

## SYSTEMY ANTYDRONOWE – POTRZEBNE, ALE ODKŁADANE W POLSCE NA PÓŹNIEJ

---

Tegoroczny Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego w Kielcach oraz targi militarne DSEI 2017 w Londynie pokazały wyraźnie, że na świecie i w Polsce zwiększa się liczba producentów systemów przeznaczonych do zwalczania dronów. W polskich Siłach Zbrojnych nie przekłada się to jednak na konkretne zamówienia.

### **Czym rzeczywiście są systemy antydronowe?**

Systemy antydronowe co do schematu działania są do siebie bardzo podobne. Zasadniczo w ich skład wchodzi zawsze podsystem detekcji i reagowania. W pierwszym wypadku stosuje się różnego rodzaju sensory radiolokacyjne, optyczne, a nawet akustyczne, w drugim - urządzenia zakłócające układy elektroniczne lub rozwiązania niszczące drony mechanicznie (w tym uzbrojenie).

System obserwacji w zestawach antydronowych z zasady działania przypomina rozwiązania z rakietowych lub artyleryjskich baterii przeciwlotniczych. W najbardziej rozbudowanych zestawach antydronowych wyróżnia się bowiem podsystem wczesnego wykrywania - oparty najczęściej o stację radiolokacyjną oraz podsystem identyfikacji, śledzenia i naprowadzania - najczęściej oparty o głowicę optoelektroniczną (z różnego rodzaju kamerami telewizyjnymi i termowizyjnymi).

Większe zróżnicowanie jest w przypadku rozwiązań neutralizujących drony. Oczywiście największą część systemów antydronowych wykorzystuje tylko nadajniki zakłócające odbiorniki radiowe znajdujące się na bezzałogowcach. W zależności od skomplikowania mogą to być „zakłócacze” tylko jednej częstotliwości lub kilku (eliminując w ten sposób jednocześnie pokładowe odbiorniki GPS, układ sterowania dronem oraz kanał, w którym są przekazywane informacje z sensorów bezzałogowca”). W takim przypadku stosuje się kilka anten nadawczych, ponieważ zakłócanie odbiorniki pracują w bardzo różnych pasmach częstotliwości.



Typowy, ręczny zakłócacz dronów NightFighter Pro firmy SteelRock UAV Solutions. Fot. M.Dura

Neutralizacja dronów może się jednak odbywać również w „fizyczny” sposób. Tutaj rozwiązań jest już bardzo dużo. Pomijając mało praktyczne raketowe i artyleryjskie systemy uzbrojenia (ponieważ w przypadku własnego terytorium zawsze istnieje możliwość spowodowania strat ubocznych), konstruktorzy proponują: specjalne siatki (które po wystrzeleniu w kierunku dronu wplątują się w śmigła), lasery dużej mocy (które z łatwością przepalają najczęściej bardzo delikatne kadłuby dronów), gęsto rozstawione, kierunkowe miny naziemne (które eksplodują, gdy dron przeleci bezpośrednio nad nimi), barierę elektromagnetyczną tworzącą strefę występowania ciągłych zakłóceń, impuls elektromagnetyczny (przepalający pokładową elektronikę bezzałogowców) a nawet inne drony, które w różny sposób będą wykrywały a nawet strącały nadlatującego intruza.



Ręczny system antydronowy Skywall 100 pneumatycznie wyrzuca granat z siatką mechanicznie blokującą nadlatujące drony. Fot. M.Dura

Wszystkie te rozwiązania różnią się wielkością i mogą być:

- przenoszone przez jednego żołnierza (mając ciężar i wielkość karabinka szturmowego),
- proponowane jako systemy przewożne (montowane lub przewożone przez lekkie pojazdy terenowe). Jest to rozwiązanie służące np. do ochrony imprez masowych;
- proponowane jako systemy stacjonarne, które po zamontowaniu tworzą stałą barierę antydronową albo system ochrony obiektu lub obszaru (z odpowiednio rozstawionymi sensorami i efektorami). Jest to rozwiązanie przeznaczonep. do ochrony lotnisk.

### **Polskie systemy neutralizacji bezałogowych aparatów latających**

Na MSPO w Kielcach swoje rozwiązania antydronowe prezentowały przede wszystkim trzy polskie podmioty: Wojskowe Zakłady Uzbrojenia z Grudziądza i Wojskowe Zakłady Elektroniczne wchodzące w skład Polskiej Grupy Zbrojeniowej oraz prywatna spółka Hertz Systems z Zielonej Góry, która jest znanym polskim producentem i dostawcą wojskowych odbiorników GPS.

#### System ICARX (SAND) z Wojskowych Zakładów Uzbrojenia

Wojskowe Zakłady Uzbrojenia przedstawiły w Kielcach postępy prac nad wielosensorowym systemem wykrywania, identyfikacji, śledzenia oraz neutralizacji bezałogowych statków powietrznych ICARX (który wcześniej znany był pod nazwą SAND).



Demonstrator systemu antydronowego ICARX zamontowany na pojeździe Humvee z widoczną obok, jeszcze nie zintegrowaną anteną radaru MHR firmy Rada. Fot. M.Dura

Prace nad tym rozwiązaniem postępują bardzo szybko i co kilka miesięcy przedstawiciele WZU informują o nowych elementach, jakie są włączane do tego zestawu antydronowego. W ten sposób SAND ewoluował do wersji ICARX i już nie myśli się o jego montażu na pojeździe terenowym Humvee, ale na innej platformie- określonej we wstępnych założeniach taktyczno-technicznych. Zgodnie z przyjętą koncepcją taka kołowa platforma będzie się zatrzymywała, będzie podnoszony maszt z umieszczonymi na nim wszystkimi sensorami oraz efektorami i zestaw będzie wtedy gotowy do działania.

System został zaprojektowany jako modułowy i dlatego cały czas można do niego przyłączać nowe, już gotowe rozwiązania. Założeniem był stworzenie zestawu antydronowego wyposażonego w system detekcji (radar i głowica optoelektroniczna) oraz neutralizacji (działający poprzez zakłócanie kanałów łączności i odbiornika GPS, poprzez cyberatak oraz specjalne drony). Całość ma być połączona poprzez system zobrazowania, kontroli, planowania i rejestracji misji.

Zadanie jest realizowane przez wiele współpracujących firm, które są koordynowane przez grudziądzkie Wojskowe Zakłady Uzbrojenia. W pracach biorą m.in. udział Wojskowe Zakłady Elektroniczne oraz firmy: Cenrex i Exatel.

W wyniku analizy i doświadczeń już zdecydowano, że docelowymi urządzeniami systemu ICARX będą:

- stacjonarna wersja „Lancy Elektromagnetycznej” opracowywana przez Wojskowe Zakłady Elektroniczne oraz firmę AM Technologies do zakłócania systemów łączności i GPS dronów (w czasie MSPO 2017 w Kielcach antena „Lancy” była już zamontowana na głowicy optoelektronicznej);



Głowica optoelektroniczna typu 01 system antydronowego ICARX ze zintegrowaną anteną cylindryczną nadajnika zakłóceń Lancy Elektromagnetycznej. Fot. M.Dura

- głowica optoelektroniczna typu 01 - opracowana przez WZU i użyta wcześniej na Przeciwlotniczym Rakietowym Wozie Bojowym 9A33BM OSA;
- radary wielozadaniowe MHR (Multi-Mission Hemispheric Radar) firmy Rada (z charakterystyczną nieruchomą, okrągłą anteną sektorową) do wczesnego wykrywania dronów (w tym mikrodronów). Przy czym dla zapewnienia dookólnej obserwacji potrzebne są przynajmniej trzy takie anteny. Za ich integrację z systemem ICARX będą odpowiadały Wojskowe Zakłady Uzbrojenia;
- blok zobrazowania i kontroli z wideotrackerem opracowany przez WZU - do śledzenia i identyfikacji;
- system wykrywania dronów za pomocą urządzeń teleinformatycznych nad którymi pracuje w projekcie od około dwóch miesięcy firma Exatel (ma to pozwolić m.in. „na nadśłuchiwanie sieci teleinformatycznych, podszywanie się pod operatora dronów lub przeprowadzenie cyberataku”).

O ile SAND można traktować jako jeszcze niegotowy produkt - pokazujący głównie wielkie możliwości polskiego przemysłu w dziedzinie budowy wielosensorowych zestawów do wykrywania i neutralizacji dronów, o tyle „Lanca Elektromagnetyczna” opracowywana przez Wojskowe Zakłady Elektroniczne i firmę AM Technologies oraz każda nowa wersja systemu antydronowego „Jastrząb” oferowanego przez zielonogórską spółkę Hertz Systems mogą bardzo szybko zostać wprowadzone do produkcji seryjnej (w ciągu kilku - kilkunastu miesięcy).

„Lanca Elektromagnetyczna” z Wojskowych Zakładów Elektronicznych oraz firmy AM Technologies

„Lanca Elektromagnetyczna” to przenośny, plecakowy (ważący około 6 kg), neutralizator bezałogowych aparatów latających, którego system antenowy ważący około 1 kg może być zamontowany na dowolnym uzbrojeniu przenośnym (np. pod lufą karabinka szturmowego na zasadzie

podobnej jak w przypadku granatników), atropie broni lub na pojeździe – jako element mobilnego systemu zwalczania dronów (ICARX).



Plecakowy system antydronowy "Lanca Elektromagnetyczna" opracowywany przez Wojskowe Zakłady Elektroniczne i firmę AM Technologies. Fot. M.Dura

Jest to typowy zestaw zakłóceń elektromagnetycznych w paśmie od 100 MHz do 6 GHz. „Atakowanymi” w ten sposób dronami nie można kierować, przez co bezzałogowce muszą wykonać przymusowe lądowanie lub przerwać misję. System ma obecnie zasięg 100-300 m (z mocą ok. 1 W), ale przygotowywana jest wersja skuteczna na odległości co najmniej 900 m (z mocą docelową 25 W).

#### „Jastrząb” firmy Hertz Systems

Bardziej zaawansowany pod względem gotowości produkt powstał w spółce Hertz Systems z Zielonej Góry. „Jastrząb” jest to już w pełni skonfigurowany system antydronowy, ponieważ w odróżnieniu do Lancy z WZE, do przenośnego zakłóczacza dołożono już opracowany i działający system wczesnego wykrywania i śledzenia – zamontowany na współpracującym pojeździe. Taki moduł obserwacyjny składa się z radaru wczesnego wykrywania i optoelektronicznego systemu śledzenia.

Rozwiązanie to jest cały czas i szybko rozwijane, co było widać na targach MSPO 2017 w Kielcach. Spółka Hertz Systems zaprezentowała tam zupełnie nowe elementy zwiększające skuteczność działania „Jastrzębia”. Te zmiany dotyczyły głównie efektorów, a więc „narzędzi”, którymi można zmusić drony do przerwania misji, a nawet do lądowania. Nie zmienił się natomiast zasadniczo system wykrywania oraz oprogramowanie analizujące. Firma Hertz nadal więc wykorzystuje radar dookólny, który w kącie 360 stopni może wykrywać nadlatujące, niewielkie obiekty powietrzne z odległości od 3000 do 9000 m.

Specjalny system analizy na bieżąco pozwala na śledzenie celów oraz ich identyfikację z możliwością

odróżnienie dronów od ptaków (do odległości 1200 m w przypadku małych aparatów latających). Zestaw detekcji (który w Kielcach był prezentowany jako moduł zamontowany na samochodzie osobowym), składa się dodatkowo z kamer telewizyjnych i termowizyjnych podnoszonych w razie potrzeby nad układem antenowym radaru.



System „Jastrząb” wykorzystuje do wykrywania dronów radar w specjalnej kopule oraz znajdujący się ponad tą kopułą układ kamer. Fot. M.Dura

Cała sytuacja jest nanoszona na mapie, na której można określić strefę chronioną oraz różnymi kolorami zaznacza się wykryty rodzaj obiektów latających (trasy dronów na czerwono, ptaków na zielono). System jest w stanie nie tylko samodzielnie wykryć nadlatujący obiekt powietrzny, ale również informuje o tym operatora sygnałem dźwiękowym i wizualnym i automatycznie naprowadza na cel kamery obrotowe.

Do neutralizacji zagrożenia spółka Hertz Systems wykorzystuje jak na razie tylko zakłócające sygnały elektromagnetyczne. To zakłócanie może przebiegać;

- poprzez „atak” elektroniczny na kanał łączności sterujący dronem i kanał transmisji danych;
- poprzez przerwanie pracy odbiornika GPS wykorzystywanego przez większość dronów do pozycjonowania.

Firma Hertz Systems jest w tym drugim przypadku w o tyle dobrej sytuacji, że może wykorzystać swoje wcześniejsze, niespotykane u nikogo w Polsce doświadczenia przy produkcji wojskowych odbiorników nawigacji satelitarnej GPS. A przecież znając się na wojskowych technologiach przeciwdziałania „spoofingowi” (podszywaniu się pod fałszywym sygnałem z systemu nawigacji satelitarnej) i „jammingowi” (zakłócania sygnału nawigacyjnego) jest o wiele łatwiej znaleźć skuteczny sposób na zablokowanie odbiornika GPS na dronie.



Neutralizator ręczny systemu „Jastrząb”. Fot. M.Dura

Pierwszym gotowym już elementem aktywnego przeciwdziałania dronom jest ręczny neutralizator „Jastrząb”, który podobnie jak „Lanca Elektromagnetyczna” z WZE, wyglądem przypomina karabin. Tak więc i w tym przypadku to operator musi odszukać wzrokiem obcy bezzałogowiec, nakierować na niego system antenowy i wcisnąć przycisk nadajnika zakłóceń. Neutralizator w wersji przenośnej ma zasięg około 1 km i był już prezentowany w działaniu na targach Europoltech 2017 w Gdańsku pod koniec kwietnia 2017 r.

Już wtedy firma Hertz Systems ujawniła, że pracuje nad wersją stacjonarną systemu antydronowego „Jastrząb” i na początku września 2017 r. na targach MSPO udowodniła, że realizuje swoje zapowiedzi. W Kielcach zaprezentowano bowiem po raz pierwszy silniejszy, stacjonarny nadajnik zakłóceń, który został zamontowany na obracanej w azymucie i w elewacji podstawie.

Taki zestaw dobrze nadaje się do ochrony obiektów, a ponieważ może być przenoszony jest bardzo łatwy do czasowego zastosowania (np. podczas ważnych konferencji i spotkań polityków). Dodatkowo w tym przypadku istnieje możliwość zastosowania mocniejszego nadajnika i zewnętrznego zasilania co automatycznie przekłada się na większy zasięg i na dłuższy czas pracy, nieograniczony już przenośnym akumulatorem.





Neutralizator stacjonarny systemu „Jastrząb”. Fot. M.Dura

Rozwiązanie spółki Hertz Systems jest na tyle gotowe do działań, że wersję przenośną „Jastrzębia” wykorzystywała już polska policja do ochrony zlotów żaglowców Tall Ships Races w Szczecinie na początku sierpnia 2017 r. (prawdopodobnie z udanymi przechwyceniami nieznanymi dronów).

Firma już jednak pracuje nad dalszym rozwojem swojego systemu proponując wersję w pełni autonomiczną (samodzielnie wykrywającą i neutralizującą drony) i uruchamiając projekty w których: opracowany zostanie ręczny nadajnik impulsu elektromagnetycznego zdolnego do zniszczenia urządzeń elektronicznych na dronach oraz zostaną opracowane bezzałogowce zdolne do zwalczania innych dronów lub ich wynoszenia z obszaru chronionego.

Cały czas trwają również prace nad poprawieniem oprogramowania (które ma m.in. uwzględnić możliwość pojawienia się roju dronów) oraz systemu obserwacji - np. poprzez dodanie detektorów akustycznych (mają one zmniejszyć ceny zestawów, którą podnosi koszt zakupu i integracji radarów). Sensory mikrofonowe są przy tym badane przez firmę Hertz Systems w posiadanej na wyłączność komorze akustycznej.

Firma Hertz Systems pracuje również nad własnymi radarami dookólnymi i sektorowymi, które mogą być elementem systemu wczesnego ostrzegania „Jastrzębia” jak również są przewidziane do zastosowania w sektorze kosmicznym (w systemach dokowania satelitów i promów).

### **Zagraniczne systemy antydronowe coraz bliżej**

Brak konkretnego zainteresowania Sił Zbrojnych RP polskimi rozwiązaniami systemów anydronowych może spowodować, że w przypadku tzw. „pilnej potrzeby operacyjnej” trzeba będzie kupić konkretny zestaw za granicą, chociaż można by go było zbudować w kraju. Firmy zagraniczne są w tym

przypadku o tyle w przewadze, że otrzymują duże wsparcie ze strony własnych rządów i dzięki temu ich rozwiązania są już w dużej części bardzo zaawansowane a nawet testowane w faktycznych działaniach.

W czasie targów DSEI 2017 w Londynie przedstawiano kilkanaście takich rozwiązań, z których kilka wyróżniało się zupełnie nowatorskim podejściem do zwalczania dronów. Różnice obejmowały głównie na sam sposób przeciwdziałania dronom. Większość z prezentowanych rozwiązań była jednak systemem przystosowanym dla pojedynczego operatora – bardzo przypominając koncepcją działania polską „Lancę” i „Jastrzębia”.

### System antydronowy AUDS

Stacjonarny system AUDS (Anti-UAV Defence System) został opracowany przez konsorcjum składające się z firm: Blighter, CHES Dynamics i Enterprise Control System. Wszystkie elementy wchodzące w jego skład są umieszczone na jednym maszcie. W porównaniu do targów DSEI 2015 zestaw otrzymał już cztery nieruchome radary wczesnego wykrywania (A400 firmy Blighter), które przez odpowiednie rozmieszczenie anten zapewniają obserwację dookólną.



Stacjonarny system AUDS do zwalczania dronów. Fot. M.Dura

Ponad stałym zestawem radiolokacyjnym umieszczony jest obracany w azymucie i elewacji moduł obserwacyjno – zakłócający w skład którego wchodzi system optoelektroniczny do śledzenia i identyfikacji dronów (Hawkeye DS/EO firmy CHES Dynamics) oraz system zakłócający łączność radiową i odbiorniki GPS dronów (firmy Enterprise Control System).

„Swordshark” firmy X-Shield.

Rozwiązaniem podobnym do polskiego „Jastrzębia” był w Londynie ręczny zestaw „Swordshark”

proponowany przez brytyjską firmę X-Shield. Jest to nowa, opatentowana wersja prezentowanego wcześniej zakłóczacza ręcznego XD-1. System „Swordshark” pracuje w czterech pasmach częstotliwości:

- 5720-5850 MHz o mocy 1 W (kanał przekazywania danych WiFi);
- 2400-2500 MHz o mocy 2 W (WiFi/kanał zdalnego sterowania);
- 1570-1610 MHz o mocy 2 W (GPS L1/GLONASS);
- 2400-2500 MHz o mocy 2 W (WiFi /kanał zdalnego sterowania).



Ręczny system antydronowy „Swordshark” brytyjskiej firmy X-Shield. Fot. M.Dura

Ale w sumie zakłócanych może być pięć takich zakresów. Zasięg określa się na ponad 300 m. Przy czym wersja „Swordshark” w porównaniu do XD-1 jest poręczniejsza, ma lepszy akumulator i jest lżejsza (XD-1 ważył około 6 kg).

#### DroneGun firmy DroneShield

Podobnym do „Swordshark” „zakłóczaczem” dronów jest DroneGun firmy DroneShield. Jest to ręczny nadajnik zakłóceń, który zgodnie z informacją przekazywaną przez producenta może mieć zasięg nawet do 2 km. Służy on do zakłócania dwóch pasm częstotliwości (2,38 GHz-2,483 GHz i 5,725 GHz-5,825GHz) z opcją ich rozszerzenia o zakres wykorzystywany przez odbiorniki systemów nawigacji satelitarnej GPS i GLONASS (1450-1650 MHz).



„Zakłócacz” dronów DroneGun firmy DroneShield. Fot. M.Dura

Zestaw składa się z „karabinu” oraz plecaku. Zasilanie zapewnia akumulator litowo-jonowy pozwalający na działanie przez co najmniej 2 godziny. Całość waży około 36,5 kg wliczając w to ciężar skrzyni transportowej.

NightFighter Pro i NightFighter Digital oraz dron SR WO3.

Kolejne „karabiny” antydronowe na DSEI 2017 w Londynie były prezentowane na stanowisku z wyposażeniem brytyjskich wojsk lądowych. Wystawiono tam m.in. rozwiązania firmy SteelRock UAV Solutions: dwa typy ręcznych zakłócaczy dronów: NightFighter Pro i NightFighter Digital oraz dron SR WO3.



Cyfrowy, ręczny zakłócacz dronów NightFighter Digital firmy SteelRock UAV Solutions. Fot. M.Dura

Urządzenia te są już prawdopodobnie wykorzystywane przez brytyjskich żołnierzy, dlatego szczegóły dotyczące parametrów poszczególnych systemów nie zostały ujawnione. Wiadomo jedynie, że NightFighter Pro ma możliwość zakłócania aż pięciu pasm częstotliwości, natomiast NightFighter Digital jest całkowicie cyfrowym neutralizatorem, który do zakłócania systemów pokładowych bezzałogowców stosuje nowatorską technologię „white noise technology”.

O ile w przypadku ręcznych systemów antydronowych NightFighter mamy do czynienia z typowymi urządzeniami o antenach zakładanych na ręczny chwytach wyposażonych w standardową szynę Picatinny, o tyle sam bezzałogowiec SR WO3 jest już rozwiązaniem bardzo rzadko spotykanym. I nie chodzi tu o to, że jest to czteroramienny pionowzlot z ośmioma śmigłami, ale o fakt, że jest on „uzbrojony” w działko wodne do niszczenia improwizowanych ładunków wybuchowych IED.



Bezzałogowiec SR WO3 firmy SteelRock UAV Solutions jest uzbrojony w wodne działo saperskie, które może być wykorzystane nie tylko do niszczenia improwizowanych ładunków wybuchowych IED, ale również innych, znajdujących się w pobliżu dronów. Fot. M.Dura

Oficjalnie ma on wspomagać saperów w niszczeniu z dystansu podejrzanych pakunków, ale z opisu przedstawionego przez Brytyjczyków i zdjęć wynika wyraźnie, że to działo „saperskie” może być również wykorzystywane do zwalczania nieznanymi dronów. Wystarczy tylko zbliżyć SR WO3 do intruza na odpowiednią odległość.

#### Skywall 100 i Skywall 300 firmy Antmicro

Równie odmienny sposób neutralizacji dronów zaproponowała firma Antmicro w ręcznym systemie Skywall 100. W odróżnieniu od innych dronegunów, zestaw ten nie zakłóca bowiem elektromagnetycznie odbiorników na pokładzie bezzałogowców, ale wystrzeliwuje w kierunku dronów specjalną siatkę, która po rozwinięciu oplata się wokół śmigieł, blokując pracę silników.



Granaty z siatką wyrzucane w kierunku dronów przez systemy Skywall 100 i Skywall 300. Fot. M.Dura

Siatka wyrzucana jest w kierunku bezałogowca w granacie miotanym pneumatycznie, który po rozpadnięciu się uruchamia dodatkowo niewielki spadochron (w wersji SP40). Dzięki temu zastopowany mechanicznie dron opada na ziemię wolno nie powodując żadnych szkód na ziemi. Zestaw ten okazał się na tyle skuteczny, że był wykorzystywany do ochrony wizyty prezydenta Stanów Zjednoczonych Baracka Obamy w Berlinie.



Stacjonarny zestaw antydronowy Skywall 300 wyrzuca pneumatycznie granat z siatką na większe odległości niż wersja ręczna Skywall 100 i jednocześnie wykorzystuje większą, optoelektroniczną głowicę śledzącą. Fot. M.Dura

Istnieje również wersja stacjonarna tego systemu - Skywall 300, która ma większy zasięg oraz wykorzystuje bardziej rozbudowaną głowicę optoelektroniczną.

#### Drone Dome-L koncernu Rafael

Izraelski koncern Rafael proponuje jeszcze inny sposób niszczenia dronów w powietrzu. W stacjonarnym systemie przeciwdronowym Drone Dome-L stosuje się bowiem nie tylko „standardowe” zakłócacze elektromagnetyczne ale również działko laserowe. Jak się okazuje promień lasera o odpowiednio dużej mocy może całkowicie spalić obudowę kompozytową dronów oraz ich układy elektroniczne. Izraelczycy skorzystali przy tym z lasera światłowodowego o mocy 50 kW opracowanego w ramach programu antyartyleryjskiego HELWS (High Energy Laser Weapon System).





Stacjonarny system przeciwdronowy Drone Dome-L izraelskiego koncernu Rafael wykorzystuje do neutralizacji dronów m.in. działko laserowe. Fot. M.Dura

System jest w pełni modułowy i dlatego istnieją również wersje mniej rozbudowane – np. Drone Dome, w której stosuje się tylko zakłóczacze radioelektroniczne, ale bez lasera. Zależnie od woli użytkownika zestaw taki może wykorzystywać:

- radar wczesnego wykrywania (o zasięgu do 18 km) RPS-42 w pasmie S, z odpowiednio dobraną do sektora obserwacji ilością nieruchomych anten (pracujących efektywnie w kącie azymutu do 60°);
- szerokopasmowy odbiornik NetSense wykrywający sygnały radiowe w zakresie częstotliwości od 20 MHz do 6 GHz;
- system zakłóceń radioelektronicznych C-Guard RD, który blokuje częstotliwości wykorzystywane przez odbiorniki na pokładzie dronów;
- systemem dowodzenia i kontroli firmy mPrest;
- głowicą optoelektroniczną z kamerami, których rodzaj zależy jedynie od zamawiającego.



Dron zniszczony przez działko laserowe systemu Drone Dome-L. Fot. M.Dura

### Bułgarski system antydronowy OPTIX

Bułgarska firma OPTIX zaprezentowała w Londynie ręczny system antydronowy, który pozornie posiada tylko trzy oddzielne moduły antenowe. Pozwalają one na zakłócenia trzech pasm częstotliwości sygnałem kierunkowym o mocy 15 W do odległości 1,5 km.

Rozwiązanie jest jednak o tyle interesujące, że plecaku noszonym przez operatora w trakcie działań są nie tylko układy elektroniczne i blok zasilania, ale również czwarty nadajnik zakłóceń z anteną niekierunkową. Wysyłany przez tą antenę sygnał tworzy nad operatorem strefę o promieniu około 500 m, w którym zgodnie z opisem - drony nie mogą funkcjonować.



Bułgarski, ręczny i plecakowy zestaw antydronowy OPTIX. Fot. M.Dura

Bułgarzy nie ujawnili ciężaru zestawu informując jedynie, że przy użyciu anteny niekierunkowej system może pracować przez około 3 godziny. Wyjaśniali też, że nadajnik z plecaka z anteną niekierunkową nie jest szkodliwy dla operatora (choć nie wytłumaczyli jak to jest możliwe).

#### Bułgarska bariera antydronowa instytutu IMS

Bułgarski instytut IMS (Institute of Metal Science) zaproponował najbardziej radykalne rozwiązania w odniesieniu do dronów - zaporę minową. W skład tego systemu wchodzi więc duża ilość rozstawionych min 4AHM-100, które standardowo są wykorzystywane przeciwko śmigłowcom. Tym razem Bułgarzy proponują jednak by je wykorzystać do zwalczania nawet niewielkich bezzałogowców.



Podstawowy zestaw min do niszczenia śmigłowców 4AHM-100. Fot. IMS

Zakłada się, że skuteczność takiej zapory może sięgać nawet pułapu 1500 m (w przypadku dużych dronów i 500 m w przypadku niewielkich bezzałogowców). Standardowo w skład najprostszego zestawu wchodzi cztery miny, moduł z sensorami oraz konsola dowodzenia. Dodatkowym elementem zestawu - niespotykanym w wersji antyśmigłowcowej jest nadajnik zakłóceń GPS. Ma on po rozstawieniu zapewnić ochronę wskazanego obszaru do pułapu 2500 m i w promieniu do 2,5 km. Drony mają być przy tym wykrywane detektorami akustycznymi (do pułapu ponad 500 m) i radarem Dooplerowskim do wysokości ponad 150 m.

Według wstępnej oceny specjalistów, wykorzystanie tego rodzaju systemu antydronowego w czasie pokoju będzie bardzo trudne, a na obszarach gęsto zaludnionych praktycznie niemożliwe.



Bułgarska koncepcja wykorzystania zestawów minowych 4AHM-100 do zwalczania dronów. Fot. M.Dura