



# System do obezwładniania elektromagnetycznego BSL

Konferencja

Bezpieczeństwa Eksploatacji BSL

Warszawa, Instytut Lotnictwa, 12.05.2017

## Część I:

Testy poligonowe elementów systemu  
do zwalczania UAV „Drone Guard”  
oraz  
elementów systemu do zwalczania UAV  
zbudowanych przez ITWL



Janusz Błaszczyk - ITWL

Jarosław Sulkowski - ITWL



# Plan części I

1. Zagrożenia
2. Rozwiązanie DroneGuard i koncepcja systemu ITWL
3. Lokalizacja, data i zakres prób
4. Omówienie sposobu testowania
5. Omówienie rezultatów prób
6. Informacja o elementach systemu do zwalczania UAV opracowanych w ITWL.

# ZAGROŻENIA

1

## JEDNOSTKI I BAZY WOJSKOWE

Naruszenie systemu ochrony, prowadzenie rozpoznania systemu ochrony oraz infrastruktury baz i jednostek wojskowych.

Zagrożenie dla baz wojskowych i ruchu lotniczego.

2

## DZIAŁANIA BOJOWE

Prowadzenie rozpoznania sił własnych przez BSP przeciwnika. Naprowadzanie ognia artylerii. Wsparcie operacji specjalnych przeciwnika z wykorzystaniem BSP.

Działania asymetryczne i hybrydowe, naruszenia granicy państwa.

3

## SYSTEMY

Wykorzystanie przez przeciwnika BSP wyposażonych w systemy walki elektronicznej do zakłócania pracy systemów dowodzenia i łączności.



Rosyjski BSL - Takhion-3

## ZAGROŻENIA

### CELE PRZECIWNIKA:

- Siły przeciwnika dysponując BSP będą dążyć do zapewnienia na szczeblu operacyjnym zdolności głębokiego rozpoznania oraz możliwości precyzyjnych uderzeń.
- Siły przeciwnika na szczeblu taktycznym będą dążyć do zapewnienia zdolności własnego systemu rozpoznania do: dozoru obiektów i obszarów zainteresowania operacyjnego, wykrywania, rozpoznania i identyfikowania obiektów, precyzyjnej lokalizacji i śledzenia celów, oceny skutków uderzeń oraz realizacji innych niezbędnych zadań.



Forpost-2 (rosyjski / izraelski taktyczny BSP IAI Searcher Mk. II)

## WNIOSKI Z WYKORZYSTANIA BSP W KONFLIKCIE ROSJA-UKRAINA

### WYKORZYSTANIE BSP SIŁ FEDERACJI ROSYJSKIEJ:

- Powszechna obecność rosyjskich BSP w ciągu dnia. Rosyjskie BSP okazały się trudne do zniszczenia, głównie dzięki małej sygnaturze termicznej i radarowej. Obserwowane były głównie stałe miejsca o wysokim prawdopodobieństwie pojawienia się wojsk (np. drogi czy mosty). Rosjanie unieszkodliwiali domowej produkcji BSP ukraińskie zakłócając sygnał GPS.
- Bardzo wysoki poziom zniszczeń od ognia pośredniego o. Artyleria, głównie raketowa, naprowadzana przez BSP i atakująca w ciągu 10-15 min. od wykrycia celu, odpowiada za 85% strat.

Źródło: The Potomac Foundation

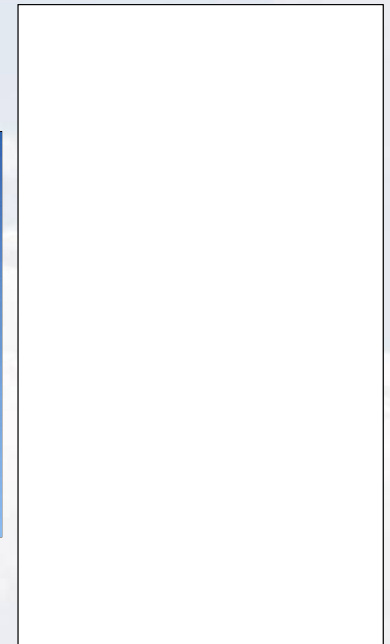


Rosyjski BSL – Orłan-10

## ZAGROŻENIA

### WYKORZYSTANIE POWSZECHNIE DOSTĘPNYCH BSP:

- Istnieje również duże prawdopodobieństwo naruszenia w czasie pokoju stref bezpieczeństwa jednostek i baz wojskowych z wykorzystaniem powszechnie dostępnych platform micro BSP.
- Działania takie mogą być podyktowane zamiarem rozpoznania systemu ochrony jednostki lub bazy wojskowej, aspektami medialnymi (media społecznościowe), lub innymi przesłankami.
- Istnieje możliwość naruszenia granicy państwa (przemyt tytoniu, substancji odurzających, materiałów niebezpiecznych).
- W aspekcie działań terrorystycznych istnieje możliwość wykorzystania BSP jako broni (BSP uzbrojony w ładunek kruszący lub zapalający, itp.).



Powszechnie dostępne platformy micro BSL

## FUNKCJONALNOŚĆ SYSTEMÓW DO ZWALCZANIA UAV

### CZUJNIKI

RADAR  
Czujniki akustyczne  
Analiza widma RF  
Głowica optoelektroniczna

### STEROWANIE

Komputer z oprogramowaniem sterującym  
Elementy C2

### PRZECIWDZIAŁANIE

Jednostka zakłócania sygnału radiowego (Jammer)



# SYSTEM DRONE GUARD ELI -4030

3

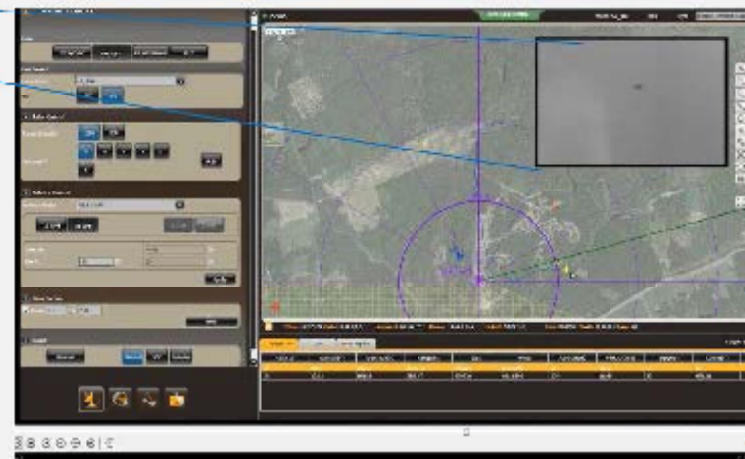
Kierowanie wiązki zakłócania.  
Zakłócanie systemu GPS oraz  
sygnałów łączności radiowej



CS (Control Station)

Obraz z kamery EO/IR  
Obraz sytuacji Radarowej  
ELI-2026D

2



1

Radar 3D  
wykrywanie i śledzenie celu

## RADAR TRÓJWSPÓŁRZĘDNY:

Parametry Radaru	ELM-2026D
Pasma	X
Pokrycie (elewacja)	20° - 60°
Pokrycie (azymut)	360°
Zasięg detekcji dla mikro UAV	3 km
Zasięg detekcji dla samolotu ultralight	6 km
Dokładność (elewacja)	1°
Waga	30 kg
Pobór mocy	150 W



## GŁOWICA OPTOELEKTRONICZNA ESC BAZ:

Głowica EO/IR. Niechłodzony detektor dalekiej podczerwieni. Zoom ciągły (oba kanały). Rozdzielczość IR - 620 x 480.

## JEDNOSTKA ZAKŁÓCANIA SYGNAŁÓW RADIOWYCH (JAMMER ELK-7012D):

Podstawowa konfiguracja jednostki zakłócającej pozwala na zdalne sterowanie ustawień sygnału zakłócającego w zakresie częstotliwości 2,4 GHz z mocą 10W oraz zakłócanie sygnału GPS – 1,575 GHz z mocą do 10 W. W zaawansowanej konfiguracji istnieje możliwość zakłócania sygnałów radiowych w zakresie częstotliwości: 400 MHz do 6 GHz. Istnieje również możliwość zakłócania systemów GNSS (GPS, GLONASS, itp.).

## GŁOWICE OPTOELEKTRONICZNE WH-1 i WH-2 z ITWL

### Zastosowanie głowic rodziny WH

**Obserwacja i śledzenie** obiektów statycznych i dynamicznych w zakresie:

- światła widzialnego
- podczerwieni

**Pomiar odległości**

Możliwość wykorzystania w:

- Załogowych i bezzałogowych statkach powietrznych
- Pojazdach lądowych
- Okrętach
- Masztach obserwacyjnych / dachach budynków





### Parametry głowicy WH-1

#### Kamera światła widzialnego:

- Rozdzielczość: 1920 x 1080
- Ogniskowa: 4.7 –94 mm
- Zoom optyczny: 20x

#### Kamera termowizyjna:

- Rozdzielczość: 640 x 480
- Zakres spektralny: 8-12 um
- FOV: 28x21

Rozmiar piksela: 25 um

#### Dalmierz laserowy:

- Długość fali: 905 nm
- Klasa lasera: 1 (bezpieczny dla oka)
- Czas repetycji: 9Hz

#### Kąt obrotu:

- w poziomie -270°
- w pionie +-15 ° / -90 °

Wymiary zewnętrzne (WxLxH): 298x298x409 mm

Masa całkowita: ok. 15 kg

### Parametry głowicy WH-2

#### Kamera światła widzialnego:

- Technologia: CMOS
- Rozdzielczość: 1920 x 1080
- Ogniskowa: 4.7 –94 mm
- Zoom optyczny: 20x
- Zoom cyfrowy: 12x

#### Kamera termowizyjna:

- Technologia: FPA
- Rozdzielczość: 640 x 480
- Zakres spektralny: 8-14 um
- Rozmiar piksela: 17 um

Zoom ciągły 6,6 x

#### Dalmierz laserowy:

- Długość fali: 1.55 um
- Klasa lasera: 1 (bezpieczny dla oka)
- Czas repetycji: 1Hz
- Zakres pomiarów: 10m –5000m

#### Kąt obrotu:

- w poziomie -360°
- w pionie +-15 ° / -90 °

Wymiary zewnętrzne (WxLxH): 298x298x481 mm

Masa całkowita: ok. 20 kg

## SYSTEMY GENEROWANIA ZAKŁÓCEŃ GNSS z ITWL

### Generator Zakłóceń Szumowych

#### PARAMETRY:

- moc wyjściowa: **200, 100, 50 [mW]**
- liczba kanałów: **5 (L1-L5)**
- nominalne częstotliwości pracy sygnału nośnej:
  - L1 – 1575.42 MHz
  - L2 – 1227.60 MHz
  - L3 – 1381.05 MHz
  - L4 – 1379.91 MHz
  - L5 – 1176.45 MHz
- szerokość pasma sygn. wewn. generatora szumów: **0.1 – 10 MHz**
- maksymalny pobór mocy: **40W**
- 10 trybów pracy dla każdego kanału:
  - modulacja z wewn. analogowego generatora szumów (3 tryby)
  - modulacja z zewn. generatora GPS (3 tryby)
  - modulacja z wewn. cyfrowego generatora szumów (3 tryby)
  - modulacja z wewn. analogowego generatora szumów z cykliczną zmianą mocy wyj.





## System zarządzania polem walki COMARCH

- Integracja urządzeń ELTA oraz ITWL
- Jeden interfejs dla użytkownika
- Zamiana protokołu komunikacyjnego ELTY na protokół używany w Siłach Zbrojnych RP
- Dostosowanie do potrzeb użytkownika
- Większa skuteczność wykrywania, zagłuszania i zarządzania operacyjnego



# PRÓBY



**Lokalizacja, data i zakres prób:**

Poligon WSOSP w **Jagodnem**, 30-31.05.2016 r.

Testowano:

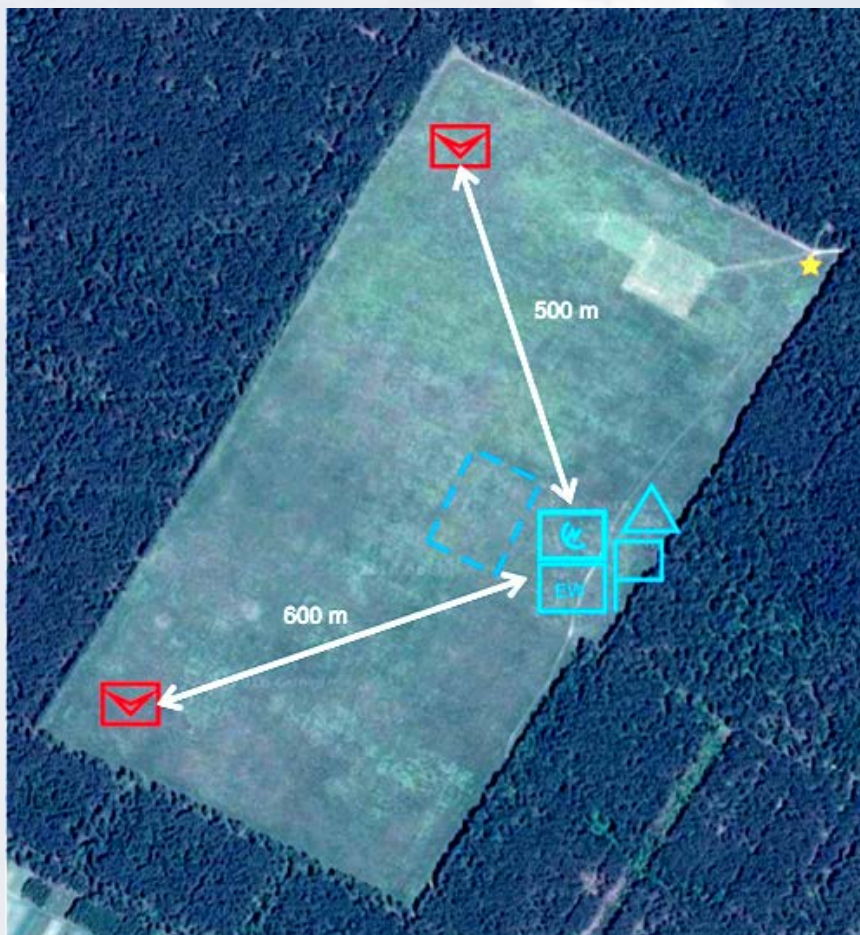
- a) wykorzystanie głowicy WH-1 (ITWL) do śledzenia UAV
- b) zakłócanie GPS zestawem opracowanym w ITWL
- c) wykrywanie i zakłócanie UAV systemem „Drone Guard” firmy ELTA.

## Poligon WSOSP w Jagodnem

**Lądowisko** to prostokątny, płaski obszar o powierzchni ok. 50 ha, porośnięty trawą, pozbawiony przeszkód terenowych, otoczony z czterech stron ścianą lasu. Poza wiatrowskazem, i amboną myśliwską pozbawiony infrastruktury. Krótszy bok lądowiska ma ok 500 m, dłuższy ok. 1000 m.

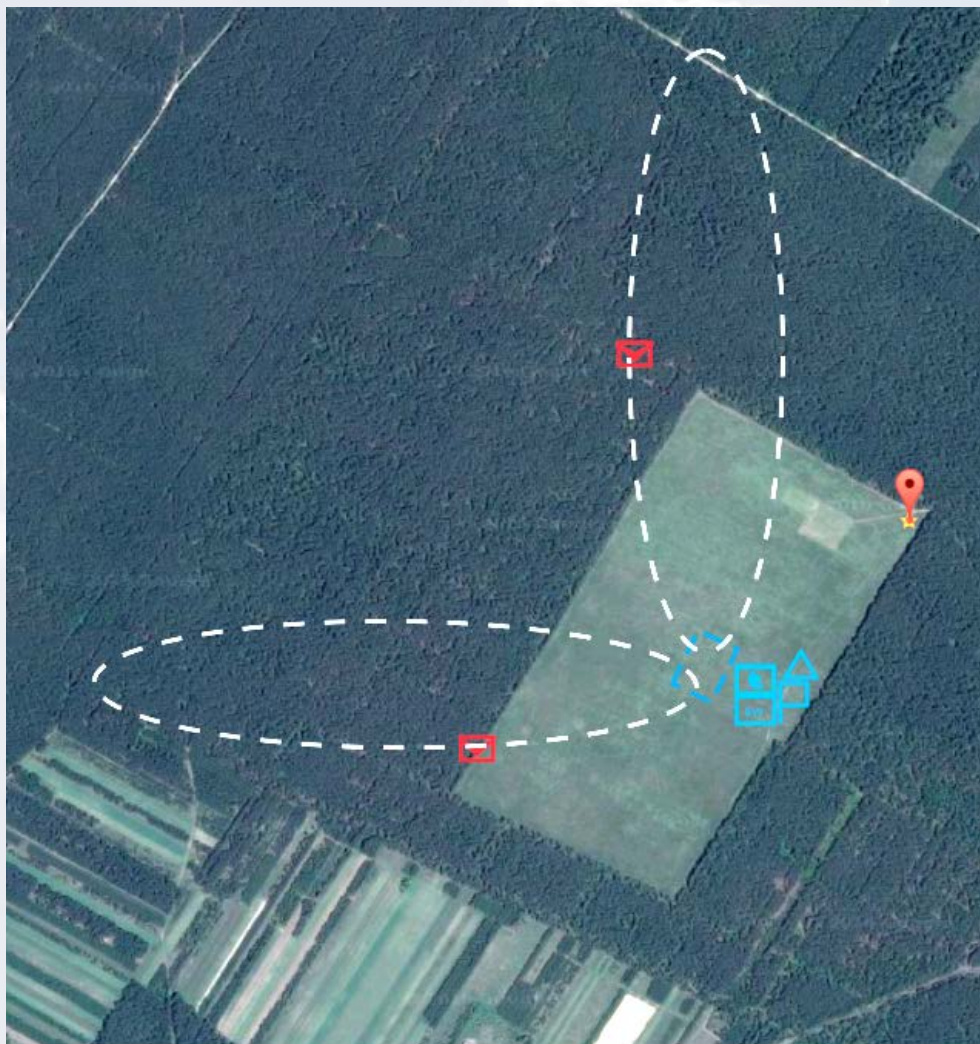


## Rozmieszczenie obiektów i zespołów



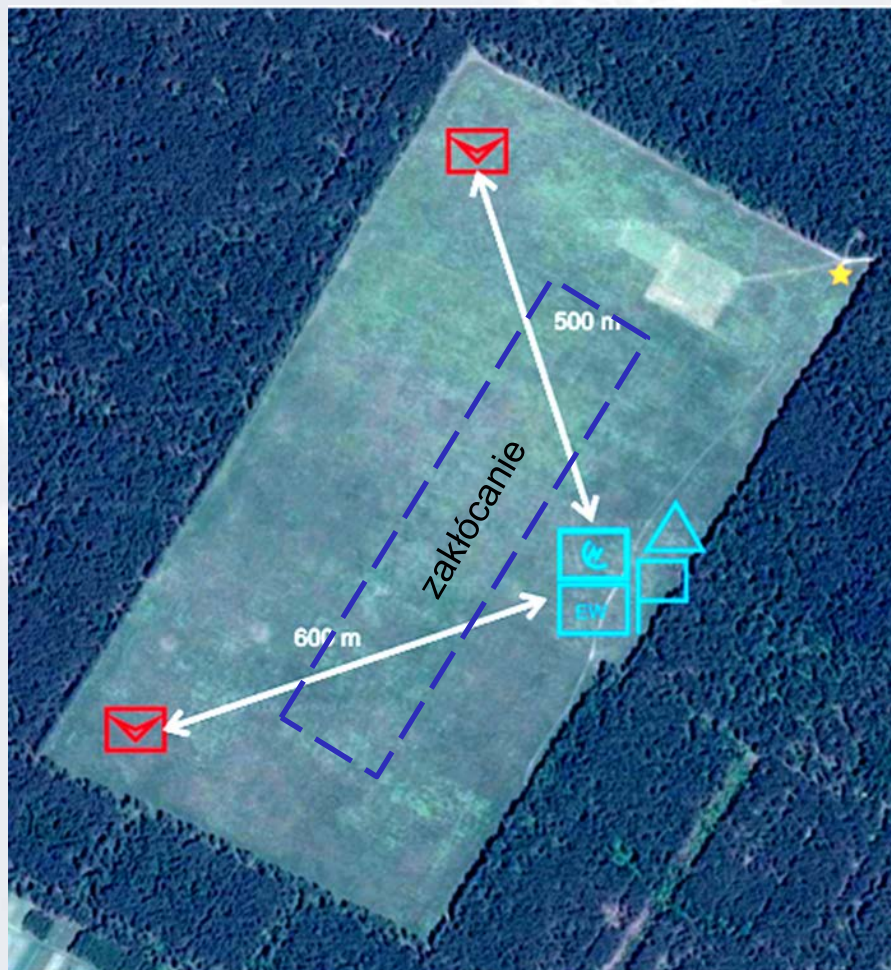
-  UAV
-  RADAR + VIS, IR
-  JAMMER
-  OBSERWATORZY /OBSERVERS
-  STANOWISKO DOWODZENIA /COMMAND POST
-  OBIEKT CHRONIONY /PROTECTED ZONE

## Testowanie możliwości wykrycia i identyfikacji



- Symulacja zagrożenia dwoma obiektami poruszającymi się po dwóch orbitach, zgodnie ze szkicem
- Próby wykrycia i identyfikacji obiektów podczas nalotu na pułapie:
  - 100 m
  - 50 m
  - minimalnym bezpiecznym
- Wykrycie obiektów w odległości min 250 metrów, poruszających się powyżej 1,5 m/s, na każdej wysokości

## Testowanie możliwości neutralizacji



### Zakłócanie w odległości 100-400m

- **ITWL:**
  - Zakłócanie sygnału GPS
  - Zakłócana częstotliwość L1 – 1575.42 MHz
  - Szerokość pasma 10 MHz
- **ELTA:**
  - Zakłócanie sygnału sterowania
  - Zakłócana częstotliwość 2,4 GHz
  - Szerokość pasma 160 MHz

## REZULTATY

- Integracja systemów ELTA – ITWL - COMMARCH 
- ELTA – wykrywanie 
- ELTA - zakłócanie 
- ITWL - zakłócanie 



Próby w Jagodnem



Próby w Jagodnem



Próby w Jagodnem



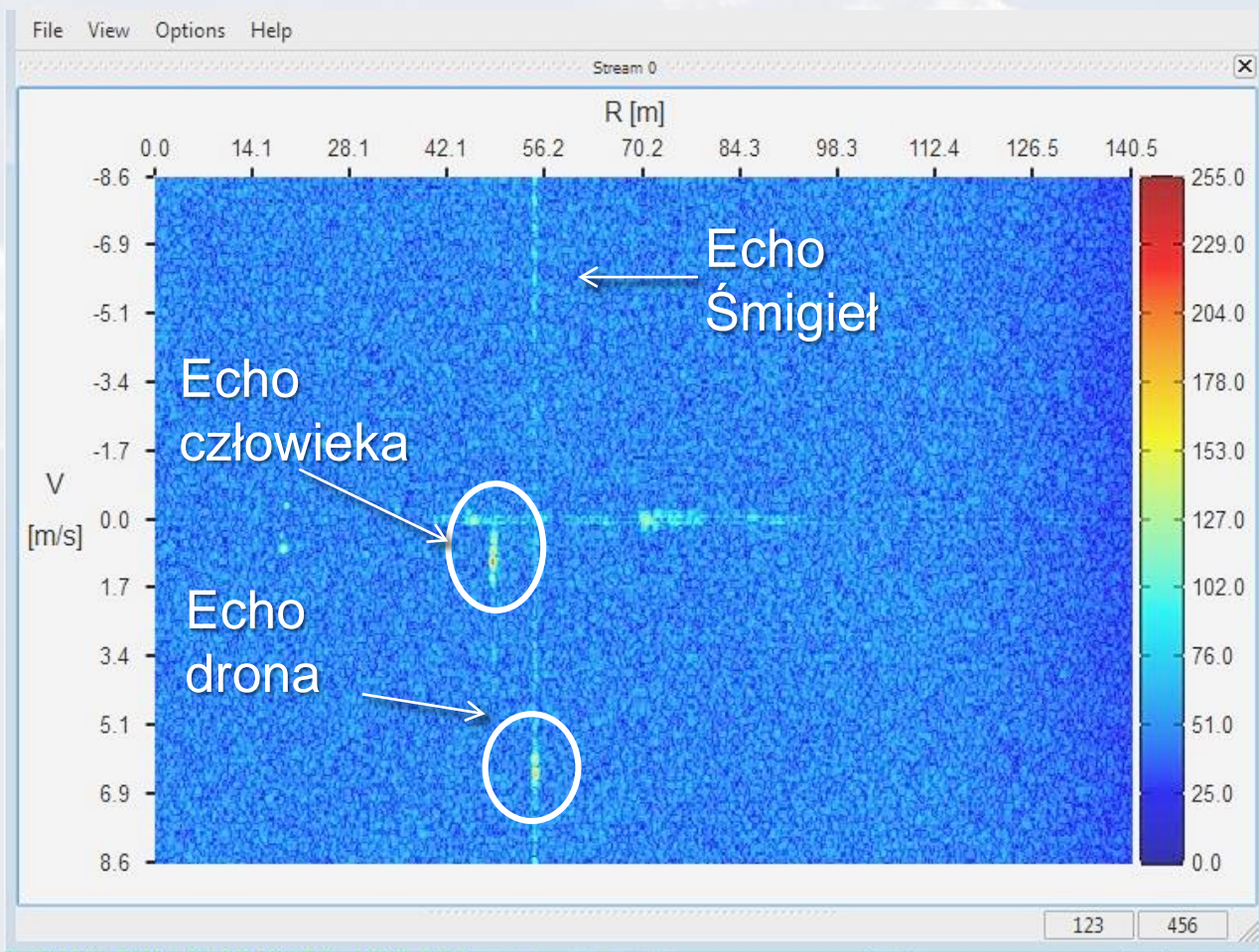
# Informacja o elementach systemu do zwalczania UAV opracowanych w ITWL

## Radary aktywny FMCW pasma Ka DANIEL-35 ITWL



Częstotliwość nośnej	pasmo Ka
Maksymalne pasmo pracy	1GHz
Emitowana moc	2.5 W
Rodzaj modulacji	FMCW
Szerokość wiązki antenowej w elewacji	3.3°
Szerokość wiązki antenowej w azymucie	15°
Moduł DDS	generacja 16 zestawów sygnałów o różnych czasach trwania i pasmach zdefiniowanych
Wysokość	ok. 8 cm
Szerokość	ok. 35 cm
Głębokość	ok. 15 cm
Wymiary anteny (w/sz/gł)	ok. 3,5 / 16,5 / 10 cm
Masa	ok. 6kg

## Detekcja drona w ITWL (Warszawa)



# Bezzałogowy statek powietrzny pionowego startu i lądowania ATRAX

- Nowoczesna konstrukcja wykonana z kompozytów szklano-węglowych
- Może realizować funkcje BSL przechwytyjącego uwzględniając wyposażenie w specjalną siatkę
- ATRAX zapewnia możliwość wykonywania lotów po zaplanowanej trasie, w pełnej autonomii i z głowicą 360° stabilizowaną w trzech osiach z dokładnością do 0,1°, posiadającą kamerę termowizyjną i światła dziennego

## DANE TECHNICZNE:

- rozpiętość między końcówkami śmigieł 190 cm,
- wysokość 65 cm,
- masa startowa 7 ÷ 22 kg (w zależności od konfiguracji wyposażenia),
- udźwig 15 kg,
- promień działania 5 km,
- loty prostoliniowe do 35 km,
- długość lotu 45 ÷ 60 min (w zależności od konfiguracji wyposażenia),
- pułap lotu ~1000 m,
- możliwe uzbrojenie w granaty dymne i hukowe – w wersji wojskowej.





## Część II:

Wybrane zagadnienia wykorzystania energii skierowanej HPM do zwalczania obiektów klasy BSP



Janusz Błaszczyk - ITWL  
Mariusz Łuszczuk, Zbigniew Lewandowski - WITU  
Jacek Rządiewicz, Sławomir Wronka - NCBJ  
Andrzej Lewandowski – ZDZ w Krakowie





## Plan części II

1. Opis technologii
2. Wyniki obliczeń
3. Możliwości zastosowania technologii jako SpW
4. Podsumowanie



## opis technologii

Ogólnie metody wytwarzania sygnałów mikrofalowych wielkiej mocy można podzielić na:

- ✓ wytwarzanie wielkiej mocy bezpośrednio w źródle,
- ✓ wytwarzanie impulsów dużej mocy w źródle a następnie kompresja czasowa wytworzonych impulsów.



## opis technologii

**Soft-kill** - efektem użycia broni elektromagnetycznej jest **nieprawidłowe działanie systemu, czasowe zaprzestanie działania lub zresetowanie sytemu (celu).**

**Hard-kill** - jest efektem broni elektromagnetycznej, który powoduje trwałe uszkodzenia urządzeń elektrycznych docelowego urządzenia lub systemu (celu).

Normy Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO) określają maksymalne natężenie pola elektrycznego dla statków powietrznych (wartości które musi spełnić obiekt latający cywilny aby mógł być dopuszczony do lotów - zabezpieczenie przed radarami, itp.)

Częstotliwość	Poziom pola [V/m]	
	Wartość szczytowa	Wartość średnia
2 GHz – 4 GHz	<b>4500</b>	<b>490</b>

## opis technologii

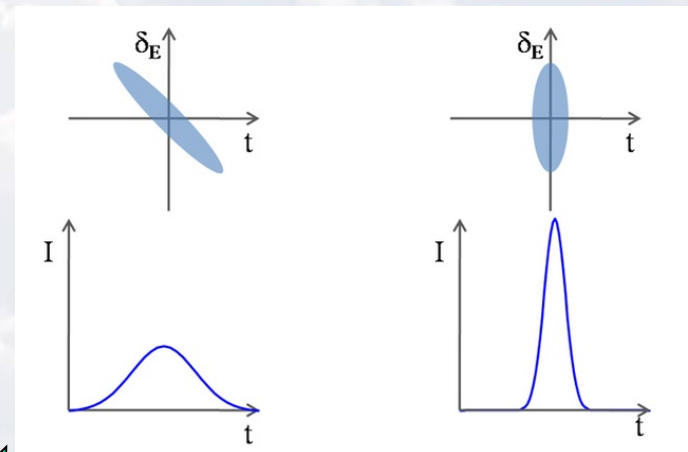
- Wytworzenie „Impulsu podstawowego” z klistronu
- Wysoka częstotliwość (przenikanie „każdą szczeliną”)
- Kompresja impulsu w czasie



**zwiększenie  
amplitudy  
impulsu**

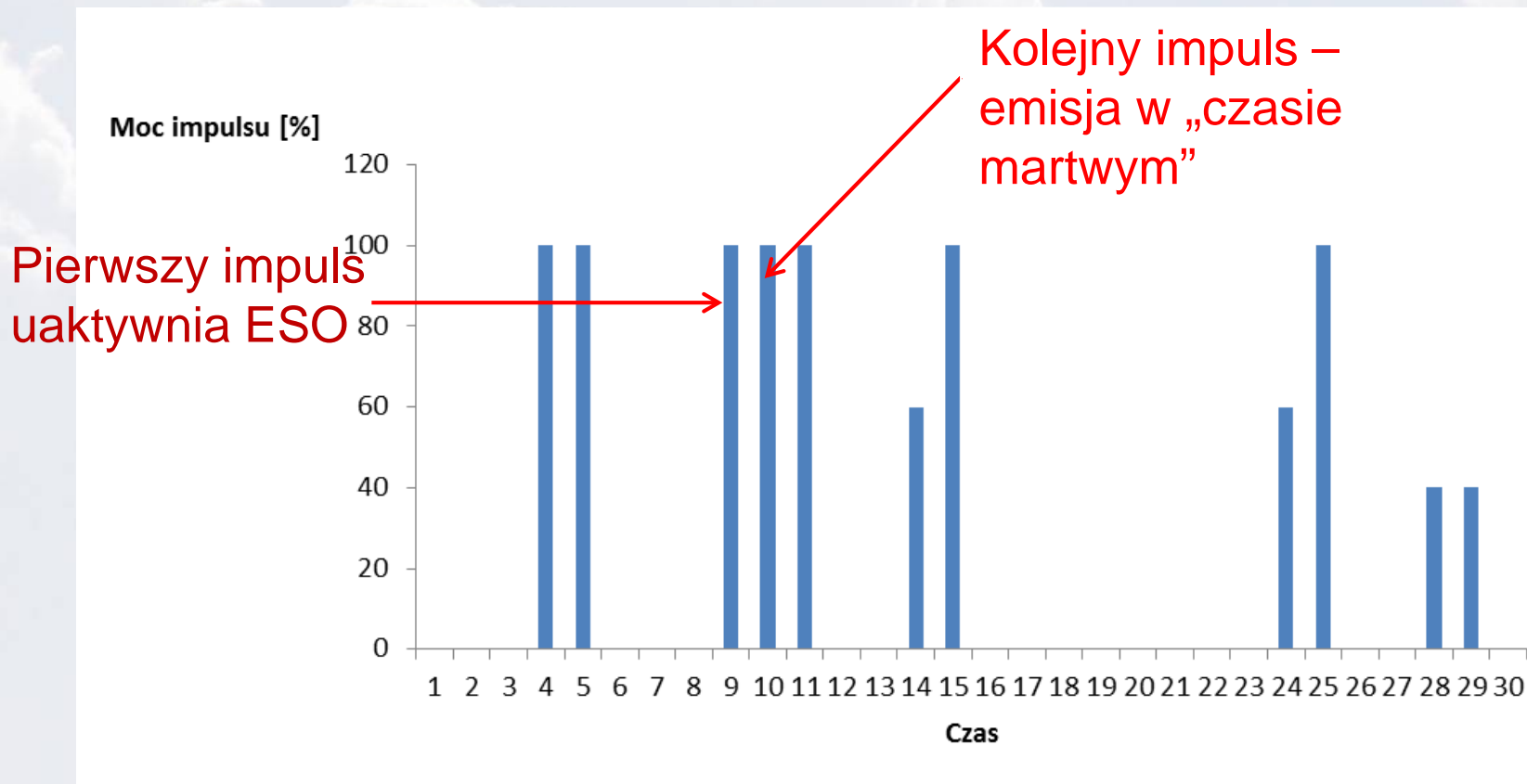


**skrócenie trwania impulsu poniżej  
czasu aktywacji elektronicznych  
środków zabezpieczających i  
filtrujących (ESO)**

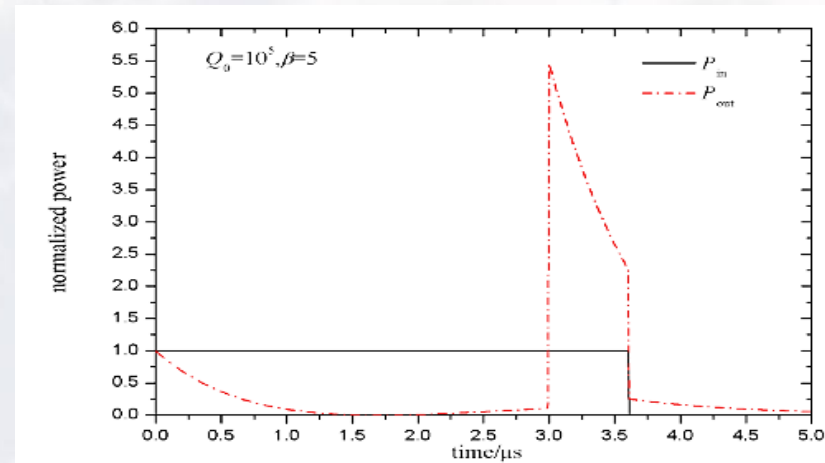
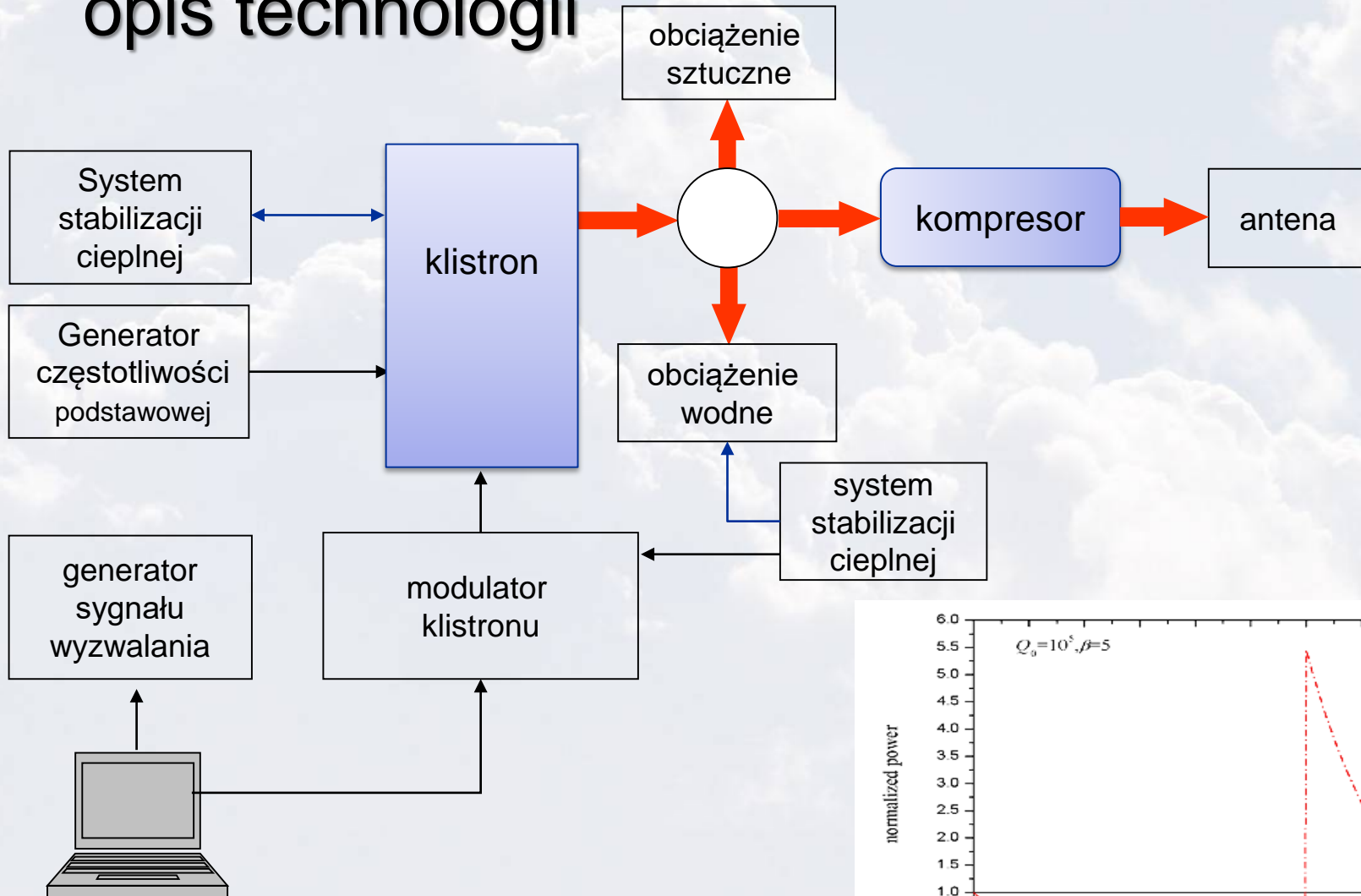


# opis technologii

Skuteczność pomimo aktywnych systemów zabezpieczeń,  
dzięki szybkiej powtarzalności impulsów



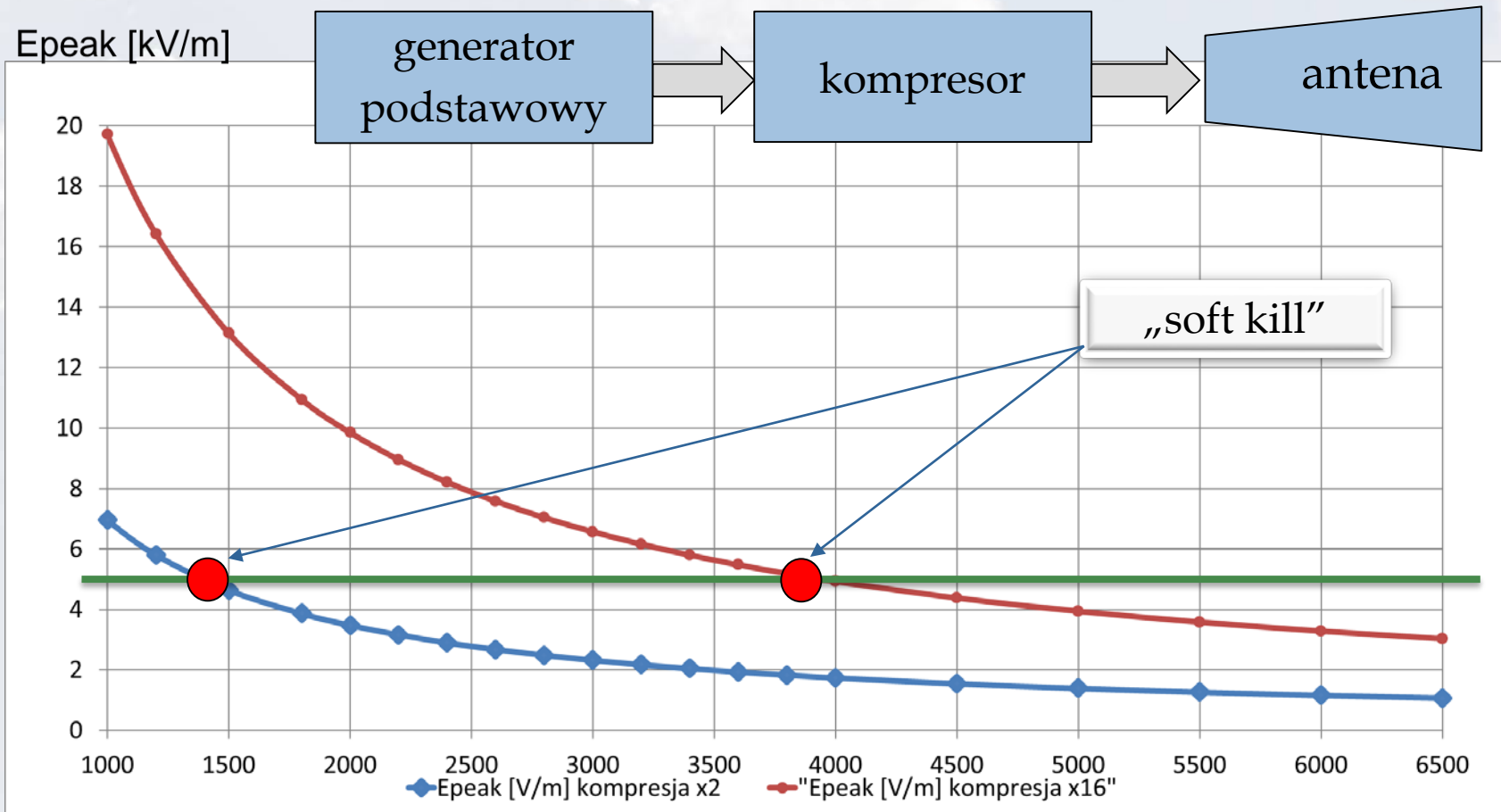
# opis technologii



# opis technologii

Typ: paraboliczna  
offset: 3,8m  
 $G \approx 39$  dBi  
HPBW  $\approx 2^\circ$

$P_{imp} = 100$  MW  $t_i = 1 \mu s$  (x16)  $P_{imp} = 1600$  MW  $t_i \approx 62.5$  ns  
(x2)  $P_{imp} = 200$  MW  $t_i \approx 500$  ns



# wyniki obliczeń

Parametry nadajnika:		
Czas trwania impulsu:	1000	ns
Moc nadajnika:	<b>10</b>	<b>MW</b>
Zysk anteny:	22,8	dBi
Parametry impulsu w odległości		
Wsp. kompresji:	x2	x16
Czas trwania impulsu:	500ns	62.5ns
Zasięg [m]	E [kV/m]	E [kV/m]
10	34,0	96,1
20	17,0	48,0
<b>50</b>	<b>6,8</b>	<b>19,2</b>
100	3,4	6,3
<b>200</b>	<b>1,7</b>	<b>4,8</b>
300	1,1	3,2
400	0,8	2,4
500	0,7	1,9
600	0,6	1,6

Demonstrator VI PGT

Parametry nadajnika:		
Czas trwania impulsu:	1000	ns
Moc nadajnika:	<b>100</b>	<b>MW</b>
Zysk anteny:	39,1	dBi
Parametry impulsu w odległości		
Wsp. kompresji:	x2	x16
Czas trwania impulsu:	500ns	62.5ns
Zasięg [m]	E [kV/m]	E [kV/m]
10	697,0	1971,3
100	69,7	197,1
500	13,9	39,4
1000	7,0	19,7
<b>1500</b>	<b>4,6</b>	<b>13,1</b>
2000	3,5	9,9
3000	2,3	6,6
<b>4000</b>	<b>1,7</b>	<b>4,9</b>
5000	1,4	3,9
6000	1,2	3,3

Demonstrator IX PGT



możliwości zastosowania technologii jako SpW

## Hipoteza badawcza

Istnieje możliwość skutecznego obezwładnienia pojedynczych lub grupowych środków napadu powietrznego typu BSP (rozpoznawczych lub uderzeniowych) za pomocą broni energii skierowanej w paśmie mikrofalowym (HPM).

## Możliwości zastosowania technologii jako SpW

Komponenty BSP  
potencjalnie wrażliwe  
na oddziaływanie  
energii skierowanej

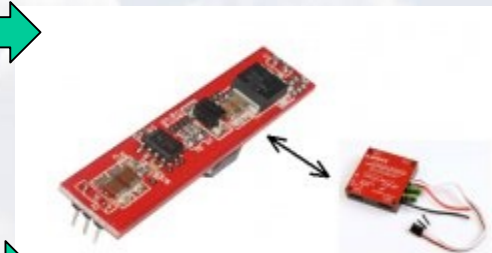
Silniki, wiązki kablowe



Odbiornik radiowy GPS



Elektronika sterowanie



Odbiornik radiowy RF



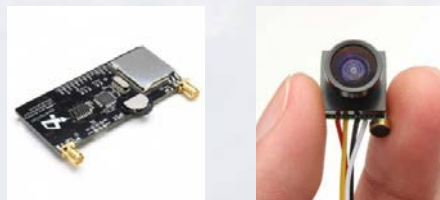
Serwa –  
sterowanie



Żyroskopy

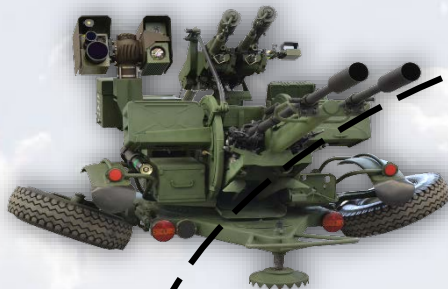


Kamery , sensory



# Możliwości zastosowania technologii jako SpW

Artyleria lufowa



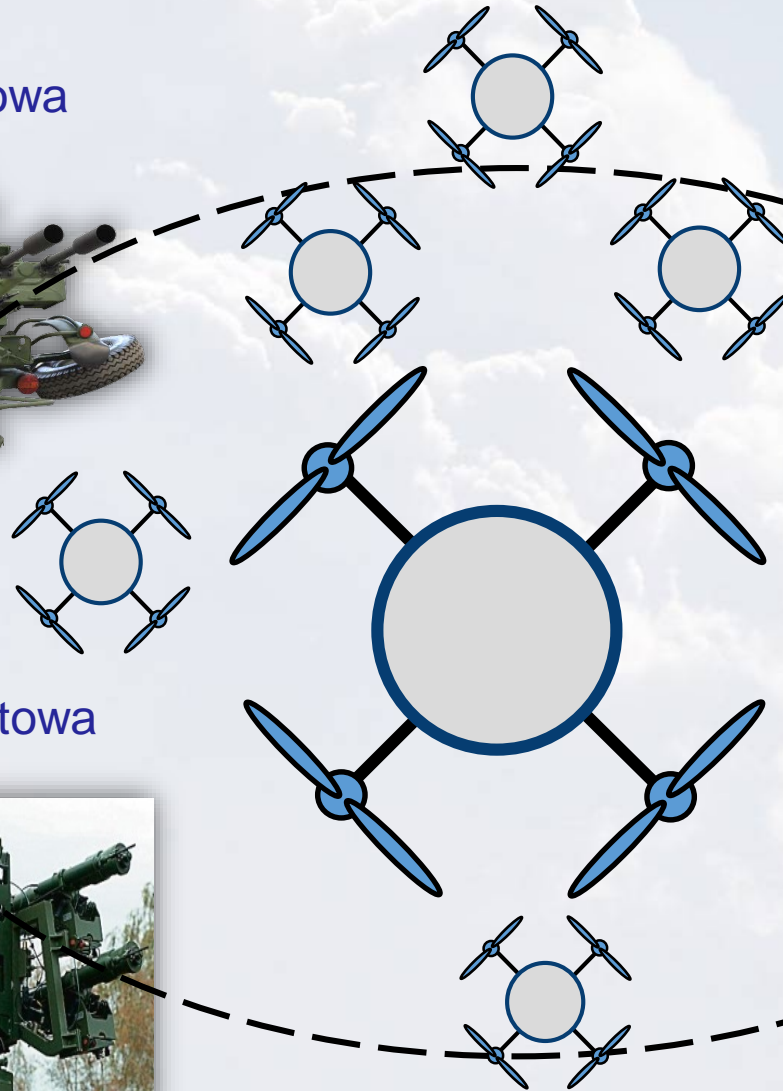
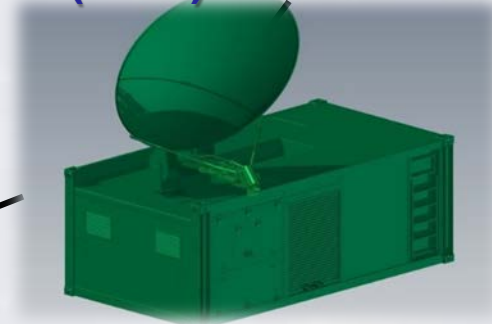
Walka radioelektroniczna



Artyleria raketowa



Broń energii skierowanej (HPM)





## podsumowanie

- ❑ Rozwój Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP) wymusza opracowanie skutecznych sposobów przeciwdziałania (w obszarze detektorów i efektorów);
- ❑ Broń energii skierowanej (HPM i lasery) staje się jednym z kluczowych kierunków rozwoju broni przyszłości;
- ❑ Opracowanie SpW w oparciu o generatory HPM z kompresją energii w warunkach krajowego przemysłu;
- ❑ Wykorzystanie Mikrofalowej Broni Energii Skierowanej do zwalczania obiektów klasy BSP (pojedynczych i grupowych).

**-HOLA DRON PEPITO...**



**-HOLA DRON JOSÉ...**

W prezentacji wykorzystano materiały firmy COMARCH oraz ELTA

Kontakt: Janusz Błaszczyk  
Zakład Integracji Systemów C4ISR  
tel. 261-851-932  
e-mail: [janusz.blaszczyk@itwl.pl](mailto:janusz.blaszczyk@itwl.pl)