu GPS. Zagłuszanie ma na celu utratę przez drona nawigacji GPS. W związku z tym operator nie może śledzić lokalizacji UAV na mapie i jest zmuszony do lotu ręcznego. W tym trybie dron jest często spychany przez strumień wiatru, a operator musi stale monitorować, czy urządzenie nie jest przenoszone w kierunku przeciwnika. Podszywanie się pod GPS to bardziej złożona wersja wojny elektronicznej. Dron zaczyna odbierać symulowany sygnał GPS, który zmienia jego geolokalizację. Urządzenie może uznać, że jest zbyt wysoko, opada i uderza o ziemię. Innym sposobem oddziaływania WRE jest zagłuszanie częstotliwości. Prawie każdy dron ma jakąś lukę w zabezpieczeniach, najczęściej

to operator musi ręcznie naprowadzać na cel. Komunikacja między dronem a operatorem odbywa się na określonych częstotliwościach radiowych. Zadaniem walki elektronicznej jest rozpoznanie i wejście na te częstotliwości i zagłuszenie tej komunikacji silnym sygnałem. Jeśli wszystko zostanie wykonane poprawnie, dron straci kontrolę i spadnie. To najczęstsze działania Rosjan w 2024 roku. Stąd Ukraińcy zaczęli wprowadzać pod koniec 2024 alternatywne metody niezależnej nawigacji.

Oczywiście i rosyjskie drony maja podobną „piętę achillesową". Na początku wojny działały one w zakresach 850-930 MHz, więc ukraińska walka elektroniczna była dostrojona do tych częstotliwości. Obecnie coraz więcej dronów lata w zakresie 720-1020 MHz, co oznacza, że systemy walki elektronicznej muszą się na nie przełączyć. Często się zdarza że 60-70% rosyjskich dronów pracuje na tych pierwszych częstotliwościach, zaś pozostałe na innych. Na tym właśnie polega wyścig technologiczny. Kto szybciej przeniesie swoje drony i walkę elektroniczną na nowe częstotliwości, kto szybciej nauczy się jakościowo wykrywać wrogie FPV, kto jako pierwszy wprowadzi technologię walki elektronicznej i nauczy wojska jej efektywnego używania – ten wygra bitwę lub wojnę. Stąd pojawiają się drony na światłowodzie lub z maszynowym uczeniem aby być odpornym na działania WRE. Np. na Ukrainie weszło na uzbrojenie około kilkunastu modeli systemów WRE, najbardziej znane to: "Bukowel", "Nota", "Pokrova" ale inne trzymane są w tajemnicy. Nie będziemy zagłębiać się w ten temat. Ale w większości mówimy o produktach firm prywatnych. W tym miejscu należy zaznaczyć iż systemów dopuszczonych do użytkowania w ZSU jest znacznie więcej. Mówi się nawet o 100. Ale już zaznaczyliśmy różnice pomiędzy dopuszczonymi do użytku a przyjętymi na uzbrojenie. Nauką dla Polski jest też niekupowanie dronów operujących tylko za pomocą GPS. I jest to nauka nie tylko dla wojska ale też dla policji, służb ratowniczych, straży granicznej i innych służb. Niestety jak zwykle lekcja nauki – nieodrobiona!



Rys.196 Plecak do walki elektronicznej firmy Quertus. Koszt 275 tys. hrywien (ok. 28 tys. PLN). Według producenta działa w "niestandardowym" zakresie częstotliwości 720-1050 MHz i gwarantuje zasięg ochronny na kilkaset metrów nawet dla przemieszczającego się pododdziału.

Każdy miesiąc w tej przedłużającej się wojnie przynosi nowe osiągnięcia technologiczne, a cykl innowacji jest stale napędzany przez nowe technologie, które są kopiowane lub zwalczane przez przeciwnika, wywołując nową rundę innowacji w celu osiągnięcia kolejnego przełomu. Trudno zatem jest w obecnej sytuacji przewidzieć prognozy dotyczące branży dronowej na Ukrainie, gdyż często się nie sprawdzają ze względu na nieprzewidywalność działań wojennych. Ale jedno jest pewne przemysł dronowy stanie się strategicznym dla Ukrainy przemysłem, który będzie bronił kraju i zwiększał jego zasoby. Przemysł ten będzie się rozwijać, nawet jeśli skończy się wojna.



Rys.197 Trembitia – ukraiński pocisk manewrujący



Rys.198 Ukraiński system robo tyczny do układania „kconcentriny" lub drutu kolczastego, kadr z filmu na YT.

Struktura Wojsk Lądowych i miejsce w niej dronów

Pierwsze struktury jednostek dronowych zaczęły już powstawać w trakcje działań w strefie ATO. Jednak odgórne ich zorganizowanie przez ZSU można datować na marzec 2023 roku gdy powstały pierwsze trzy samodzielne kompanie dronowe. Były one uzbrojone w Starlinki, wozy terenowe, drony. Przeciętna kompania składała się z plutonu FPV (czasem połączonego z plutonem bombowców), plutonu rozpoznawczego (płatowce rozpoznawcze), plutonu bombowców (są to „Baba-jagi" zrzucające granaty - takie jak zamówione w 2023 r., 270 sztuki drony Kazhan), plutonu warsztatowego oraz pododdziału sanitarnego (drużyna lub pluton). Czasami dochodzi do tego pluton współpracy z artylerią. Już na latem 2023 roku tego typu kompanii było kilkanaście, zaś do początku 2024 stworzono ich 67.
Warto też przypomnieć iż zespoły zwiadowcze dronów działają w parach, jak snajperzy, czasami w zespołach 3 osobowych. Jeden żołnierz pilotuje drona za pomocą klawiatury zaś „nawigator" patrzy na mapę, porównuje ją ze strumieniem wideo z drona i oblicza współrzędne. Czasami jeszcze dołącza „zbrojmistrz" odpowiedzialny za uzbrojenie i zrzut. W podobny sposób zespoły dronów w poszczególnych kompaniach a nawet plutonach, drużynach współpracują bezpośrednio z artylerią.



Rys.199 Pojazdy które zostały przekazane nowo utworzonym kompaniom szturmowych bezzałogowców w marcu 2023 roku, źródło: Mychajło Fedorow.

Często kompanie operatorów BSP w ramach samodzielnych brygad posługują się skrótami BUAR (skrót od Control and Artillery Reconnaissance Battery) i RuBPAK (skrót od Company of Attack Unmanned Aerial Systems), o czym już psaliśmy. Pierwszy pojawił się w 2022 roku, a jego głównym celem było rozpoznanie lotnicze i naprowadzanie artylerii, rzadko korzystał on z dronów do zrzucania min i granatów na wroga. Te pododdziały często istniały już przed 2022 rokiem i były przeznaczone do współpracy z artylerią a często wchodziły w skład pododdziałów artylerii. Drugie zaś powstawały spontanicznie na froncie. Od początku 2023 roku niemal każda brygada sformowała RuBPAsy, których głównym zadaniem było właśnie zadawanie strat przeciwnikowi za pomocą dronów FPV lub bombowców. Typowa historia

powstania tych jednostek, to tworzenie się pojedynczych kilkuosobowych grup, posiadających prywatne drony przy istniejących pododdziałach piechoty. W miarę działań wojennych następował rozrost tych grup do wielkości wzmocnionego plutonu. Potem na ich podstawie formowano samodzielne kompanie przy brygadach zmechanizowanych. Ten nowy rodzaj pododdziałów – samodzielne kompanie BSP, był szkolony w zakresie sterowania dronami i taktyki, w tym uderzeń głęboko za liniami wroga i bitew powietrznych. Na początku szkoleniem nowopowstałych kompanii zajęła się szkoła wojskowa Boriwiter (Боривітер). W miarę rozwoju ilościowego kompanii, szkolenie, jak wcześniej opisaliśmy, prowadzone było też przez liczne szkoły dronów jak również szkolenie prowadzili ukraińscy producenci i organizacje społeczne. Był nawet rozważany pomysł stworzenia kobiecych jednostek dronów. Poza w/w kompaniami istniały też liczne pododdziały powstałe spontanicznie w trakcie działań wojennych i działały on na korzyść swoich brygad. W połowie 2024 roku każda walcząca na froncie ukraińska brygada posiadała jednostkę dronową, a niektóre nawet po kilka takich jednostek.

Przełom nastąpił w czerwcu 2024 r. W lutym prezydent Wołodymyr Zełenski zainaugurował dekretem tworzenie nowego rodzaju sił zbrojnych – Siły Systemów Bezzałogowych, dedykowane wszystkim klasom systemów bezzałogowych. W czerwcu powołano Wojska Systemów Bezzałogowych, na czele których stanął płk Wadym Suchariewski. Płk Suchariewski już w 2014 walczył na Donbasie z Rosjanami, a od początku rosyjskiej inwazji w 2022 roku, był dowódcą 59. Samodzielnej Brygady Piechoty Zmotoryzowanej im. Jakiwa Hańdziuka. To w tej jednostce działały „ptaki Madziara" a oprócz nich jeszcze kilka drobnych pododdziałów dronowych.
Wczesnym latem 2024 roku w dowództwie ZSU wytworzył się poważny dylemat. Część dowódców lądowych nie zgadzało się na przyporządkowanie pododdziałów dronowych nowo powstałemu rodzajowi sił zbrojnych. Stąd nawet planowano je przydzielić do różnych rodzajów sił zbrojnych. jednak we wrześniu 2024 podjęto decyzję iż będzie to nowy rodzaj sił zbrojnych Ukrainy. I „krakowskim targiem" część jednostek pozostawiono w strukturze już istniejących rodzajów sił zbrojnych a z części utworzono nowy rodzaj sił zbrojnych - Siły Systemów Bezzałogowych. Podjęto jednocześnie decyzje aby w każdej brygadzie która walczy na froncie, funkcjonował co najmniej batalion dronowy a samodzielne kompanie albo rozbudować organicznie do struktury batalionu albo też łączyć je aby powstały pododdziały wielkości bataliony. Poza tym część pododdziałów dronowych rozwinięto do szczebla pułku. Pod koniec 2024 rozpoczęto też proces formowania brygad dronowych w oparciu o już istniejące jednostki wojskowe. Brygady dronowe będące nowatorską koncepcją, tak naprawdę zostały dopiero dopięte organizacyjnie w marcu 2025 roku ale raczej jako jednostki bojowo-eksperymentalne, gdyż ostateczna ich struktura nie jest jeszcze dopracowana.

Tutaj musimy się wdać w pewne dywagacje. Prawdopodobnie rozwój brygad będzie szedł dwutorowo. Część z nich (np. 59 i 9) będzie stanowić rodzaj brygad szturmowo-dronowych, gdzie będą prawdopodobnie posiadać organiczne pododdziały zmechanizowane, wyposażone prawdopodobnie także w drony lądowe. Ich zadaniem będzie prawdopodobnie przełamywanie obrony bądź tez obrona strategicznych punktów. Druga część brygad i samodzielnych pułków bezzłogowców będzie stanowić jednostki czysto dronowe. I tutaj została powołana inicjatywa „Linia Dronów" (Drone Line). Skupi ona najbardziej doświadczone jednostki dronowe jak: 20 Samodzielny Pułk BSP "K-2", 429 Samodzielny Pułk BSP "Achilles", 427 Samodzielny Pułk BSP "Rarog", 414 Samodzielna Brygada BSP "Ptaki Madziarów", Samodzielny Pułk "Feniks" Brygady "Zemsta" (Państwowej Służby Granicznej).
Wszystkie te jednostki są poza Siłami Systemów Bezzałogowych.

DRAFT

„Linia Dronów” ma jasne cele:

- Ustanowienie strefy śmierci o głębokości 10-15 kilometrów od własnych pozycji, gdzie siły przeciwnika nie mogą posuwać się naprzód bez ponoszenia strat,
- Zapewnienie piechocie stałego wsparcie z powietrza i osłonę podczas operacji,
- Zniszczenie przeciwnika, zanim dotrze do ukraińskich pozycji.

Dowódcy ukraińscy chcą przez to osiągnąć:

- Zwiększoną kontrolę nad większymi odcinkami linii frontu poprzez strefy śmierci,
- Ulepszona ochronę i wsparcie dla piechoty podczas operacji,
- Bezpieczniejszą obserwację przeciwnika dzięki zdalnemu monitorowaniu jego ruchów,
- Szybkie reagowanie na nagłe zmiany na polu walki,
- Zwiększoną ilość i celność uderzeń przeciwko siłom przeciwnika zbliżającym się do linii frontu.

Linia Dronów została również zaprojektowana tak, aby zachować siłę żywą piechoty oraz zminimalizować straty własne kosztem strat dronów i sprzętu. Kolejnym celem inicjatywy Drone Line jest zwiększenie istniejących zdolności poprzez wzrost organiczny już istniejących jednostek. Chcąc uniknąć błędu jaki został popełniony przy zwiększaniu liczby brygad piechoty, inicjatywa stawia na doświadczone pododdziały dowodzone przez doświadczonych dowódców i zamiast tworzyć nowe struktury, nacisk zostanie położony na rozszerzanie możliwości już wymienionych jednostek. Rekrutacja otwarta jest dla wszystkich. Co ciekawe po apelach dowódców spłynęło w krótkim czasie tysiące podań w tym … cywilów. Mimo to największe braki zanotowano wśród specjalistów WRE, zaraz potem mechaników i specjalistów od programowania. Podobne braki odczuwają też i inne jednostki dronów, które rozpoczęły rozbudowę organiczną. Wystarczy dodać iż Siły Systemów Bezzałogowych pod koniec 2024 roku liczyły około 5000 żołnierzy.
Nie jest jasne, dlaczego "Linia Dronów" została utworzona poza Siłami Systemów Bezzałogowych. Według ministra obrony Rustema Umerowa, chodziło o połączenie piechoty i bezzałogowców w jeden system uderzeniowy w celu utworzenia strefy zniszczenia wroga na głębokość 10-15 km od linii frontu. Jednak według niektórych zewnętrznych obserwatorów może to być element walki politycznej aparatu przeciwko dowódcy Sił Systemów Bezzałogowych płk Sucharewskiego.



Rys.200 Dron UJ-22 Airborn, firmy UkrJet, z zasiegiem do 800 km, pułapem 5000 km i czasem lotu do 8 h, oraz udźwigiem bomb lub ładunku do 20 kg, używany do atakowania infrastruktury Rosji, źródło: UkrJet.

Daleko za okopami linii frontu szaleje inna, strategiczna wojna dronów zdominowana przez drony i pociski manewrujące. Codzienne rosyjskie ataki skierowane na ukraińskie miasta, spotkały się z asymetryczną ukraińską kampanią ataków dronów o mniejszej skali ale skuteczniejszej, przeciwko rosyjskim celom wojskowym a także gospodarczym. Bardziej wyrafinowane drony o większym zasięgu – operacyjnym, stały się domeną elitarnych operacji specjalnych i jednostek dronów kontrolowanych przez dowództwa regionalne lub dowództwo

główne, a także służby wywiadowcze, takie jak ukraiński HUR i SBU. Niektóre z nich specjalizują się w precyzyjnych uderzeniach na cele o wysokiej wartości, takie jak dowództwa, infrastruktura energetyczno-paliwowa i składy na tyłach. Drony, które mogą latać dalej i nadal wykonywać swoją misję w środowisku pełnym zagłuszania radia i nawigacji satelitarnej, są na wagę złota na Ukrainie. Stąd np. ogromne zapotrzebowanie na niemieckie drony Vector. Co interesujące tego typu drony powodują często zamieszanie samym swoim pojawieniem się. Na rosyjskiej konferencji Dronnitsa jeden z prelegentów zauważył, że straty w walce elektronicznej i obronie powietrznej w wyniku bratobójczego ognia często przewyższają te zadane przez Ukrainę!



Rys.201 Przegląd ukraińskich dronów kamikadze dalekiego zasięgu, źródło: H. I. Sutton listopad 2024.

Oprócz osiągnięcia celu osłabienia gospodarki przeciwnika, obie strony w ten sposób zmuszają drugą stronę do utrzymania i rozdysponowania znacznych środków obrony powietrznej w celu ochrony frontu wewnętrznego, kosztem jednostek frontowych i baz wojskowych na bezpośrednim zapleczu. Czas pokaże, czy strategiczne kampanie dronowe którejkolwiek ze stron przyniosą oczekiwane efekty w postaci zmniejszenia poparcia społecznego dla wysiłku wojennego lub też spowodują poważne straty gospodarcze.

Kolejnym tematem pośrednio dotyczącym dornów jest kompletna zmiana działania systemu dowodzenia. Ukraińscy żołnierze skarżą się, że szkolenie NATO, które wymaga od dowódców dowodzenia z frontu (gdzie ich pole widzenia jest ograniczone i grozi im śmierć), jest błędne. Wolą, aby dowódcy trzymali się z tyłu i używali dronów, aby uzyskać lepszą świadomość sytuacyjną na całym froncie jednostki i mogli szybko wydawać rozkazy pododdziałom w odpowiedzi na rozwój sytuacji taktycznej. Również dowódcy kompanii czołgów czy BWP, unikają czołgów czy BWP dowodzenia, aby obserwować bitwy z lotu ptaka za pomocą dronów oraz kontrolować przebieg walki a także przydzielać poszczególne cele podległym sobie środkom ogniowym. Trzeba tutaj zaznaczyć iż czołgi i BWP nie są przystosowane do

dowodzenia z nich na polu walki za pomocą dronów. Dotyczy to nie tylko szczebla batalionu ale też kompanii. Niestety w Polsce jest ten sam problem, mimo trwania 3 lat wojny!



Rys.202 Dron Brygady „Hartia" rusza do natarcia, źródło: YouTube Brygady Hartia

Osobny temat stanowią drony naziemne. Wydaje się że są one skupione w innych formacjach niż drony powietrzne i morskie. Wprawdzie jednostki które mają na uzbrojeniu drony lądowe posługują się też BSP ale raczej jako wsparcie dla UGV, niż jako samodzielny środek walki (to nasze własne spostrzeżenie). Być może dopiero na Ukrainie dopracowuje się współdziałanie jednostek uzbrojonych zarówno w BSP i UGV. W tym miejscu prześledźmy jedyną znaną operację taktyczną wykonaną przez drony. Celem jej było, jak twierdzą dowódcy ukraińscy – przygotowanie gruntu pod dalsze natarcie, poprzez przełamanie rosyjskich linii, zmuszenie Rosjan do przegrupowania oraz rozpoznanie systemu ognia i jego zniszczenie wraz z kluczowymi umocnieniami, bez narażania życia żadnego żołnierza przygotowanego dla rozwinięcia powodzenia, wypracowanego przez drony. Jednocześnie było to natarcie eksperymentalne które miało testować oddziaływanie rosyjskiego WRE na drony, płynność poruszania się dronów w terenie i koordynowania działania operatorów z dowództwem.
Sam efekt ataku i jego przebieg zostały utajnione ale pewne szczegóły dostały się do Internetu. Atak przeprowadziła 13 Brygada Gwardii Narodowej „Hartia" w okolicach wsi Lipsti na Charkowszczyźnie. Przy planowaniu samej operacji najwięcej uwagi poświecono systemom komunikacji jak i dokładnemu studiowaniu terenu oraz … pogody. Opady deszczu czy śniegu mogą kompletnie uniemożliwić działanie taktyczne. Podobnie w przypadku terenu, gdyż dla UGV wszelkie doły, kratery lub rowy mogą być na tyle niebezpieczne, że mogą zakończyć ich misje. Każdy operator indywidualnie zapoznawał się ze swoim zadaniem i terenem na którym przyszło mu działać. Z wyprzedzeniem układano trasy w tym te ewakuacji. Atak był poprzedzany próbami na poligonie i ćwiczeniami. Generalnie użyto różnych dronów (liczby ich nie podano) od małych FPV, bombowców, dronów rozpoznania, naziemnych dronów kamikadze do dużego UGV. Samych naziemnych dronów było poniżej 10 szt. (nieoficjalne dane) w tym jeden dron szturmowy uzbrojony w karabin maszynowy. Największym problemem i tak okazał się teren, gdzie część dronów utknęła i przez to została uszkodzona. Operacja zakończyła się ponoć sukcesem (część przeciwników wyeliminowano bez strat własnych), choć nie osiągnęła wszystkich zakładanych celów. To wskazuje jasno iż przy oddziaływaniu WRE przeciwnika operacje przeprowadzane tylko przez drony nie są proste i wymagają zdecydowanie dłuższych i staranniejszych przygotowań. Lekcją dla Polski

DRAFT

jest to iż obecnie w całym Wojsku Polskim (po trzech latach wojny na Ukrainie!) nikt nie jest w stanie takiej operacji ani zaplanować ani tym bardziej wykonać. Poza tym przede wszystkim w UGV liczy się zdolność pokonywania terenu oraz łączność. Zaś nie uzbrojone UGV nie mają za bardzo prawa bytu na współczesnym polu walki.



Rys.203 Drony UGV używane przez Brygadę Hartia, źródło: Brygada Hartia.

Wracając do Siły Systemów to udało nam się chyba zidentyfikować wszystkie jednostki wchodzące w ich skład. Poniżej prezentujemy te jednostki oraz ich prawdopodobną strukturę, którą udało się nam zidentyfikować. Niejasność niektórych źródeł jest na tyle duża i mogą być odstępstwa od rzeczywistości na poziomie samodzielnych batalionów, co nie zmienia ogółu obrazu.

9 Samodzielna Brygada Systemów Bezzałogowych – to kolejny komponent nowego rodzaju sił zbrojnych, wywodzi się ona z 9 batalionu ON z Winnicy, który powstał w roku 2014 na skutek rozpoczęcia wojny z Rosją. Batalion ten wszedł w 2015 roku w skład 59 Samodzielnej Brygady Piechoty Zmechanizowanej. 9 stycznia 2025 roku batalion został przeformowany w 9 Samodzielną Brygadę Systemów Bezzałogowych i włączony w skład Sił Systemów Bezzałogowych. Obecnie brygada jest w stanie formowania i nie jest znana jej struktura. Wiadomo tylko iż w jej skład ma wejść co najmniej jedna już istniejąca samodzielna kompania dronów.



Rys.204 Naszywka 9 Samodzielnej Brygady Systemów Bezpilotowych

59 Samodzielna Brygada Szturmowa im. Jakiwa Handziuka – sformowana jako 59 Samodzielna Brygada Piechoty Zmotoryzowanej w 2014 roku w okolicach Winnicy-Żytomierza. Walczyła w strefie ATO. Brała od 2022 roku udział w walkach na Chersońszczyźnie. Od stycznia 2025 w obronie Pokrowska. W styczniu 2025 brygadę przeniesiono do korpusu wojsk dronowych i zmienno nazwę. W styczniu 2025 roku brygada miała następującą strukturę:

- 11 Samodzielny Batalion Piechoty Zmotoryzowanej (sformowany na Kijowszczyźnie)
- 108 Samodzielny Batalion Zmechanizowany „Wilki Leonarda Da Vinci" – od 2024,
- 1 Batalion Strzelców,
- 2 Batalion Strzelców,
- Batalion Szkwał (złożony z więźniów)
- 1 Batalion Systemów Bezzałogowych High Predators
- Międzynarodowa Kampania Rozpoznania Chosen Company (złożona głównie z amerykanów, podzielno na 4 plutony, każdy po dwie drużyny)
- Centrum Szkoleniowe

Jakość poszczególnych pododdziałów brygady jest różna i jej skład się w ciągu 3 lat wojny mocno się zmienił. Trudno jest obecnie przypuszczać jakie zmiany organizacyjne przejdzie brygada. Prawdopodobnie będzie to brygada przełamania o dużym nasyceniu dronów, czyli zachowa swoje elementy piechoty zmotoryzowanej. Świadczą o tym niektóre związki taktyczne, które już mają ogromne nasycenie dronami. Przykładem niech będzie 108 batalion „Wilki Leonarda Da Vinci", którego skład przedstawia się następująco:

- 1 Kompania
- 2 Kompania (Kompania "Honor"),
- 3 kompania (kompania "Siromantsi"),
- służba sanitarna "Ulf",
- kompania bezzałogowych systemów powietrznych (UAV),
- kompania wsparcia ogniowego,
- bateria moździerzy,
- bateria artylerii,
- pluton snajperów,
- pluton sapersko-inżynieryjny,
- pluton czołgów.

Można się domyślać iż prawdopodobnie będzie to brygada po części eksperymentalna, gdzie do kompanii zmechanizowanych trafia drony UGV i będą one współpracować z dronami FPV i UAV, celem przełamania pewnych pozycji lub eliminacji nieprzyjaciela z wydzielonych obszarów obronnych. Na takie przeznaczenie wskazuje fakt iż jest to jedyna brygada zmotoryzowana, która w całości została przesunięta do Sił Systemów Dronowych. W innych przypadkach rozbudowywano do szczebla brygady już istniejące bataliony lub pułki. Ale to tylko nasza spekulacja.



Rys.205 Naszywka 59 Samodzielnej Brygady Szturmowej

DUALTECH


Rys.206 Dron Nezmezis 14 Samodzielnego Batalionu Bezzałogowych Systemów Powietrznych w 2024, źródło: w/w batalion

14 Samodzielny Pułk Bezzałogowych Systemów Powietrznych – powstał w roku 2023 na bazie 190 Centrum Szkolenia i został złożony z różnych elementów już istniejących w ZSU. Walczył na kierunku zaporoskim, w bitwie o Awdijiwke i na kierunku Kurskim. W skład pułku wchodzą:

- Pluton Dowodzenia
- 1 Batalion Bezzałogowych Systemów Powietrznych (w tym Kompania Zwiadu Powietrznego "Charlie" – prawdopodobnie dalekiego zasięgu)
- 2 Batalion Bezzałogowych Systemów Powietrznych (w tym kompania V Legion?), batalion utworzony już w grudniu 2022 roku jako pierwsza tego typu jednostka w ZSU,
- 3 Batalion "Nachtigal" (uzbrojeni głównie w drony FPV)
- Warsztat naprawczy i dział badań i rozwoju.

14 Pułk Bezzałogowców to unikatowa na skalę światową formacja, która wykorzystuje bezzałogowe systemy powietrzne na wszystkich poziomach, począwszy od poziomu taktycznego. Pułk posiada też pododdział (batalion?) do uderzeń dalekiego zasięgu, gdyż brał udział w skutecznych uderzeniach na lotniska w Kuszczewsku, Morozowsku, Lipiecku, Krymsku, Engels-2 oraz na skład w Tichorecku. Pułk ma jeden z najwyższych wskaźników sukcesu w zakresie wykorzystania dronów FPV w Siłach Zbrojnych Ukrainy, własną sekcję badawczo-rozwojową i własną produkcję systemów bezzałogowych.

412 Samodzielny Pułk Systemów Bezzałogowych "NEMESIS" – jednostka została sformowana w grudniu 2023 roku jako batalion i była złożona z doświadczonych ochotników, którzy od początku zbrojnej agresji zdobywali doświadczenie w różnych jednostkach wojskowych. Jednostka była uzbrojona w bombowce, drony FPV oraz drony bliskiego i średniego rozpoznania (ok. 70-80 km). Wsławiła się min, zniszczeniem Stacji radiolokacyjnej 9S36M RPN systemu BUK-M3 w odległości ok. 40-50 km od linii frontu jak i kilku systemów Buk. Posiada drony własnej produkcji min. Nezmezis i Tor. Jesienią 2024 roku w jej skład

włączono grupę Asgard w oparciu o którą sformowano batalion Asgard. Od grudnia 2024 roku jednostkę przeformowano w pułk i podporządkowano Siłom Systemów Dronowych.



Rys.207 Drony dalekiego zasięgu Liutyi z 14 pułku, są przed każdym startem dokładnie sprawdzane, tutaj wytoczone na pas, czekają na start. Ich zasięg to ok. 1000 km, udźwig 50-75 kg, prędkość 250-300km zaś koszt ok. 200 tys. dolarów, źródło: United24media.

413 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych "Rajd" (Рейд) – prawdopodobnie już przeformowany na pułk, jednostka sformowana 13 września 2024 roku na bazie wydzielenia batalionów z 14 Samodzielnego Pułku Bezzałogowych Systemów Powietrznych. Posiada pododdział dowodzenia, pododdział (kompanię?) Nightingale oraz jednostkę Harpun. Batalion używa bombowców (min. dronów Perun X9), dronów FPV oraz rozpoznania, w tym średniego i bliskiego zasięgu. Batalion walczył min. w rejonie Sudży, brał udział w zniszczeniu systemów S-400, Zoopark, Buk M3, Borysodglebsk, R-330 Żytel i Krasucha-4.

423 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych "Gryfy Scytyjskie"(Скіфські грифони) – został sformowany prawdopodobnie latem roku 2024. Batalion jest uzbrojony w drony FPV, bombowce, drony rozpoznania i naziemne systemy robotyczne. Batalion składa się z żołnierzy z doświadczeniem bojowym, ale tez ze spora ilością rekrutów. W jego skład wchodzi kompania „Angry Birds".

Batalion '"Latająca Czaszka"("Flying Skull") – sformowany prawdopodobnie latem 2024r. na podstawie jednostki rozpoznania Latająca Czaszka (powstała w 2023), posiada prawdopodobnie sześć kompanii w tym „stare" kompanie Topolya i Zagrawa. Na swoim wyposażeniu mają drony Leleka-100 i FPV Ragnarok oraz bombowce nieznanego typu. Prawdopodobnie batalion przystosowany jest do działań taktycznych nocnych, jako jego specjalizacja (wskazuje na to duża ilość filmów z nocnych ataków).

83 Samodzielny Batalion Kontroli – sformowany w roku 2024.



Rys.208 Mobilny punkt dowodzenia 413 Samodzielnego Batalionu Systemów Bezzałogowych "Rajd", źródło: RBK-Ukraina

424 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych „Svarog" – batalion sformowano w roku 2024. Niestety nic nie wiadomo o jego strukturze a jego pododdziały prawdopodobnie walczą w różnych punktach frontu.

93 Batalion Wsparcia – jednostka w trakcie formowania w obwodzie Chmielnickim. Składa się min. z kompanii inżynieryjno-saperskiej, plutonu przeciwlotniczego, pododdziału medycznego, pododdziału dronów.

290 samodzielny batalion logistyczny – jednostka w trakcie formowania, w składzie zidentyfikowano: pododdział medyczny, pododdział remontowo-naprawczy, pododdział transportu drogowego.

190 Centrum Szkoleniowe – jednostkę sformowano w 2003 roku na bazie Żytomierskiego Wojskowego Instytutu Radioelektroniki im. S. P. Koroliewa. Prowadzi ona szkolenie w zakresie:

- Podstawowe przygotowawcze dla żołnierzy rozpoczynających służbę w ZSU (1 miesiąc)
- Specjalistyczne dla żołnierzy zawodowych, którzy chcą pozyskać nową specjalność (2 miesiące),
- Wielopoziomowe szkolenie podoficerów (1 miesiąc),
- Kursy dla podchorążych i studentów kształcących się w ramach programu szkolenia oficerów rezerwy Żytomierskiego Instytutu Wojskowego
- Szkolenie Specjalistyczne w specjalnościach: techniczne środki rozpoznania
- Szkolenie w zakresie obsługi i działań BSP

Szkoła posiada kompanie szkolną BSP. W 2024 roku Centrum przeniesiono do Sił Systemów Bezzałogowych a jego dowódca został płk Wadym Suchariewski.

Dodatkowo w skład Sił Systemów Bezzałogowych weszły następujące jednostki (informacja na podstawie jednego źródła):

PUBLIC

419 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych „Warta” – w jej skład wchodzą min. kompanie K-19 oraz kompania Hunters.

420 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych „Hort” – został sformowany w 2024 roku a bazie dowództwa Jednostki Wywiadu Technicznego ZTVR i Jednostki Specjalnej "Hort". Składa się z czterech kompanii.

421 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych – jednostka sformowana na początku 2024 r. Jest częścią Sił Powietrzno-Szturmowych. Batalion uzbrojony jest zarówno w powietrzne UAV, FPV jak i naziemne UGV (logistyczne, saperskie, ewakuacji medycznej, szturmowe). Jednostka ma służyć jako wsparcie jednostek powietrzno-szturmowych.
Wchodzi w skład 148 Samodzielnej Brygady Artylerii.

422 Samodzielny Batalion Systemów Bezzałogowych – posiada co najmniej trzy kompanie w tym kompanię bombowców.

425 Samodzielny Pułk Bezzałogowych Systemów Powietrznych (Oczy) – jednostka pierwotnie sformowana w czerwcu roku 2022 jako kompania Oczy,

Poza dowództwem Sił Systemów Bezzałogowych znalazło się większość jednostek dronowych. Pozostały one nadal podporządkowane poszczególnym rodzajom sił zbrojnych. Mimo to nadal prowadzą one działalność na rzecz jednostek wojskowych, znajdujących się w różnych rodzajach sił zbrojnych. Takim przykładem jest 414 Samodzielna Brygada Bezzałogowych Systemów Powietrznych „Ptaki Madziara”

414 Samodzielna Brygada Bezzałogowych Systemów Powietrznych „Ptaki Madziara” – oficjalnie podlega Korpusowi Piechoty Morskiej, powstała na bazie wcześniej istniejącej jednostki o tej samej nazwie i została rozbudowana w sposób organiczny.



Rys.209 Bez komentarza…

Jej początki to inicjatywa przedsiębiorcy Roberta Browdiego (Бровді Роберт) zajmującego się wcześniej miedzy innymi handlem zbożem i pochodzącego z Użgorodu. Na początku inwazji w 2022 roku pełnił on funkcję dowódcy plutony w Wojskach Obrony Terytorialnej. Po przeniesieniu na kierunek Chersoński, zaczął on eksperymentować z dronami rozpoznawczymi, zapewniając w ten sposób rozpoznanie 28 Brygadzie Zmechanizowanej. Ale już w sieroniu 2022 r. jego pluton zaczął używać dronów FPV. Jego reputacja została zbudowana w trakcie walki o Bachmut, gdzie walczył 110 dni. Potem brał udział w walkach o

DRAFT

Sołedar, Kliszczijiwkę, Opytne, Berchiwkę i Krasną Horę. W międzyczasie jego pododdział urósł do kompanii przyjmując nazwę kompanijno-taktyczna grupa BSP "Ptaki Madziara". Kompania ta posiadła już umiejętność walki elektronicznej i posługiwania się sprzętem walki elektronicznej. Znaczna część sprzętu była wykonana przez żołnierzy tejże kompanii. W miedzy czasie jednostka została przeniesiona w rejon przyczółka w Krynkach, działając w ramach 59 Brygady Piechoty Zmechanizowanej. Działając jako samodzielna kompania Ptaki Madziara potrafiły zestrzeliwać Lancety, Orlany i ZALA za pomocą dronów FPV, przy skuteczności dochodzącej do 70%! 16 stycznia Ptaki Madziara stały się 414 Samodzielnym Batalionem Uderzeniowych Bezzałogowych Systemów Powietrznych w korpusie piechoty morskiej, będąc pierwszą tego typu jednostką w ZSU.
Pod koniec czerwca jednostkę rozbudowano do wielkości pułku, oprócz do tej pory posiadanych pododdziałów: dalekiego rozpoznania, walki WRE, dronów uderzeniowych, minowania, rozpoznania i współpracy z artylerią, rozbudowano ją o pododdziały:

- przechwytywania i niszczenia BSP,
- eksperymentalnych systemów bezzałogowych,
- opracowywania i wdrażania nowych systemów,
- szkolenia operatorów.

Pułk planuje także stworzenie własnego zaplecza produkcyjno-projektowego. Latem 2024 roku pułk bierze udział w walkach pod Kurskiem a potem o Pokrowsk. Tam też zaplanowano i wdrożono po raz pierwszy kopułę Pokrowsk Dome, która miała chronić miasto przed penetracją wrogich dronów. 16 listopada pułk wyśledził i zniszczył bardzo żadki rosyjski kompleks tłumienia elektronicznego Borisoglebsk-2 (szacunkowa wartość 100-200 mln $).W grudniu 2024 roku pułk przekształcono w 414 Samodzielną Brygadę Uderzeniowych Bezzałogowych Systemów Powietrznych. W skład brygady wchodzi min.:

- baza remontowo-naprawcza,
- kompania dalekiego rozpoznania,
- samodzielna kompania szkolna operatorów FPV,
- kompania bombowców,
- kompania WRE,
- kompania obserwacji i współpracy z artylerią,
- kompania minowania,
- pododdział przechwytywania i niszczenia BSP
- samodzielny pododdział nowych technologii tym samodzielne pododdziały:
    - sztucznej inteligencji,
    - analizy widma,
    - rozwoju radarów,
    - rozwiązań światłowodowych,
    - kompleksów WRE,
    - oraz innych wielu technologii,
- pododdział produkcji własnej,

Na początku 2025 roku został przez brygadę wdrażany system Chersoń Dome który ma chronić kolejne miasto przed penetracją wrogich dronów.

383. Samodzielna Brygada Bezzałogowych Systemów Powietrznych – jednostka podległa Siłom Powietrznym. Jest to najstarsza jednostka dronowa ZSU, powstała na bazie 383. pułku bezzałogowych samolotów rozpoznawczych Armii Radzieckiej w roku 1992. Uzbrojona początkowo w TU-141 i TU-143, pełniła funkcje pułku rozpoznania. W 2019 pułk został uzbrojony w drony Bayraktar TB. W 2022 roku realizował także misje uderzeniowe. W sierpniu 2023 został przeformowany w brygadę. W jej skład wchodzi min. 34. samodzielna eskadra lotnicza bezzałogowych systemów powietrznych im. pułkownika Rusłana Tiucha

DUALITEC

uzbrojona w drony Bayraktar TB oraz 36. samodzielna eskadra lotnicza bezzałogowych systemów powietrznych. W 2022 roku doszły jeszcze trzy eskadry (prawdopodobnie nowo sformowane) w miejscowościach: Konstantynów, Humań, Kołomyja. W 2024 brygada prawdopodobnie została częściowo przezbrojona na drony prominencji ukraińskiej.

20. Samodzielny Pułk Bezzałogowych Systemów Powietrznych "K-2" – sformowany w 2018 roku jako kompania rozpoznawcza 54 Samodzielnej Brygady Zmechanizowanej. Brał udział w walkach w trefie ATO. Następnie rozwinięty w 2 Liniowy Batalion Zmechanizowany. Batalion walczył na Donbasie, min, w obronie Siewierska. W grudniu 2024 batalion został przeformowany w pułk BSP na zasadzie rozwoju organicznego. Brygada podlega Wojskom Lądowym

6. Połączony Oddział Szturmowych Bezzałogowych Statków Powietrznych "Wij" – pododdział sformowany jako jedna z trzech pierwszych samodzielnych kompania BSP jeszcze w 2023 roku. Pododdział był w 2023 roku szkolony w Wielkiej Brytanii. Jednostka ma możliwość działania na znaczne odległości (ponad setki km) i jest wyposażona w drony dalekiego zasięgu. Pododdział podlega Dowództwu Sił Operacji Specjalnych. Jego skład (2024 r.) to:

- Pododdział dowodzenia,
- Trzy kompanie uderzeniowe lekkich dronów taktycznych (UAV)
- Kompania dronów Rozpoznania
- Kompania Szkolna
- Kompania wsparcia inżynieryjnego i technicznego

Jednostka uzbrojona jest min .w drony typu: Bayraktar TB2, Autel EVO II Pro, DJI Matrice 300 RTK oraz zwiadowcze UAV RQ-11B Raven, Autel EVO II Pro, DJI Matrice 600 Pro

411 Samodzielny Pułk Bezzałogowych Systemów Powietrznych Jastrzębie ("Яструби") – pododdział sformowany w roku 2022 w ramach Sił Terytorialnej Obrony, jako batalion dronowy. Posiadał wtedy cztery kompanie. Brał udział w walkach w miejscowościach Bachmut, Soledar, Czasiw Jar, Jampil, Rabotyno i lewobrzeżny Chersoń. W grudniu 2024 roku przeformowany w pułk. Pułk uzbrojony jest w drony rozpoznawcze: Leleka-100, Flirt Cetus, RQ-35 Heidrun oraz drony bombowce: Wampir, Sicz, a także FPV: Awanger, Darts.



Rys.210 Ukraiński dron szturmowy Darts z batalionu Jastrzębie, czerwiec 2024 rŹródło: kadr z filmu Serhija Prytuły

DRAFT

427 Samodzielny Pułk Bezzałogowych Systemów Powietrznych "Raróg" – sformowany pierwotnie w kwietniu 2023 roku jako samodzielna kompania w 24 Samodzielnej Brygadzie Zmechanizowanej. Jednostka walczyła min. w Czasiw Jarze. W lutym 2025 na bazie dotychczasowej jednostki rozpoczęto formowanie pułku, który wchodzi w skład Wojsk Lądowych. Na wyposażeniu pułku znajdują się drony Mavic, rozpoznawcze drony płatowe, FPV, kompania WRE, kompania warsztatowo-remontowa oraz wydzielony pododdział/dział(?) produkcji własnej.

429. Samodzielny pułk bezzałogowych systemów powietrznych "Achilles" – sformowany na początku 2022 roku jako 4 kompania 128. batalionu 112. Brygady Obrony Terytorialnej. Latem kompania składająca się z trzech plutonów brała udział w kontrofensywie. W styczniu 2023 jednostka została podzielna na dwie części, jedna z nich została przydzielona 92 Samodzielnej Brygadzie Zmechanizowanej, posiadając już na wyposażeniu drony Mavic3. W styczniu 2024 roku kompanie rozwinięto do wielkości batalionu. Brała udział w obronie Kijowa, Charkowa, Sołedaru, Bachmutu, Czasiw Jaru. 29 stycznia 2025 roku batalion przeformowano na pułk podległy Wojskom Lądowym. Jednostka posiada własne centrum szkoleniowe. Jest jedną z najbardziej skutecznych jednostek dronowych w ZSU. Posiada kompanie bombowców, kompanie dronów FPV, kompanie rozpoznawcza oraz kompanie ds. obserwacji i współpracy z artylerią.



Rys.211 Żołnierze 421 samodzielnego batalionu podczas szkoleń w 2024 r., źródło: 421 batalion

Samodzielny Oddział Systemów Bezzałogowych Specjalnego Przeznaczenia "Tajfun" – sformowany w roku 2024 jako jednostka Gwardii Narodowej. Posiada prawdopodobnie 4 kompanie: FPV, bombowców, obserwacji i współpracy z artylerią oraz rozpoznania.

Samodzielny Oddział Systemów Bezzałogowych Specjalnego Przeznaczenia „Skrzydła Omegi" – podporządkowany Gwardii Narodowej, powstał prawdopodobnie na początku 2024 roku.

Oddział Sił Specjalnych "Lazar" (27 Peczerska Brygada) – prawdopodobnie powstał na początku 2022 roku, wchodzi w skład Narodowej Gwardii Ukrainy.

385. Samodzielna Brygada Morskich Systemów Bezzałogowych Specjalnego Przeznaczenia Sił Morskich Sił Zbrojnych Ukrainy – nie wiele wiadomo o tej jednostce, poza tym iż powstała w sierpniu 2023 roku i na wyposażeniu posiada drony morskie jak i drony dalekiego rozpoznania. Brygada wchodzi w skład Sił Morskich ZSU ale podlega SBU.

Jednostka Graniczna Bezzałogowych Systemów Powietrznych „Feniks” – sformowana w sierpniu 2024 roku. Jednostka nie posiada własnych pododdziałów piechoty. Prawdopodobnie składa się z 3-4 kompanii, pododdziału remontowo-produkcyjnego (produkują własną amunicje do dronów).

Ciekawym rozwiązaniem wdrożonym niedawno w ZSU jest system jednolitej oceny i systemu rozliczania jednostek wojskowych ze skuteczności użycia dronów. Nie tylko dronów bojowych, choć głównie ich dotyczy ale też i obserwacyjnych, rozpoznawczych. Wyniki z tego systemu pozwalają nie tylko usprawnić planowanie ale też dystrybucję dronów po jednostkach wojskowych, ocenę stanu wyszkolenia w poszczególnych jednostkach a także zapoznać się z przyczynami sukcesów lub porażek w poszczególnych pododdziałach. Wyniki są sprawdzane między innymi poprzez system Delta, gdzie można sprawdzić każde trafienie. Sam system może nie jest idealny, gdyż gradacja celów jest np. umowna ale potrafi ocenić wskaźniki i trendy a przede wszystkim stworzyć jednolity system ocen, który trudno podważyć.



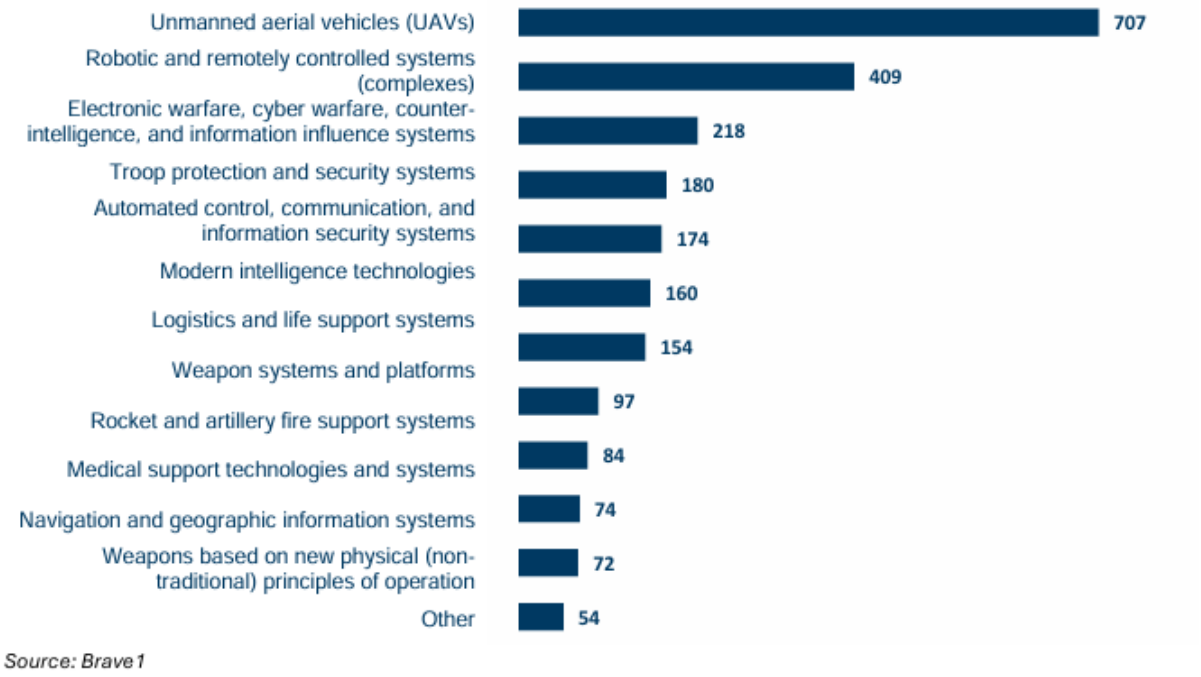
Rys.212 „Wyniki” systemu rozliczeń skuteczności jednostek BSP za styczeń 2025, źródło: Jrij Butusow.

Mimo powołania Sił Systemów Bezzałogowych w roku 2024, to ich pełna gotowość operacyjna przedstawia wiele do życzenia. Po pierwsze nie ukompletowano jeszcze wszystkich jednostek mających wchodzić w ten rodzaj wojsk. Pozyskane informacje mówią że ich obsada kadrowa wynosiła około 5000 ludzi na 10 000 zakładanych docelowo w roku 2025. Poza tym nowo przeszkoleni żołnierze nie będą od razu stanowić skutecznych pododdziałów. Zaś sama koncepcja zastosowania samodzielnych brygady systemów bezzałogowych nie została jeszcze dopracowana. Podobnie jak dalsze kierunki rozwoju Bezzałogowych Sił Systemowych.

Pozyskiwanie sprzętu, współpraca i wsparcie dla przemysłu

Na wstępie trzeba zaznaczyć iż od początku 2022 roku do połowy 2024 roku Ukraina wydała w sumie 1,5 mld euro(!) na badania i rozwój w branży militarnej (źródło: ukr. Ekonomiczna Prawda).
W trzy lata dronowy przemysł ukraiński przeszedł poważna ewolucję i kilka odrębnych etapów rozwoju:
• 2022r. Faza wyłaniania: branża była w powijakach, a większość firm dopiero zaczynała. Wiele z nich było kierowanych przez wolontariuszy, składało się z małych zespołów liczących od 3 do 10 osób i nie koncentrowało się na inwestycjach lub rentowności a ich głównym priorytetem było wsparcie obrońców Ukrainy.
• 2023r. Tworzenie biznesu: branża nadal się rozwijała, a coraz więcej firm zaczęło postrzegać siebie jako firmy, a nie inicjatywy wolontariuszy. Powiększyły się zespoły, ustalono wewnętrzne procesy, a pierwszą rundę inwestycji zabezpieczyły takie firmy jak Buntar Aerospace i Himera.
• 2024r. Dojrzałość branży: branża znacznie się rozwinęła. Podczas gdy wcześniej rząd starał się pozyskać prawie wszystkie możliwe do zrealizowania drony produkowane w kraju, kontrakty rządowe są obecnie niewystarczające, aby utrzymać wszystkie firmy. Wraz z zaostrzaniem się konkurencji firmy muszą albo pozyskiwać inwestycje, łączyć się z innymi podmiotami, albo opuszczać rynek.
• 2025r. Przyszła konsolidacja: oczekuje się, że luka między wiodącymi producentami a mniejszymi firmami będzie się powiększać, co będzie napędzać dalszą konsolidację rynku. Więksi, czołowi producenci prawdopodobnie zdominują branżę, pozostawiając innym współpracę lub wyzwania związane z utrzymaniem swojej działalności. Zadecydują zamówienia, szczególnie duże i długoterminowe, finansowane przez Państwo.

Inną znaczącą trudnością dla firm ukraińskich jest pozyskanie inwestorów, nawet dla w miarę zorganizowanych i już dostarczających swoje rozwiązania dla wojska firm, a co dopiero dla innowacyjnych małych firm.



Rys.213 Granty przyznane przez Klaster Brave1, z podziałem na sektory obronne, połowa 2024 r.,źródło: Brave1

Rok 2025 może stać po znakiem deficytu kapitału dla firm dronowych na Ukrainie. A to może być kolejny czynnik hamujący rozwój ukraińskich firm dronowych. Trzeba sobie jasno powiedzieć iż inwestorzy europejscy nie rozpieszczają start-upy zajmujące się dual-tech, bądź wprost technologią wojskową, nawet te znajdujące się w „starej Unii". Większe możliwości pozyskania kapitału mają start-upy zajmujące się „zieloną energią" czy też badaniami medycznymi. Inaczej jest w przypadku inwestorów z USA, którzy de facto wyłożyli w 2024 roku większe pieniądze w europejskie start-upy, zajmujące się technologią wojskową niż inwestorzy europejscy. Podobnie rzecz się ma na Ukrainie. Istnieją liczne prywatne fundusze ale w większości ich kapitał liczy się w mln euro a nie w dziesiątkach lub setkach mln euro. De facto „napęd finansowy" ukraińskim firmom innowacyjnym zapewniły Stany Zjednoczone przekazując na ich rozwój i produkcje ponad 1 mld dolarów (informacje blogerów ukraińskich, do końca nie potwierdzone). Teraz wraz ze wstrzymaniem finansowania przez USA, niektóre projekty ukraińskie mogą dostać „zadyszki".

Pomocą w pozyskiwaniu funduszy i inwestorów służy przede wszystkim klaster Brave1. Klaster Technologii Obronnych Brave1 wprowadził kilka inicjatyw mających na celu wsparcie firm w ich rozwoju oraz ułatwienie powiązań między inwestorami a firmami. Jednym z ich kluczowych narzędzi jest prowadzenie bazy danych ponad 150 funduszy venture capital. Ponadto Brave1 organizuje wydarzenia, podczas których firmy mogą przedstawiać swoje pomysły bezpośrednio inwestorom i informują inwestorów o najnowszych osiągnięciach w branży i zespołach odnoszących największe sukcesy. To pro aktywne podejście odegrało zasadniczą rolę we wspieraniu możliwości inwestycyjnych i stymulowaniu wzrostu sektora. Klaster ten jeszcze szczegółowo opiszemy niżej.

Mimo wszystko akceleratory i inwestorzy odegrały kluczową rolę w rozwoju inwestycji w ukraińskie technologie obronne i miltech. W tym sektorze role akceleratora i inwestora są ze sobą ściśle powiązane. Większość graczy pełni rolę obu, zapewniając nie tylko kapitał, ale także mentoring, zasoby i sieci, aby pomóc firmom skalować się i odnosić sukcesy. Przedstawmy kilka z nich:

Dare to Defend Democracy (D3), fundusz o wartości 19 milionów dolarów uruchomiony w lipcu 2023 r., którego partnerami jest były dyrektor generalny Google Eric Schmidt, stał się jednym z pierwszych funduszy, które publicznie zainwestowały w ukraińskie startupy obronne. Od momentu powstania fundusz aktywnie wspiera ukraiński sektor technologii obronnych i obecnie posiada w swoim portfelu inwestycyjnym 14 spółek.

MITS Capital został założony na początku 2024 roku przez grupę amerykańskich inwestorów z dużym doświadczeniem w sektorze obronnym, na czele z Perrym Boyle'em, byłym członkiem komitetu wykonawczego Point 72. Aby jeszcze bardziej wzmocnić swoje zdolności strategiczne, MITS utworzył również radę nadzorczą złożoną z ekspertów przemysłu obronnego z państw NATO. MITS Capital oferuje również usługi doradcze i konsultingowe w zakresie banków inwestycyjnych dla ukraińskich firm obronnych oraz dla podmiotów powiązanych z NATO, zainteresowanych uczestnictwem w ukraińskim ekosystemie obronnym. MITS Capital jest sponsorem MITS Lightning Fund, funduszu venture capital, który zapewnia kapitał zalążkowy i rozwojowy start-upom uczestniczącym w akceleratorze MITS.

Defence Builder to ukraiński akcelerator dla start-upów obronnych, którego misją jest wspieranie rozwoju sektora obronnego kraju poprzez szkolenie nowych zespołów i integrację wiedzy z zakresu obronności i biznesu. Program Defence Builder Accelerator został opracowany we współpracy z kluczowymi liderami ekosystemu technologicznego, w tym z Genesis, inwestycyjnym ramieniem Sigma Software Labs oraz Kijowską Szkołą Ekonomii (KSE). Mentorami programu są przedstawiciele Netpeak Group, Skyeton, Airlogix, Finmap, Buntar Aerospace, a także inżynierowie i personel wojskowy z doświadczeniem bojowym, którzy mają głębokie zrozumienie potrzeb pola walki. Obecnie ukraiński ekosystem startupowy może pochwalić się ponad dwudziestoma funduszami, syndykatami i klubami aniołów biznesu, które aktywnie poszukują możliwości inwestowania w krajowe start-upy obronne. Oprócz wyżej wymienionych, inni kluczowi gracze w ukraińskim ekosystemie start-

DUA LIPA

upowym to Ukraiński Fundusz Startowy (USF), Green Flag Ventures (GFV), Innovation Hub oraz Niezlamni Found. Szczegółowo niektóre przedstawiamy w poniższej tabeli:

nazwa funduszu	**pochodzenie**	**zidentyfikowane inwestycje w mln $**	**cel inwestycji**
u.ventures	USA, Ukraina	3	bioniczne protezy z intuicyjną technologią sterowania, analiza mediów i wykrywaniem zagrożeń w środowisku medialnym za pomocą sztucznej inteligencji
Fundusz Rozwoju Innowacji	Ukraina	2,5	wdrażanie rozwiązań opartych na bezzałogowych statkach powietrznych, aplikacja mobilna do strzelania taktycznego, opracowuje bioniczną protezę ręki nowej generacji, drony do bezpiecznej, łatwej i wydajnej kontroli wizualnej, bezzałogowe statki powietrzne do użytku w różnych dziedzinach
YZR	Niemcy	1,8	bioniczne protezy z intuicyjną technologią sterowania
SMRK	Ukraina	1,5	analityka mediów i wykrywa zagrożenia w środowisku medialnym za pomocą sztucznej inteligencji, strumieniowe przesyłanie obrazu przestrzennego 360 stopni w czasie rzeczywistym i dźwięku w kasku VR.
D3 Venture Capital	międzynarodowy	1	producent dronów zwiadowczych, akustyczne wykrywanie pocisków manewrujących, helikopterów, dronów, systemy zrobotyzowane, sztuczna inteligencja do łączenia dronów w rój, drony do rozminowywania i drony do misji rozpoznawczych
42CAP	Niemcy	1	analiza mediów i wykrywanie zagrożeń w środowisku medialnym za pomocą sztucznej inteligencji
Nezlamni Fund	Ukraina	0,64	nieodróżnialny dron zwiadowczy do walki elektronicznej z inteligentnym systemem sterowania, drony do rozminowywania, platformy zarządzania ryzykiem AI
Sieć Zjednoczonych Aniołów	Ukraina	0,39	odporność dronów na rosyjskie radiostacje walki elektronicznej, drony rozpoznania
Angel One Fund	Ukraina	nieujawniona	monitorowanie pól informacyjnych w czasie rzeczywistym i pomoc organizacjom w identyfikacji zagrożenia bezpieczeństwa, oprogramowanie dla roju dronów, drony rozpoznawcze
MITS	Ukraina	0,2	nie ujawniono
Green Flag Ventures	USA	0,15-1,0	systemy do zwalczania dronów, antyrosyjskie radioodbiorniki, oprogramowanie dla roju dronów
Freedom Fund VC	Niemcy	0,1	antyrosyjskie radiostacje walki elektronicznej
ZAS Ventures	Ukraina	0,1	analiza mediów i wykrywanie zagrożeń w środowisku medialnym za pomocą sztucznej inteligencji
Radius Capital	USA	55,5	technologie Deep Tech na wczesnym etapie rozwoju, oprogramowanie i systemy sztucznej inteligencji działające w przemyśle lotniczym, w tym roje dronów

Rys.214 Tabela przykładowych prywatnych funduszy kapitałowych inwestujących w firmy dronowe na Ukrainie (dane na 09.24), dane mogą być nie pełne lub podawać nieco różniące się cyfry od innych źródeł, źródło: en.ain.ua

DUALIS

Mimo to w 2024 roku pojawiły się duże problemy z pozyskaniem kapitału od prywatnych inwestorów. Cały sektor prywatnych firm obronnych (około 200 firm) otrzymał w 2024 r. zaledwie ok. 50 mln USD na rozwój i badania. Prawdopodobnie zagraniczni inwestorzy nie mają zaufania od ukraińskiego ekosystemu start-upów albo nie traktują ukraińskich rozwiązań za konkurencyjne w stosunku do projektów na Zachodzie. Innym wytłumaczeniem tak niskich inwestycji może być ukrywanie danych przez samych inwestorów, którzy mogą się czuć zagrożeni rosyjską agenturą. Pewnym rozwiązaniem problemu inwestorów może być powołanie przez UE w Kijowie „Biura Innowacji Obronnych UE". Ma ono na celu min. uczynienie poszukiwania partnerów biznesowych w państwach członkowskich Unii bardziej dostępnymi i systematycznym dla ukraińskich startupów. Poza tym wiosną 2024 r. Komisja Europejska zaproponowała utworzenie Programu Europejskiego Przemysłu Obronnego, którego jednym z celów jest budowanie współpracy między UE a przemysłem obronnym Ukrainy. Początkowo Komisja proponowała koszt programu w wysokości 1,5 mld euro, jednak w październiku Europejska Izba Obrachunkowa uznała, że środki te mogą nie wystarczyć do osiągnięcia założonych celów. W przypadku pesymistycznego scenariusza, program zacznie w pełni działać we wrześniu 2025 roku.

Kolejnym tematem do końca nie rozwiązanym przez stronę ukraińską jest temat procedur zamówień. Dotyczy nie tylko Ukrainy ale też wszystkich krajów NATO, także niestety Polski . Wprawdzie o tym już wspomnieliśmy ale problem jest na tyle istotny iż wymaga pogłębienia. Zarówno Rosja i Ukraina zetknęły się w 2024 roku z tym iż standardowe procedury związane z zakupem sprzętu i uzbrojenia dla wojska nie pasują zupełnie do wymogów zakupu dronów. MON (obojętnie jakiego kraju) które dąży do zwiększenia zamówień, zwiększenia skali produkcji, ujednolicenia typów uzbrojenia i przez to zmniejszenia jego ceny jednostkowej, najczęściej w końcowym wyniku dostaje przestarzałe moralnie uzbrojenie i już nieefektywne narzędzie walki. Wyścig technologiczny na froncie jest tak szybki, że dron, który został wybrany przez Ministerstwo Obrony dla wojska jako, optymalny i zamówiony w setkach czy tysiącach sztuk z produkcją rozłożoną na kolejne miesiące lub lata (vide nasz FlyEye) w chwili kiedy on dociera do jednostek wojskowych okazuje się być przestarzały technologicznie i musi być modernizowany na miejscu żeby dopasować go do zmieniających się warunków pola walki. Dla przykładu, zwykły standardowy dron FPV na początku 2025 roku nie ma już nic wspólnego z dronem z roku 2023, z czasów ukraińskiej ofensywy w obwodzie zaporoskim. Tamten dron sprzed 2 lat byłby w zasadzie bezużyteczny w tej chwili pod Pokrowskiem.
Jak więc Ukraińcy próbują sobie radzić z tym problemem? Poprzez radykalną decentralizację procesów. Ukraiński MON przekazuje kompetencje wyboru dla siebie konkretnego drona bezpośrednio do jednostek dronowych (w tym miejscu słyszymy jęk polskich generałów). Czyli do tych ludzi, którzy je wykorzystują w walce. W 2024 roku, jak pisaliśmy, próbowano załatwić to poprzez wydzielenie dodatkowych kosztów dla ukraińskich brygad, żeby sami układali sobie kontrakty z producentami i kupowali drony. Stworzono w brygadach zespoły odpowiedzialne za ten proces. To dało pozytywny efekt ale minusem tutaj jest pewien chaos tego procesu. Dla ukraińskiego MON ciężko jest taki proces usystematyzować i wyciągnąć z niego dane niezbędne dla planowania produkcji na następne parę miesięcy naprzód, czego wymaga proces produkcji. A brygady nie mają doświadczenia często w układaniu kontraktów i nie są w stanie wybrać dla siebie najtańszy i najlepszej jakości produkt.
Dlatego ten proces obecnie zreformowano. Wprowadzono system o nazwie Dot-Chain Defence który jest w zasadzie cyfrowym katalogiem całej oferty ukraińskich producentów. Takie swoiste "wojenne allegro" w którym osoba odpowiedzialna za zamówienia w jednostce wybiera te drony, które jej najbardziej odpowiadają do jej konkretnych warunków pola walki w niezbędnej ilości. Zadaniem zaś rządowej Agencji Zamówień Obronnych jest strona techniczna procesu - opłacenie tych zamówień i pilnowanie by były dostarczone na czas. Jak również i weryfikacja całego tego procesu.

DUALITY

Ukraiński MON oczekuje iż wprowadzenie tego systemu zwiększy konkurencję, będzie sprzyjało zwiększeniu jakości i obniżeniu ceny. Ale przede wszystkim uczyni system zaopatrzenia wojska w drony bardziej elastycznym. Brygady nawiążą stały kontakt z firmami je zaopatrującymi bez pośredników, zaś doświadczenia pola walki pozwolą w trybie niemal online wprowadzać zmiany do kolejnych partii dronów. Znikną sytuację, w których tysiące dronów trafiające na front z państwowych zamówień są bezużyteczne bez modyfikowania ich na miejscu. Warto obserwować te procesy i uświadomić sobie ich skalę i wpływ na przebieg wojny.
Podobny problem dostrzeżono w Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii, gdzie podjęto już pewne próby jego uproszczenia, choćby w tym kierunku iż pewne partie dronów nie są zamawiane przez tamtejsze agencje uzbrojenia, co opisaliśmy już w rozdziałach dotyczących tych krajów. Niestety tego problemu jeszcze nie dostrzeżono w polskim MON.
Innym problemem w 2022 roku był, podobnie jak jest teraz w Polsce, niewydolny system badań i rozwoju dronów i co ważniejsze jego współpraca z końcowymi użytkownikami. Jak już wspomniano, od początku działań wielkoskalowych w wojnie rosyjsko-ukraińskiej Ministerstwo Transformacji Cyfrowej oraz minister energetyki Mychajło Fedorow stworzyli systemowy aparat badawczo-rozwojowy i zaopatrzeniowy wojska z dużym wykorzystaniem finansowania społecznościowego. Projekt ten został całkowicie oddzielony od tradycyjnego ukraińskiego kompleksu obronno-przemysłowego oraz wojskowego systemu pozyskiwania sprzętu, aby ominąć istniejące układy i powiązania. Prawdopodobnie gdyby tego typu projekty nie zostały oddzielone od kompleksu obronno-przemysłowego oraz gdyby nie zmieniono systemu pozyskiwania sprzętu, Ukraina nie uzyskała by tak dużego efektu skali pozyskiwania najnowszych technologii dla zmieniającego się pola walki. Mało tego, podejście ministerstwa, polegało na wspieraniu szerokiego zakresu firm, a nie skupianiu się na małej liczbie liderów (najczęściej z udziałem kapitału państwowego). Podejście to było szczególnie widoczne w zamówieniach na pojazdy bezzałogowe. Nowy, typowy cykl badawczo-rozwojowy zakłada, że nowe drony zostaną opracowane w ciągu kilku miesięcy i szybko użyte do testów bojowych na polu walki, w konkretnych brygadach ukraińskich. A nie będą poddawane długotrwałym biurokratycznym i niejasnym procedurom przyjmowania sprzętu na uzbrojenie ZSU, przez dotychczasowe agencje na szczeblu centralnym MON. Zamiast demonstracyjnych filmów czy prezentacji w 3D, nowe procedury stawiały na rzeczywiste testowanie w warunkach pola walki i działaniach kinetycznych.
To nie skostniały państwowy kompleks obronno-przemysłowy uratował system zaopatrzenia i szkolenia ZSU ale przemysł prywatny oraz cywilne lub półcywilne organizacje społeczne. Działały one przez pewien czas jako organizacje nie oficjalnie współpracujące z wojskiem, często przekraczając przepisy, które nie nadążały za rozwojem technologii na polu walki. Dwie najbardziej znane organizacje pozarządowe, to „Dronarium" i „Aerorozvidka". Obie opisaliśmy już krótko wcześniej ale jest ich oczywiście o wiele , wiele więcej. Odegrały one kluczową rolę w finansowaniu zakupu sprzętu oraz organizowaniu szkoleń. NGO-sy zapewniały szybkie dostawy BSP oraz niezbędne zasoby do ich obsługi w tym:

1. Finansowanie i dostawy sprzętu:
    - NGO zebrały miliony dolarów na zakup dronów DJI Mavic, FPV oraz osprzętu komunikacyjnego.
    - Organizacje wspierały też naprawy i modyfikacje uszkodzonych dronów, dzięki czemu odzyskano 70% uszkodzonych jednostek.

2. Szkolenie cywilnych specjalistów:
    - Cywile, w tym inżynierowie IT, były szkoleni w zakresie obsługi BSP, co umożliwiło szybkie wzmocnienie zdolności wojskowych.
    - Kursy obejmowały krótkie cykle szkoleniowe (40-60 godzin) zakończone certyfikacją.

DYALTRO

3. Testowanie innowacji:
    - Organizacje współpracowały z lokalnymi uczelniami i firmami, testując nowe technologie, takie jak autonomiczne systemy naprowadzania i amunicja krążąca.

Ukraina wykonała dobrą robotę w maksymalizacji produkcji przez swój sektor dronów, tworząc równoległe struktury na poziomie krajowym, poświęcone wprowadzaniu innowacji do testów i produkcji, poza ustaloną biurokracją zamówień obronnych w kontraktach rządowych i korporacyjnych. Pozwoliło to Ukrainie na zwiększone wielokrotne wprowadzanie innowacji i skalowanie wdrażania nowych projektów. Instytucje Państwowe bez wsparcia w/w organizacji raczej by nie wiele zdziałały, stąd wiele z nich zlikwidowano, powołując nowe ale o kompletnie innych kompetencjach i silnie sprzęglonych z NGO-sami. O Armii Dronów już pisaliśmy ale warto też wspomnieć o innych bardzo istotnych dla wysiłku zbrojeniowego organizacjach społecznych oraz nowo powstałych organizacjach państwowych.



Rys.215 Produkty DrukArmy, źródło: epravda.com.ua

Do takich organizacji możemy zaliczyć DrukArmy. W roku 2022 wobec braku części i innego rodzaju wyposażenia prywatni posiadacze drukarek zaczęli realizować zamówienia od poszczególnych JW. W tym samym czasie youtuber Jewgienij Wołnow zorganizował grupę entuzjastów druku 3D a jednocześnie doszedł do wniosku że dlaczego grupa by nie mogła działać jak jedna firma zbrojeniowa. Stworzono wspólną platformę dla użytkowników drukarek 3D, która obejmowała system szkoleń ochotników, ujednolicenie produktów, opracowanie własnych rozwiązań, a co najważniejsze platformę dla zmówień wojskowych. W ciągu dwóch lat organizacja zjednoczyła i przeszkoliła tysiące drukarzy, stworzyła biuro projektowe, ustanowiła kontrolę jakości, informacje zwrotne od wojska, logistykę i stworzyła jedną platformę do koordynowania pracy swoich wolontariuszy. Dzięki tej platformie, wojsko i drukarnie mogą się nawzajem wyszukiwać i weryfikować, jak w sklepie internetowym. Obecnie „flota” DrukArmy liczy ponad 10 tys. metrów kwadratowych drukarek. Drukarki 3D są rozsiane po całej Ukrainie i za granicą. Każdego tygodnia na front wysyłane są setki partii. Stworzono katalog 500 podstawowych produktów, najczęściej zamawianych przez wojsko. Zakup materiałów (plastiku) finansowany jest przez drukarnie, firmy partnerskie oraz

donatorów. Liczba uczestników przekracza 3 tys. osób zaś ogólnie osób współpracujących jest ponad 15 tysięcy. Pracami badawczo-rozwojowymi zajmuje się oddzielny dział złożony z inżynierów-wolontariuszy, którzy posiadają umiejętności modelowania 3D. Zazwyczaj rozwój projektu rozpoczyna się od prośby jednostki wojskowej. Zamawiający również testują prototyp druku na polu bitwy i oceniają konieczne poprawki.



Rys.216 Liczba części wysyłana przez DrukArmy w roku 2024, z podziałem na rodzaje zamówień, widać systemy zrzutu dla dronów 50,4 tys. szt., detale dla dronów 37,3 tys. oraz adaptery dla dronów 53,5 tys., źródło: epravda.com.ua

Inną instytucją (państwową), mocno wspierającą rozwój technologii na Ukrainie, jest klaster Brave1. Klaster Brave 1 de facto uruchomiony został 26 kwietnia 2023 roku i jego celem jest połączenie innowacyjnych firm z pomysłami i rozwiązaniami, które można wykorzystać w obronie Ukrainy. Początkowe finansowanie w chwili otwarcia wynosiło 2,7 mln $, a w 2024 roku osiągnął ok. 39 mln dolarów. W ciągu roku na platformie zarejestrowało się ponad 1000 projektów z czego aż 130 dotyczyło robotów naziemnych, około 60 BSP ale też dronów wodnych i podwodnych.

Wydawanie grantów działa w ten sposób że firma składa wniosek do Brave1 ze wszystkimi danymi i rejestruje się na portalu. Dane są sprawdzane pod kątem prawdziwości, a producent jest sprawdzany pod kątem zgodności z danymi i ewentualnych powiązań z Rosją. Słowem firma sprawdzana jest pod kątem kontrwywiadowczym. Około 80% przedsiębiorstw pomyślnie przechodzi ten etap. Po tym etapie, każde przesłane opracowanie trafia do zespołu ekspertów zatrudnionych przez Sztab Generalny, w skład którego wchodzi 500 żołnierzy i naukowców z różnych dziedzin nauki. Wnioski zawierają min. takie dane jak:

obecne zdolności produkcyjne, stan zaawansowania projektu, innowacyjność projektu względem już istniejących rozwiązań, czas i dostępność i zdolności do realizacji projektu oraz możliwości dalszego rozwinięcia produkcji. Jeśli ocena projektu jest "wysoka", start-up trafia do MON, gdzie zostanie poddany procedurze certyfikacji, czyli testom lub ocenie dokumentacji. Otwiera to drogę do umowy z państwem. Rozwiązania, które otrzymały "średnią" ocenę, są nadal obrabiane w Brave1, dopóki nie staną się odpowiednio dojrzałe. Jednym z narzędzi przyspieszających ten proces jest przyznanie im grantu w wysokości 5 tys. dolarów. Środki te są wydawane decyzją Funduszu Rozwoju Innowacji (Фонд Розвитку Інновацій), która składa się z przedstawicieli różnych departamentów ministerstw oraz niezależnych ekspertów. Fundusz ten powstał w 2018 roku z inicjatywy Ministra Finansów Ukrainy. Od 2023 roku został przeniesiony pod zarząd Ministerstwa Transformacji Cyfrowej, obecnie liczy około 205 ekspertów.



Rys.217 Zmiana udziału pośredników w zamówieniach wojskowych, ciekawe że w Polsce nie publikuje się takich danych, źródło: prawda.com.ua

Firmy zobowiązane są do składania prostych sprawozdań z wydatkowanych środków z dotacji. Jeśli koszty nie osiągną początkowego celu, klaster Brave1 inicjuje zwrot kosztów. Grantobiorcy wypełniają również kwartalny kwestionariusz dotyczący wyników, aby ocenić zasadność wydatkowanych kosztów w stosunku do wykonanej pracy. Co ciekawe granty są często wydawane dla firm które mają poprawić charakterystyki np. dronów produkowanych przez inne firmy!

Niestety nie wiadomo dokładnie, ile projektów które otrzymały dotację, dostało kontrakty państwowe i jest masowo produkowana pod potrzeby frontu, więc trudno jest wyciągnąć wnioski na temat skuteczności programu grantowego. Brave1 zapewnia że wstępna ocena firm, system raportowania, nadzór, a także eksperci Sztabu Generalnego, którzy odfiltrowują niesatysfakcjonujące projekty i producentów, działają jako zabezpieczenie przed oszustami i nadużyciami.

Kolejnym wyzwaniem dla Brave1 jest nawiązanie współpracy pomiędzy prywatnymi graczami na rynku zbrojeniowym, który na Ukrainie jest młody i słaby. Problemem jest to że firmy nie zawsze wyczuwają potrzeby wojska i frontu. Czasami rozwiązanie do którego firma nie przywiązywała uwagi jest kluczowym rozwiązaniem poszukiwanym na froncie, zaś w innym przypadku, projekt na który kładła firma nacisk ze swoich skromnych środków, okazywał się

trzecio lub czwartorzędnego zapotrzebowania dla wojska. Stąd nakłania się producentów do kontaktów bezpośrednio z jednostkami wojskowymi, które mogą wypróbować sprzęt w trakcie działań wojennych. Jeśli dowódcy składają raporty o przydatności sprzętu na linii frontu i uzasadniają potrzebę posiadania takiego sprzętu, to dla firmy droga dla pozyskania kontraktu staje się zdecydowanie szersza i szybsza. Jednak ze względu na ograniczone zasoby i tak ostatecznie to MON wyznacza priorytety zakupów, zgodnie z tym na co składają zapotrzebowanie brygady na froncie. Ogranicza się do minimum niepotrzebne lub trzeciorzędne zakupy.
Mimo to procedury otrzymania zamówienia od Państwa nie jest łatwa. Firmy, zwłaszcza nowe, zwykle mają trudności z ustaleniem, do którego biura się udać, komu zaoferować sprzęt, jak zainteresować wojsko i co jest teraz priorytetem dla wojska. Taki chaos zwielokrotnia ryzyka biznesowe dla prywatnych producentów broni i zniechęca inwestorów do inwestowania w firmy dualtech. Dokładnie ten sam problem istnieje w Polsce. Ale na Ukrainie, jest on powoli porządkowany, min. przez Brave1. Klaster ten organizuje testy demonstracyjne i spotkania, aby wojsko komunikowało się z producentami i dostosowywało rozwiązania we właściwym kierunku.
Brave1 prowadzi też publicznie otwarte kampanie mające na celu znalezienie rozwiązań. Dzięki temu producenci wiedzą, czego potrzebuje wojsko i co państwo jest gotowe kupić. Poza tym Brave1 stymuluje komunikację między programistami i potrafi znaleźć dla nich partnerów, jeśli zajdzie taka potrzeba. Klaster twierdzi, że w ciągu ostatniego roku odbyło się ponad 30 wspólnych projektów pomiędzy różnymi zespołami programistów.
Jak już wspomniano, po wybuchu wojny ukraiński sektor obronny dokonał ostrego zwrotu w kierunku sektora prywatnego, więc sukces producentów w dużej mierze zależy od inwestycji w ich firmach. Aby ich zaangażowanie było bardziej produktywne, Brave1 organizuje tzw. Invest Days, gdzie zapoznaje ze sobą firmy i inwestorów. Jedno z takich wydarzeń odbyło się w Warszawie, gdzie producenci mogli komunikować się nie tylko z inwestorami krajowymi, ale również zagranicznymi.
Brave1 pełni jeszcze jedną bardzo ważną funkcję – pomaga firmom certyfikować produkt aby ten mógł być kontraktowany przez MON. Obecnie z 1700 projektów pozytywnie zostało certyfikowanych i zamówionych przez MON zaledwie 60 z nich i to pomimo uproszczenia procedur z kilku lat do paru miesięcy. Specjaliści Brave1 pomagają w papierkowej robocie i organizacji testów, a także doradzają w sprawie specyfiki zawierania umów z państwem.
Oprócz Brave 1 istnieją także na Ukrainie i inne akceleratory jak Defense Builder czy Dignitas Fund ale nie będziemy ich prezentować gdyż nie jest to tematem pracy.
Inną ciekawą inicjatywą ukraińska jest program „ZBROYARI: Manufacturing Freedom”. Celem tego projektu jest globalna kampania zbierania funduszy zainicjowana przez Ministerstwo Strategicznych Gałęzi Przemysłu Ukrainy i wspierana przez Biuro Prezydenta Ukrainy, Ministerstwo Obrony Ukrainy i Ministerstwo Spraw Zagranicznych Ukrainy. Został on po raz pierwszy zaprezentowany przez ministra przemysłu strategicznego Ukrainy Ołeksandra Kamyszyna w kwietniu 2024 roku. Oszacował on wówczas zdolność produkcyjną szybko rozwijającego się ukraińskiego kompleksu obronno-przemysłowego na ok. 20 mld dolarów, podczas gdy ukraiński rząd był w stanie zakupić produkowane uzbrojenie o wartości maksymalnie 6 mld dolarów. Celem tego programu było zebranie brakujących funduszy od państw-darczyńców, którzy by składali zamówienia zbrojeniowe w ukraińskich firmach i przekazywały w ten sposób pozyskane uzbrojenie dla ZSU. Do końca 2024 roku pozyskano 1,5 mld $ Założeniem programu jest pozyskanie 10 mld $ do końca 2025 roku, co nie wydaje się możliwym do osiągnięcia.

Na koniec warto jeszcze wspomnieć o ukraińskiej Agencji Zamówień Obronnych (Агенція Оборонних Закупівель – AOZ). Jest ona jedyną organizacją w strukturze Ministerstwa Obrony, która dokonuje zakupów broni i sprzętu wojskowego dla Sił Zbrojnych Ukrainy. Jej powołanie zapoczątkowało reformę zamówień obronnych, ponieważ system wymagał

radykalnych zmian ze względu na swoją nieefektywność i nadmierną biurokratyzację. W 2024 r. AOZ udało się znacznie obniżyć lub przynajmniej utrzymać średnie ceny amunicji krytycznej, nawet pomimo stałego trendu wzrostowego cen ze względu na globalny niedobór materiałów wybuchowych i wysoki popyt na amunicję. Kluczowym czynnikiem, który pozwolił Agencji Zamówień Obronnych wyrównać, a nawet obniżyć cenę na rynku broni i sprzętu wojskowego, był spadek udziału pośredników. Co interesujące dla polskich doświadczeń, większość zamówień (155 umów) w 2024 roku podpisano z ukraińskimi firmami (mimo trwającej wojny i akcji „kupujemy bo nie mamy czasu"). W szczególności w zamówieniach na bezzałogowe statki powietrzne ich udział przekroczył 90% kwoty kontraktów, walka elektroniczna – prawie 50%.

Jeśli chodzi o umowy z zagranicznymi partnerami to było ich 50 z 13 krajów. Prawie połowa umów zawierała uczestnictwo przemysłu ukraińskiego w serwisowaniu, naprawie lub produkcji sprzętu. Kilka dotyczyło produkcji na Ukrainie a kilka dawało przemysłowi ukraińskiemu nowe zdolności. I znowu warto to porównać do kontraktów w Polsce, gdzie jednak wojny nie ma.

Z rocznego budżetu Agencji w wysokości 306,1 mld hrywien na zakup uzbrojenia i sprzętu wojskowego 100% zobowiązań budżetowych zostało przejętych w ramach zawartych kontraktów; 99,2% kwoty zostało wypłacone dostawcom. I to biorąc pod uwagę, że 25% całkowitego budżetu zostało wniesione do AOZ dopiero w październiku.

Oczywiście i AOZ ma swoje afery, jak z pociskami do moździerzy, które okazały się wadliwe, czy parę innych mniejszych wpadek jak z amunicja dla Straży Granicznej gdzie była zamieszana polska spółka Lechmar. Ale z tego powodu przeniesiono funkcję dozoru technicznego ze struktur woskowych do struktur AOZ oraz przestano zamawiać dany rodzaj wyposażenia czy uzbrojenia od jednego producenta ale wprowadzono dywersyfikację i teraz krytyczne dostawy sprzętu są zamawiane u 2-3 producentów na zasadzie konkursu. Niestety walka polityczna wokół AOZ trwa nadal.

Agencją kieruje Maryna Bezrukowa (Марина Безрукова), która wcześniej pracowała w Ukrenergo (Укренерго), gdzie awansowała od Kierownika Działu Badań Rynku i Kontroli Wartości (2017) do Dyrektora ds. Transformacji Cyfrowej tej firmy (do 2024). Od lutego kieruje AOZ, zaś w styczniu tego roku przedłużyła kontrakt. Za jej kadencji całkowicie zmieniono strukturę organizacyjną Agencji, tworząc 5 biur, z których każde odpowiada odrębnej kategorii broni: amunicji; BSP i WRE; sprzęt naziemny; obrona powietrzna i lotnictwo; sprzęt specjalny. Dzięki temu każde biuro stało się mediatorem między wojskiem a producentami, biorąc pod uwagę potrzeby tych pierwszych i możliwości tych drugich. W każdym biurze, niezależnie od wojska prowadzony jest monitoring cen, weryfikacja kontrahentów, inspekcja magazynów i zdolności produkcyjnych, analiza tras logistycznych oraz kontrola zgodności. Co ciekawe niektóre umowy zostały zawarte w kilka dni od przyjęcia zapotrzebowania ze Sztabu Generalnego. Nad AOZ czuwa Rada Nadzorcza złożona z 5 członków – 3 niezależnych (w tym Polaka Łukasza Stolarskiego) oraz dwóch reprezentujących Państwo. Oprócz AOZ istnieje tez biuro odpowiedzialne za zakupy „nie śmiercionośne" - Państwowy Operator Pozyskiwania Broni Nie śmiercionośnej, ale nie będziemy go opisywać z racji iż nie ma ono do czynienia z dronami.



Rys.218 Wykorzystanie budżetu AOZ w raku 2024., źródło:; AOZ.

Podsumowanie

W roku 2025 ukraińskie państwo akumuluje ok. 140 mld hrywien w ramach kilku różnych funduszy na zakup ok. 4,5 milionów dronów dla frontu. To z grubsza w przeliczeniu ok. 14 mld złotych. Mają to być drony wyłącznie produkcji ukraińskiej. Przy czym nie zalicza się do tego drony uderzeniowe dalekiego zasięgu wykorzystywane do ataków na rosyjskie zaplecze i drony rozpoznania. W ramach tego planu tylko trzech dużych producentów obecnie ma moc produkcyjną na poziomie 100 tysięcy sztuk dronów miesięcznie. A poza nimi istnieją dziesiątki producentów średniej wielkości i ok. dwie setki małych firm. Ponadto poza państwem na Ukrainie istnieje również duża liczba fundacji, które kupują mnóstwo dronów za pieniądze ze zbiórek.
Oczekuje się, że w 2025 roku Ukraina rozmieści roje dronów wykorzystujących sztuczną inteligencję i ogromną liczbę robotów naziemnych, aby przeciwdziałać siłom rosyjskim. W tym ostatnim przypadku mówi się o liczbie 15 tysięcy sztuk. Jak ujął to jeden z ukraińskich generałów: "Chronimy ludzi i chcemy, aby nasi ludzie byli jak najdalej od linii frontu". Ukraiński sektor prywatny zintensyfikował działania na rzecz przyspieszenia rozwoju technologii autonomicznych i robotów naziemnych w celu zwiększenia możliwości celnych uderzeń w cele na polu walki. Plan Ukrainy polega na tym, aby drony bojowe napędzane sztuczną inteligencją mogły zapewnić przewagę nad siłami rosyjskimi na polu bitwy.
Kraje NATO uważnie monitorują, w jaki sposób te technologie są opracowywane i wykorzystywane w walce. Emerytowany generał armii Mark Milley, były przewodniczący Kolegium Połączonych Szefów Sztabów, przewiduje, że w ciągu najbliższych dziesięciu do piętnastu lat nawet jedna trzecia sił zbrojnych USA może składać się z systemów robotycznych, co prawdopodobnie wynika z obserwacji technologii stosowanych w wojnie na Ukrainie. Oczywiście, niektóre systemy używane zarówno przez siły ukraińskie, jak i rosyjskie mogą funkcjonować mniej lub bardziej skuteczniej na polu walki, pełnym środków przeciwdziałania. Ale sumarycznie technologie autonomiczne, robotów naziemnych czy powietrznych statków bezzałogowych wykorzystanych w ciągu ostatnich trzech lat pokazują potencjał do szybkiego ich wdrożenia na dużą skalę, także w innych armiach. Postępy technologii mają ogromny wpływ na pole walki na poziomie taktycznym i operacyjnym oraz kształtują sposób prowadzenia przyszłych działań wojennych.

W 2023 roku uważało się iż Ukraina potrzebuje ok 2,5 mln pocisków artyleryjskich na rok, żeby utrzymać linię frontu. Co dawało zużycie ok. 6500 dziennie. Szacuje się że w 2024 roku Ukraina wykorzystała na froncie od 1,2 mln do 2 mln dronów uderzeniowych. Ok. 3300 - 5500 sztuk dziennie. W roku bieżącym jeżeli wojna będzie kontynuowana ta liczba prawdopodobnie się podwoi. Ukraina w szybkim tempie rozbudowuje swoje jednostki dronowe na froncie. W każdej brygadzie jest obecnie batalion uderzeniowy dronów, a na wyższym poziomie „korpusu" formuje się osobne pułki i brygady uderzeniowe. Do tego osobno są rozbudowywane jednostki do uderzeń w głąb Rosji z pomocą dronów dalekiego zasięgu i jednostki dronów morskich.
Planowana ogromna ilość dronów, zarówno po ukraińskiej jak i rosyjskiej stronie całkowicie wyeliminowała możliwość manewru dużymi zgrupowaniami pancerno-zmechanizowanymi. Jest duże prawdopodobieństwo że nawet panowanie w powietrzu jednej ze stron, nie zmieniło by pola walki. To panowanie odnosiło by się tylko do wysokości od 2 km w górę. Niżej nadal by funkcjonowały „stada" dronów, a ich operatorzy działaliby w rozproszeniu. Zatem wykonywanie misji powietrznej przez myśliwiec, czy grupę myśliwców, aby zabić 3-4 sekcje dronowe mijałoby się ze sensem. Zaś użycie śmigłowców szturmowych, nawet takich jak AH-64, na linii frontu już obecnie jest samobójstwem. Zaś w niedalekiej przyszłości to samobójstwo rozciągnie się na 20 do 40 km od pozycji przeciwnika. Co już jest widoczne na niektórych odcinkach frontu w Ukrainie. Sens posiadania dużej liczby tych maszyn jest wątpliwa, co pokazuje także polityka Francji czy Wielkiej Brytanii a nawet … USA.

DRAFT

Trudno nie zauważyć iż wciągu trzech lat wojny na Ukrainie, tworzenie Wojsk Systemów Bezzałogowych nie stało się procesem historycznym, podobnym do tego jakim było się pojawienie na polu walki lotnictwa, czy czołgów a wcześniej artylerii i broni prochowej. Stąd można wyciągnąć kilka lekcji. Idąc za australijska publikacją (całość w załączniku nr 10) w tej sprawie prezentujemy kilka z nich poniżej:

Lekcja 1 - UAV zmieniają charakter działań wojennych
Jedną z najważniejszych lekcji płynących z wojny w Ukrainie jest to, że tanie i wszechobecne bezzałogowe statki powietrzne (UAV) odgrywają ważną rolę w działaniach wojennych, zarówno na poziomie taktycznym, jak i operacyjnym. Zarówno Ukraina, jak i Rosja używają dronów do różnych celów, od zbierania zdjęć i informacji wywiadowczych w czasie rzeczywistym po ataki kamikadze i dalekiego zasięgu.

Lekcja 2 - UAV stają się coraz bardziej samowystarczalne
Obecnie taktyka, szkolenie i modele przywództwa w instytucjach wojskowych są skoncentrowane na człowieku, a maszyny znajdują się pod ścisłą kontrolą człowieka. Ale ta zależność wkrótce się zmieni: systemy bezzałogowe będą w coraz większym stopniu działać niezależnie i współpracować z ludźmi, a nie tylko służyć jako narzędzia.

Lekcja 3 - Rozpowszechnienie małych dronów wzrasta
Wojna w Ukrainie pokazuje, jak kluczową rolę odgrywają małe systemy dronowe. Duże drony, takie jak Bayraktar, tracą swoją skuteczność, gdy tylko przeciwnicy skutecznie zintegrują swoje systemy obrony powietrznej i walki elektronicznej (WRE). Te duże systemy są bardziej podatne na systemy przeciwlotnicze dalekiego zasięgu, a także elektroniczne środki zakłócające, co poważnie ogranicza ich użycie bez przewagi powietrznej. Ponadto są drogie, trudne do wymiany i nie obejmują wszystkich obszarów zastosowań. Z kolei małe drony oferują znaczące korzyści: pojedynczy żołnierz może ich używać do zbierania informacji, zwiadu celów i koordynowania ataków, zadań, które normalnie wymagałyby większych zespołów. Systemy te są tańsze, trudniejsze do wykrycia i łatwiejsze do wymiany, co sprawiło, że stały się nieodzownymi narzędziami współczesnych konfliktów.

Lekcja 4 - UAV i UGV ratują życie
Drony uzupełniają ludzi na polu bitwy, a nie zastępują ich całkowicie, przenosząc niebezpieczne zadania na maszyny. Taki rozwój zmniejsza ryzyko dla żołnierzy i pomaga chronić życie ludzkie. Drony charakteryzują się ponadprzeciętną wytrzymałością, ponieważ mogą działać dłużej i bez ograniczeń ze względu na wyczerpanie człowieka. W rezultacie oferują stałą i niezawodną wydajność w różnych misjach, które spełniają wymagania współczesnych konfliktów.

Lekcja 5 - Drony są używane w różnych domenach
Na Ukrainie decydującą zaletą okazało się wykorzystanie dronów w powietrzu, na lądzie i na morzu. Umożliwiają one sukces operacyjny na długich dystansach, przy stosunkowo niskich kosztach i minimalnym wysiłku logistycznym. Ich zdolność do dalszego i dokładniejszego wykrywania zapewnia przewagę taktyczną i znaczne oszczędności kosztów. Dla Ukrainy drony stały się nieodzownym narzędziem, zarówno w operacjach defensywnych, jak i ofensywnych. Zwiększają one skuteczność działań wojskowych, dostarczając krytycznych informacji, dokładnie określając cele zwiadowcze i zmniejszając ryzyko dla żołnierzy. W wojnie na Ukrainie wykorzystanie dronów staje się coraz ważniejsze – dla obu walczących stron.

DRAFT

Lekcja 6 - Obrona przed dronami ulega zmianom

Wraz z ciągłym rozwojem systemów bezzałogowych, środki zaradcze również podlegają dynamicznemu cyklowi innowacji. Początkowo skupiano się na zestrzeleniu bezzałogowego statku powietrznego w locie. Jednak strategia ta została rozszerzona: skuteczną metodą jest również uniemożliwienie startu poprzez atak na elementy naziemne. Obejmuje to wykrywanie stacji naziemnych – za pomocą środków wizualnych lub elektronicznych i likwidacja ich za pomocą artylerii lub dronów. Podejścia te pomagają zmniejszyć skuteczność systemów bezzałogowych, zanim będą mogły wykonać swoje misje i pokazują, jak wszechstronne i elastyczne muszą być nowoczesne strategie obronne.

Lekcja 7 - Korzystanie z UAS jest finansowo konieczne

Drony są niedrogie i łatwe do wdrożenia, dzięki czemu podmioty o ograniczonych zasobach mogą wywierać nieproporcjonalnie duży wpływ. Ich zalety finansowe sprawiają, że są one atrakcyjną alternatywą dla tradycyjnych systemów wojskowych. Wykorzystanie dronów może być wykorzystywane do realizacji strategii kosztowo-wydatkowych, które stanowią znaczne obciążenie finansowe dla przeciwnika. W przypadku przedłużających się konfliktów niskie koszty wdrożenia okazują się decydującą zaletą: im mniej zasobów potrzeba do zniszczenia celu, tym bardziej zrównoważona jest strategia.

Lekcja 8 - Przyspieszenie cyklów innowacji

Szybko rozwijająca się współczesna wojna na Ukrainie wymaga przyspieszonego cyklu innowacji, który obecnie trwa od jednego tygodnia do około trzech miesięcy. Nieustannie potrzebne są nowe rozwiązania lub znaczące zmiany w istniejących technologiach, aby zyskać przewagę nad przeciwnikiem.

Lekcja 9 - Walka o adaptację wymaga ciągłych korekt

Ukraina to szybko rozwijające się pole bitwy. To, co działało dobrze w pierwszym półroczu wojny, dziś już nie działa. W związku z tym zarówno platformy, jak i taktyki, które leżą u podstaw ich stosowania, muszą stale ewoluować.

Lekcja 10 - Znaczenie systemu szkolenia

Pułkownik Wadim Sucharewski, dowódca Sił Zbrojnych Ukrainy, potwierdził, że mimo licznych sukcesów, skuteczność ataków nie jest jednak jednolita na całej linii frontu. Może to wynikać z różnic w dostępie do sprzętu, jakości szkolenia i osiągach poszczególnych jednostek BSP. Dlatego ważne jest, utrzymywanie na wysokim poziomie systemu szkolenia pilotów BSP. Im więcej bezzałogowców otrzymają Siły Zbrojne Ukrainy, tym więcej pilotów z niezbędnymi umiejętnościami będzie również potrzebować armia, aby móc skutecznie wykorzystywać je przeciwko rosyjskim siłom zbrojnym.

Lekcja 11 - Rosnące znaczenie badań i rozwoju oraz inwestycji w suwerenne zdolności

Ze względu na szybki rozwój nowoczesnej sztuki wojennej, na Ukrainie coraz większego znaczenia nabierają ciągłe badania i rozwój innowacji oraz rozwój suwerennych zdolności. Ukraińskie władze poczyniły znaczne wysiłki na rzecz przyspieszenia lokalizacji produkcji zbrojeniowej i inwestowania w krajowe zdolności. Nacisk kładziony jest na innowacje w kluczowych obszarach technologicznych oraz na przyspieszenie rozwoju i dostarczania sprzętu obronnego na pierwszą linię.

Lekcja 12 - Drony są niezbędnym elementem współczesnej wojny

Wojna w Ukrainie pokazuje, że systemy bezzałogowe o różnym stopniu złożoności, autonomii i funkcji są obecnie niezbędnym elementem nowoczesnej wojny. Pomyślnie zintegrowane z taktyką pola bitwy i będące częścią dojrzałej koncepcji operacyjnej, drony mogą zapewnić

DRAFT

wyraźnie asymetryczną przewagę słabszym armiom oraz zapewnić opłacalne i wyrafinowane zdolności zwiadowcze i szturmowe.



Rys.219 Dowódcy jednostek tworzących „Linię Dronów" u Prezydenta Włodymira Zełenskiego, luty 2025 r. , źródło: United24Media

Doświadczenia zdobyte na Ukrainie podkreślają ewolucyjny wpływ technologii bezzałogowych statków powietrznych na współczesną wojnę, oferując nowe zdolności i tymczasowe przewagi taktyczne. Nowoczesne siły zbrojne muszą zintegrować te technologie ze swoimi doktrynami i strategiami, aby utrzymać przewagę technologiczną w obecnych i przyszłych konfliktach. Zrozumienie i wykorzystanie technologii bezzałogowych statków powietrznych jest niezbędne do skutecznej obrony w coraz bardziej złożonym i zaawansowanym technologicznie świecie. Ich błędne zrozumienie, przyniesie klęskę na miarę tej z września 1939 czy maja-czerwca 1940 r. gdy generalicja polska i aliancka nie zorientowała się w porę w zmianach na polu walki i źle je zinterpretowała.
Potrzeba szybkiej adaptacji i innowacji ma kluczowe znaczenie, ponieważ przyszłe osiągnięcia w dziedzinie bezzałogowych systemów lądowych, morskich i bezzałogowych statków powietrznych obejmują integrację sztucznej inteligencji, tychże dronów i zaawansowanych środków walki, takich jak wojna cybernetyczna i broń energetyczna. W przyszłych bitwach mogą brać udział nie tylko platformy, ale także wrogie sieci, a zwinność i zdolność adaptacji będą kluczem do sukcesu . Zaawansowany bezzałogowy statek powietrzny będzie posiadał sztuczną inteligencję, pełną autonomię i zdolności do szybkiego podejmowania decyzji, poprawiając komunikację i koordynację na polu walki. W przyszłości systemy te mogą być integrowane z innymi systemami i czujnikami za pośrednictwem "sieci mesh" (to system, w którym urządzenia – węzły – są ze sobą połączone), tworząc jedną dużą sieć, która będzie kierować dronem, pomagać w lokalizacji celów i określać wybór odpowiedniej broni w celu wyeliminowania zagrożenia . W związku z tym nowoczesne siły zbrojne muszą uwzględnić rozwój technologii UAS i C-UAS w swoich koncepcjach operacji, doktrynach, szkoleniach i procesach selekcji personelu.

Zakończenie

Obecne zmiany na polu walki prawdopodobnie są kolejną rewolucją wojskową jaka może zmienić układ sił na Świecie. Tym czym w II Wojnie Światowej były czołgi, lotnictwo, zmotoryzowanie armii oraz łączność, w tej chwili są drony, sztuczna inteligencja, systemy rozpoznania oraz systemy zarządzania walką. Rola uważanych dotąd za wyznaczniki siły militarnej czołgów, wozów bojowych czy śmigłowców szturmowych, po doświadczeniach kampanii na Ukrainie i w Rosji, zdecydowanie się zmniejszyła. Wojna w Ukrainie i Rosji jednoznacznie wskazuje na min. wiodącą role dronów i związaną z tym sztuczną inteligencje oraz cyfryzacje armii. Bez wprowadzaenia i powszechnego użycia w Wojsku Polskim dronów, sztucznej inteligencji, systemów rozpoznania praz systemów zarządzania walką, nasze siły zbrojne będą przestarzałe i nic nie znaczące, bez względu na ilość zakupionych czołgów, śmigłowców szturmowych czy wyprodukowanych BWP i KTO. Stąd problematyka przede wszystkim udronowienia naszych sił zbrojnych staje się priorytetem.

Przedstawione powyżej rozwiązania w zakresie problematyki udronowienia sił zbrojnych a także polityki państwowej w wybranych krajach europejskich, ma za zadanie przede wszystkim zaznajomić Państwa ze stopniem zaawansowania i kierunkami działań w tym zakresie w Europie. Można by to opracowanie rozszerzyć jeszcze o kilka krajów, jednak nie zmieniło by ogólnego obrazu działań w zakresie robotyzacji sił zbrojnych w Europie i Świecie. Zadaniem nieniejszego opracowania jest przede wszystkim zaznaczenia ogromnej przepaści pomiędzy Polską a a największymi krajami w Europie w zakresie dronizacji sił zbrojnych ale co ważniejsze, w zakresie posiadania ekosystemu nakowo – przemysłowego z tym związanego. Bez tego ekosystemu nie będzie żadnej sensownej dronizacji Wojska Polskiego. Co najwyżej działania PR nakierowane na użytek opinii publicznej a i te zostaną prawdopodobnie zdemaskowane przy najbliższej kampanii wyborczej w roku 2027.

Powołanie ekosystemu związanego z dronizacją oraz sama dronizacja Polski są tak powiązane ze sobą jak rolnictwo i nawożenie. Czy może rolnictwo istnieć bez nawożenia? Teoretycznie może. Ale będzie ono nie wydajne, przestarzałe, mało konkurencyjne i najprawdopodobniej nie wystarczające dla własnego kraju, że o eksporcie nie wspomnę. Podobnie jest z dronizacją kraju czy sił zbrojnych. Bez ekosystemu zawierającego współpracę przemysłu prywatnego, wojska, ośrodków naukowych oraz finansowania tego na poziomie europejskim, dronizacja sił zbrojnych będzie nie nadążała za rozwojem technologii (co już ma miejsce, vide zakup dronów Skydio), nie wystarczająca na nowoczesnym polu walki i nie zapewniająca wszystkich potrzeb sił zbrojnych (co też ma miejsce).

Zatem zanim jeszcze zaczniemy kupować drony dla naszych sił zbrojnych, powinniśmy zbudować ekosystem naukowo – przemysłowy, budować huby, akcelatory i inne instytucje które będą go wspierać. I co najważniejsze chojnie ten system finansowo wspierać, tak jak to jest we wszystkich licących się krajach NATO oraz Ukrainie, a nawet Rosji.

Koncepcje jak to zrobić w Polsce korzystając z doświadczeń europejskich krajów NATO a przede wszystkim Ukrainy, przedstawimy w II części niniejszego opracowana „Drony na wojnie – koncepcja dla Polski".

Pozdrawiam. Piotr Śmielak
Prezes Stowarzyszenia Producentów Technologii Podwójnego Przenaczenia DUALTEC.

DUALTEC