

# Elektronický boj

Fabian BAXA

akademický pracovník CBVSS UO

# Elektronický boj

## **Cíl:**

- poskytnout základní informace o elektronickém boji a jeho roli v AČR

## **Osnova:**

- Úvod – místo EB v ozbrojeném boji
- Terminologie a definice
- EB - současnost a trendy
- EB v AČR
- Závěr

# Válka jako fenomén společnosti

Důvod války

prosadit své zájmy

(jinak než politicky)

Základní cíl války:

porazit OS protivníka

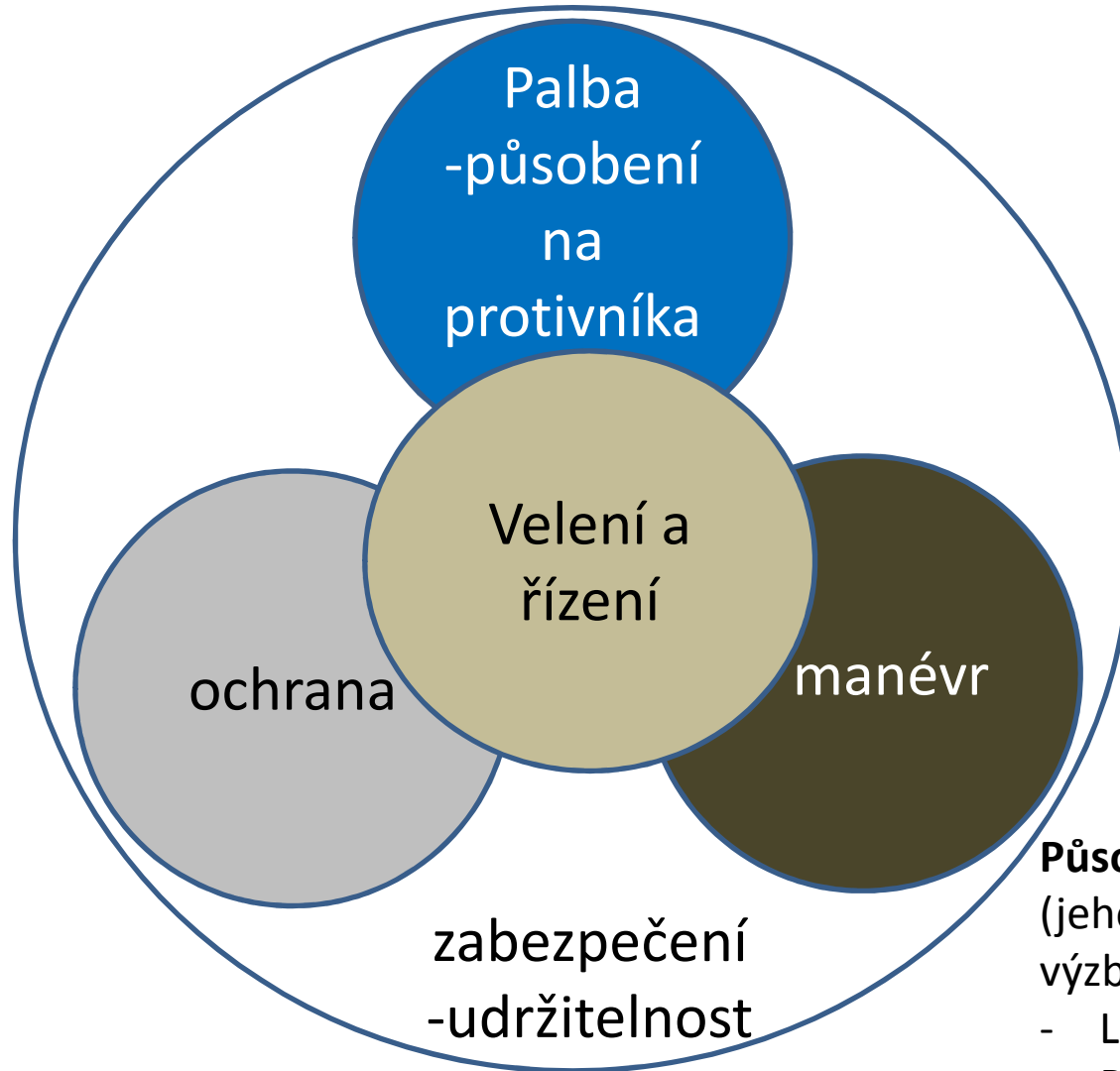
K tomu je nezbytné:

zachovat své schopnosti

„Cílem války není padnout za vlast, ale přimět ty pankharty na druhé straně,  
aby padli za tu svou.“  
Generál George S. Patton

# Elektronický boj jako součást ozbrojeného boje

# Základní funkce boje obecně



**Působení na protivníka**

versus

**ochrana proti působení**  
(protivníka, prostředí,  
vlastních sil)

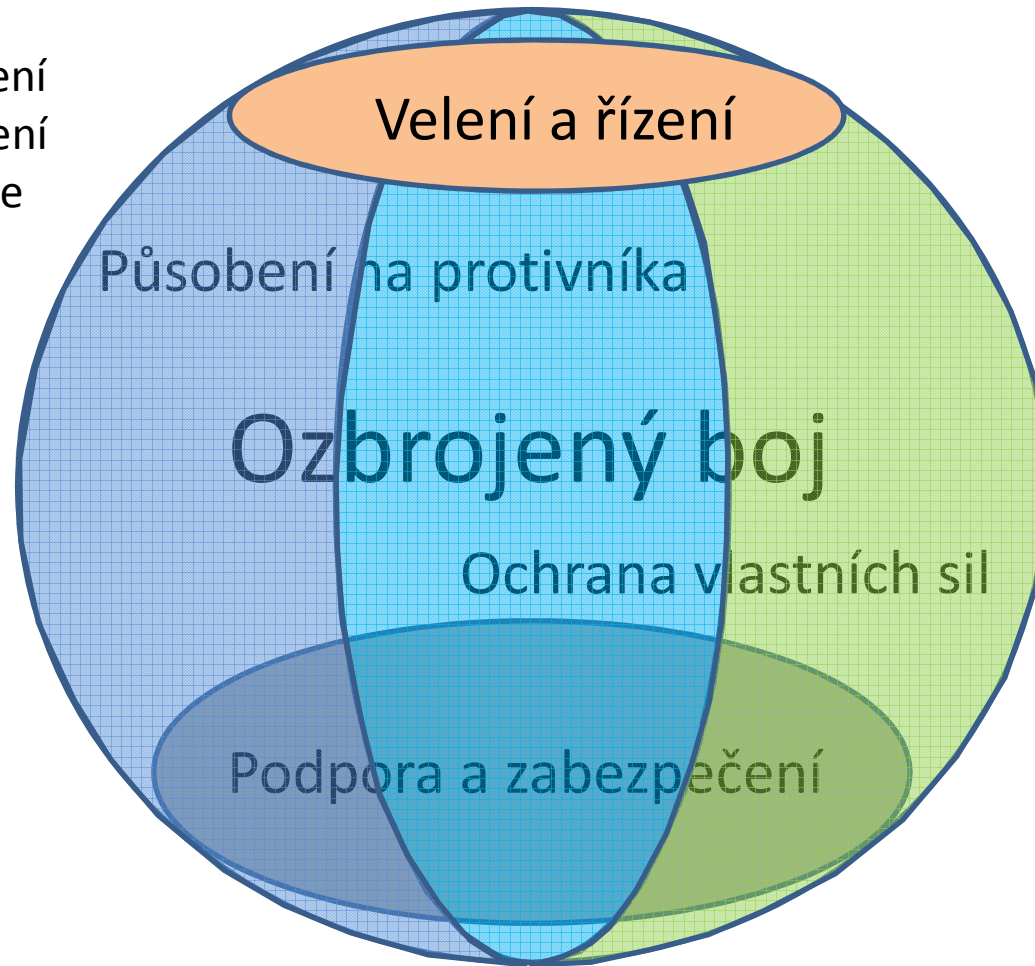
**Působení na protivníka**

(jeho živou sílu a věcné prostředky -  
výzbroj, techniku, materiál, infrastrukturu)

- Letální a neletální
- Různými druhy energie  
(kinetická, tepelná, světelná, EM, mentální)

# Poslání ozbrojeného boje

Cíl působení  
Objekty působení  
Metody působení  
Působící energie



Cíl ochrany  
Objekty ochrany  
Metody ochrany

# Cíl elektronického boje

- Ztížit protivníkovi efektivní využívání jeho elektronických systémů a prostředků (EA)
- a
- zabezpečit spolehlivou činnost obdobných systémů vlastních vojsk (EP)
- při provádění podpory (ES) ve prospěch obou předešlých skupin činností,
- a pro podporu činností jiných složek (INTEL, ochrana...)

# Složky elektronického boje

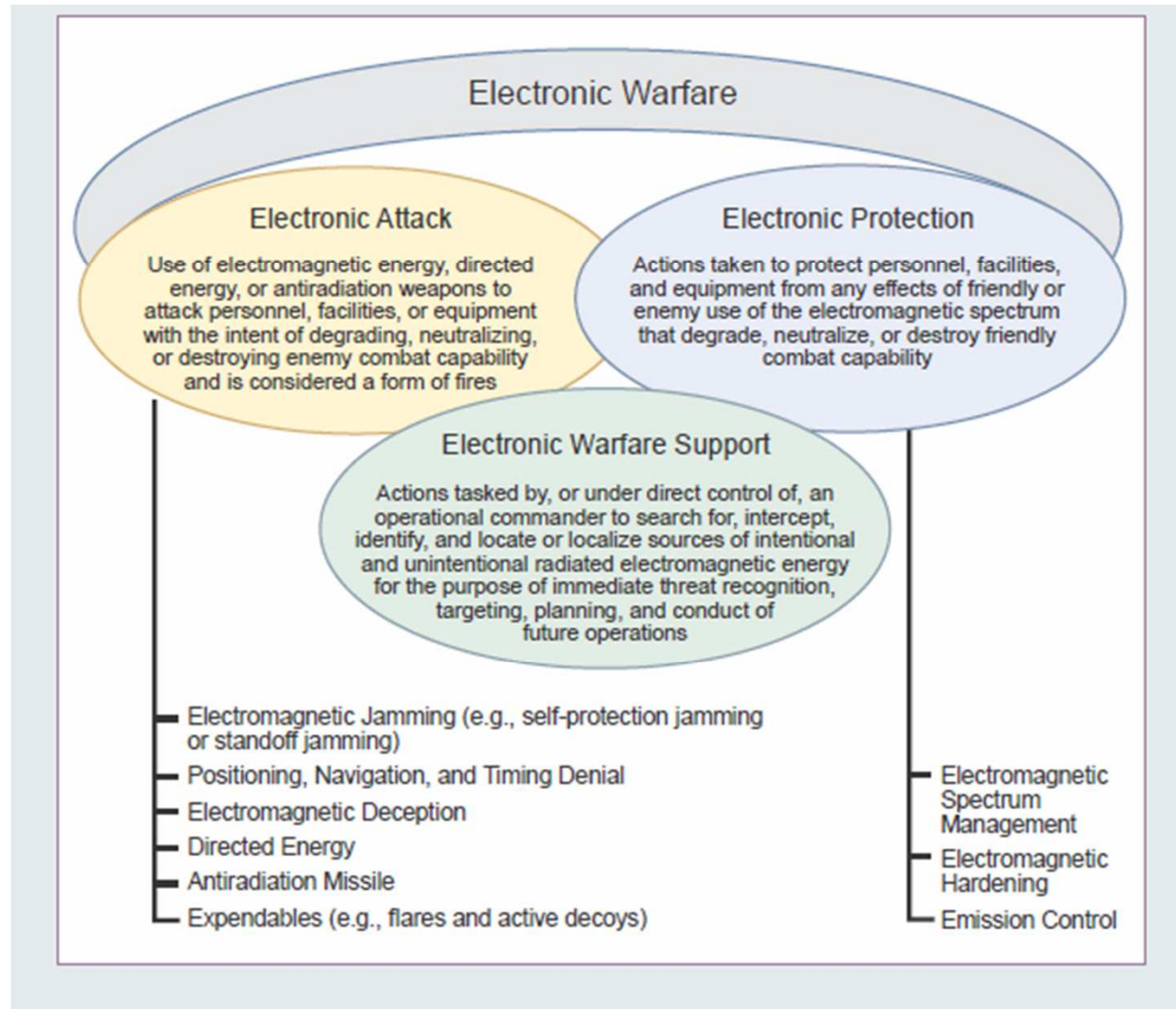


Figure I-3. Overview of Electronic Warfare



# Působení na protivníka - teorie

## Letální

- s využitím energie
  - Kinetické – destrukce
  - Tepelné – spálení
  - Elektromagnetické – spálení, rekonfigurace materiálu
  - Světelné – spálení, oslepení
  - Radiologické – radiace, zamoření
  - Pronikavou radiací – atomární, atomární, molekulární rekonfigurace
  - Akustické – infrazvuk, ultrazvuk
- s využitím látek, mikroorganismů
  - Chemických, biologických

## Neletální

- s využitím energie
  - Tepelné - pálení
  - Elektromagnetické - pálení
  - Akustické – dočasné ohlušení, mentální rozvrat
  - Světelné - dočasné oslepení
  - Mentální (PsyOps)
- s využitím látek
  - Chemických – dráždivé, psychotropní

# Aplikace na elektronický boj

## různá pojetí a rozsah EB

**Elektronické** působení na **elektronické** prostředky protivníka

nebo

**Elektronické** působení na protivníka

nebo

Působení na **elektronické** prostředky protivníka

versus

**Elektronická** ochrana proti **elektronickému** působení

nebo

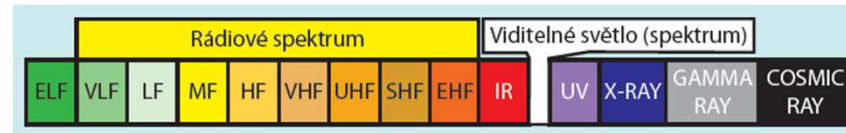
**Elektronická** ochrana proti působení

nebo

Ochrana proti **elektronickému** působení

(protivníka, prostředí, vlastních sil)

# Elektromagnetické spektrum



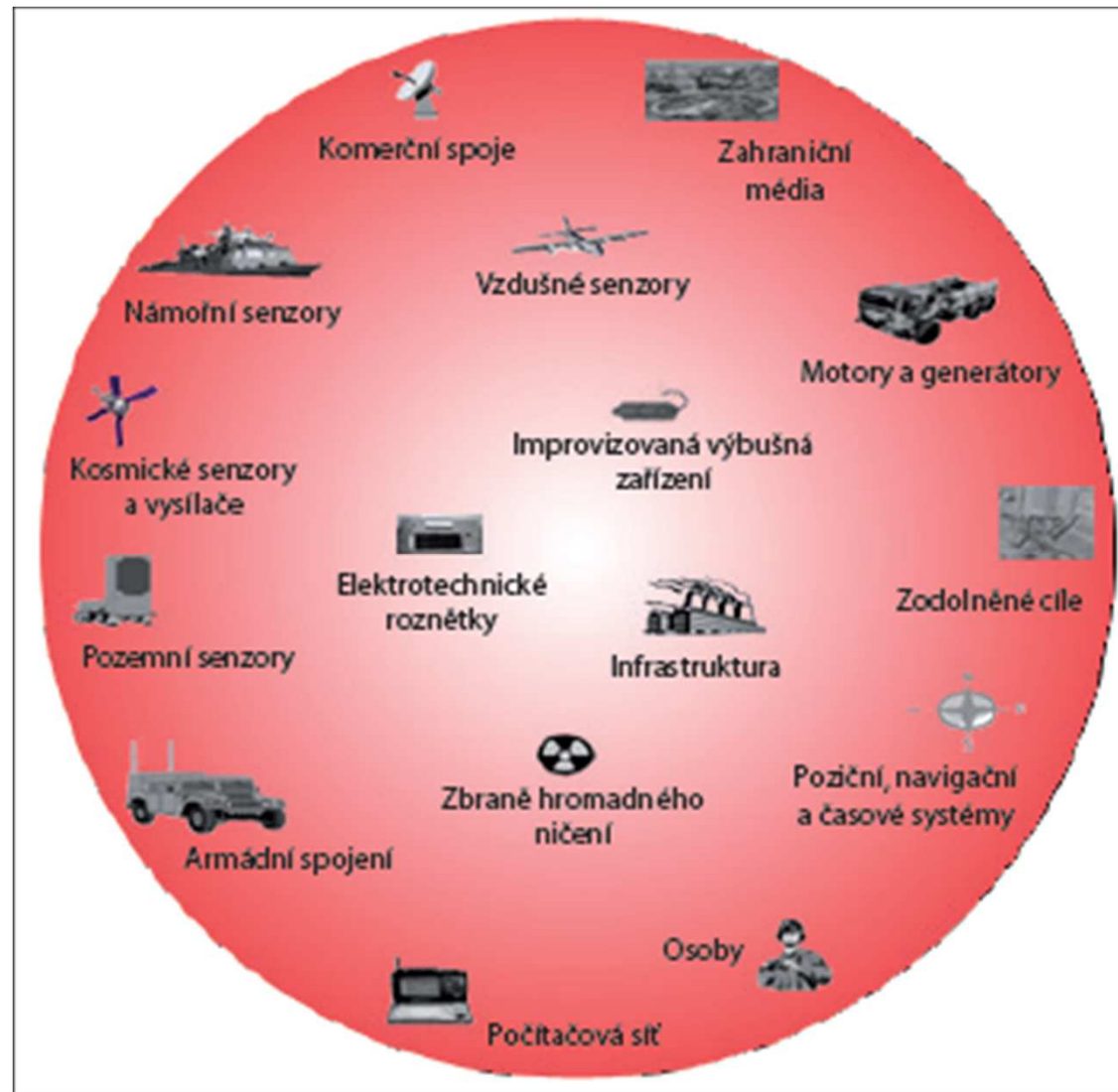
Legenda:

Název pásma	Zkratka	Frekvence/Vlnová délka
<b>Extremely low frequency</b> Extrémně nízká frekvence (Extrémně dlouhé vlny)	ELF	3–3000 Hz 100 000–100 km
<b>Very low frequency</b> Velmi nízká frekvence (Velmi dlouhé vlny)	VLF	3–30 kHz 100–10 km
<b>Low frequency</b> Nízká frekvence (Dlouhé vlny)	LF	30–300 kHz 10–1 km
<b>Medium frequency</b> Střední frekvence (Střední vlny)	MF	300–3 000 kHz 1 000–100 m
<b>High frequency</b> Vysoká frekvence (Krátké vlny)	HF	3–30 MHz 100–10 m
<b>Very high frequency</b> Velmi vysoká frekvence (Velmi krátké vlny)	VHF	30–300 MHz 10–1 m
<b>Ultrahigh frequency</b> Ultra vysoká frekvence (Ultra krátké vlny)	UHF	300–3 000 MHz 1 000–100 mm
<b>Super high frequency</b> Super vysoká frekvence (Super krátké vlny)	SHF	3–30 GHz 100–10 mm
<b>Extremely high frequency</b> Extrémně vysoká frekvence (Extrémně krátké vlny)	EHF	30–300 GHz 10–1 mm
<b>Infrared</b> Infračervené záření	IR	300 GHz–400 THz 1 mm–400 nm
<b>Ultraviolet</b> Ultrafialové záření	UF	$10^{15}$ – $10^{17}$ Hz 400–10 nm
<b>X-RAY</b> Rentgenové záření		$10^{17}$ – $10^{20}$ Hz 10–0,1 nm

**kHz** – kilohertz, **MHz** – megahertz, **GHz** – gigahertz, **THz** – terahertz

*Rozdělení elektromagnetického spektra*

# Objekty elektronického boje



# Operace v EM spektru a EB

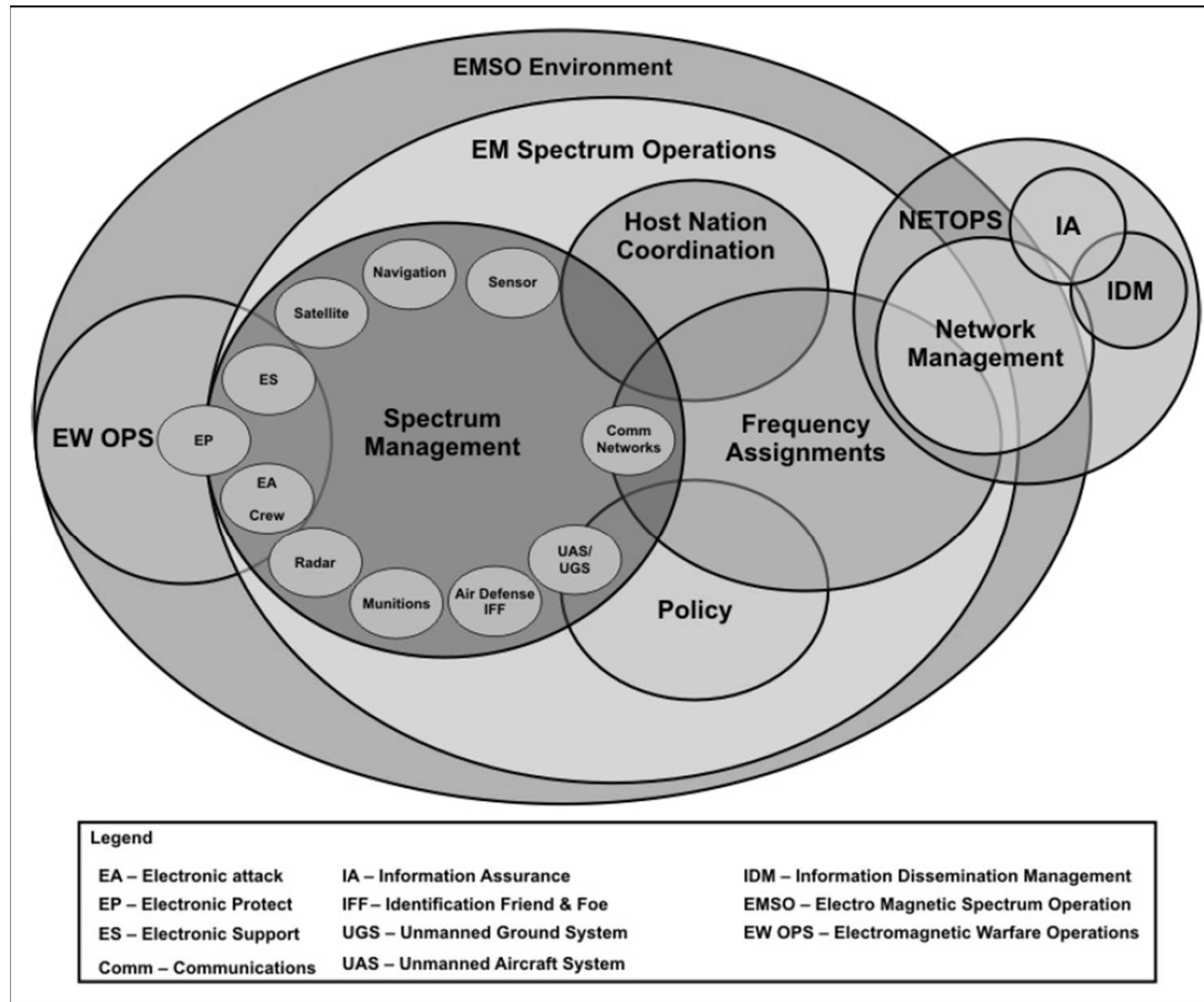


Figure 1-1. Electromagnetic spectrum operations

# Elektronické prostředky a EB historicky

## Elektronické prostředky

- Morse – telegraf
- Telefon
- Záznam zvuku
- Radiové spojení
- Roentgen
- Rozhlas
- Televize
- Navigace
- Počítače
- Internet - síť
- ...???

## Elektronický boj

- Odposlech (RPz) a klamání
- Odposlech, aktivní rušení a klamání
- RPz, RtPz, aktivní i pasivní rušení a klamání
- EPz, působení včetně ničení, ochrana včetně kontroly

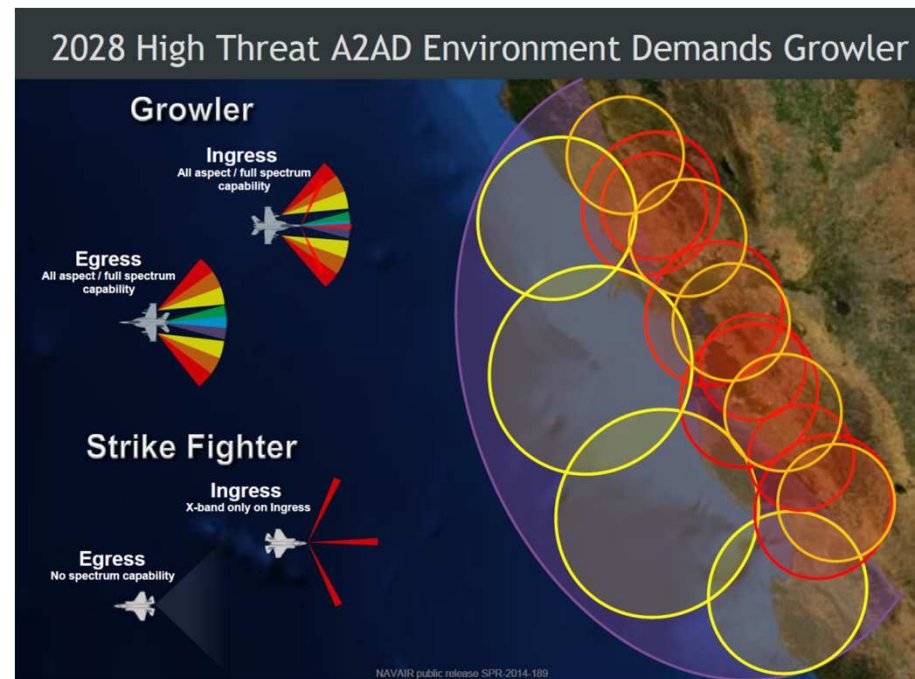
# Taktické prostředky EB současnosti

## EW Assets



# Budoucnost EB

- Závisí na stupni a způsobech využívání elektroniky
- Systémy EB – EA, EP, ES
  - Automatizované
  - Automatické
  - Dálkově ovládané
  - Bezobslužné
  - Generátory EMP,
  - EM palné zbraně – převod EM energie na kinetickou

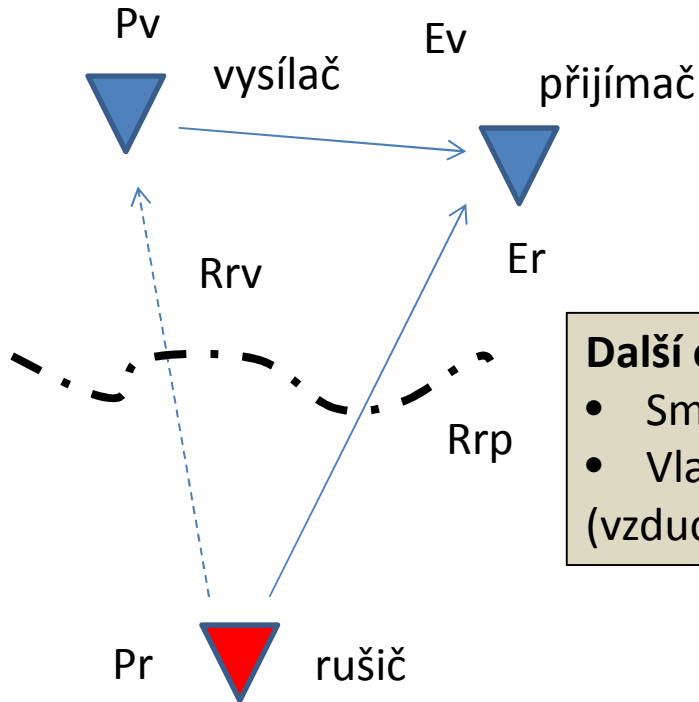




# Elektronický útok

# Fyzikální podstata elektronického působení

## Rádiová komunikace



**Další ovlivňující faktory:**

- Směřovost antén
- Vlastnosti prostředí (vzduchu, povrchu terénu)

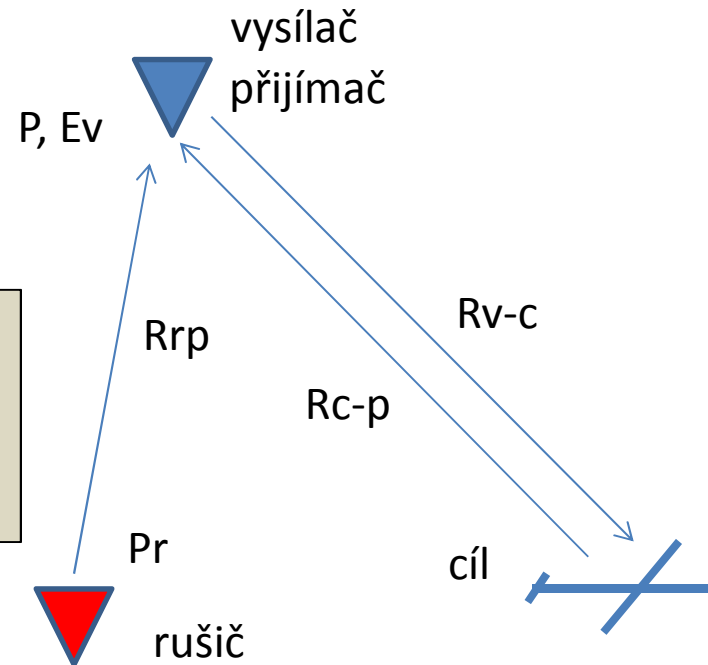
$$E = k \cdot P / R^2$$

$$\text{Koeficient zarušení} = E_r / E_v = P_r / P_v \cdot R_{rv}^2 / R_{rp}^2$$

Fonie: A3, F3 cca 1-3, SSB 10-25

Data: 0,8 až 3

## Radiolokační průzkum



$$E = k \cdot P / R^2$$

$$\text{Koeficient zarušení} = E_r / E_v = P_r / P_v \cdot R_{rp}^2 / R_{v-c}^4$$

# Doba reakce na cíle pro průzkum a působení

## **Pozemní cíle**

- Statické
- Mobilní
- Převozné
- Možná doba reakce – řádově minuty až hodiny

## **Vzdušné cíle**

- Pohyblivé
- Možná doba reakce – řádově desítky vteřin až minuty

## **Elektronické cíle**

- Radiové
- Radiotechnické
- Možná doba reakce – řádově mikrosekundy až vteřiny

# EM působení

## Generátory EM energie

- Rušící signály neúmyslné
  - Umělé
    - Běžné spotřebiče
    - Vysílače ve spektru
  - Přirozené
    - Blesky
    - Pulzary
  - Úmyslné
    - Rušiče
- Blokující až ničící
  - Jaderné exploze
  - Generátory EM pulzů

## Působení EM energií

- Klamání  $\rightarrow E_r \sim E_u$
- Rušení  $\rightarrow E_r > E_u; 10x$
- Zahlcení  $\rightarrow E_r >> E_u; 10^2x$
- Zablokování  $\rightarrow E_r >> E_u; 10^{3-4}x$
- Zničení  $\rightarrow E_r >> E_u; 10^{5-6}x$

### Manévr v EA

- Postavením rušiče 5+5+5 minut
- Rušením – přenášení úsilí
  - Vyšší účinnost
  - Zvýšení vlastní ochrany

# Prostředky EB a jejich účinky

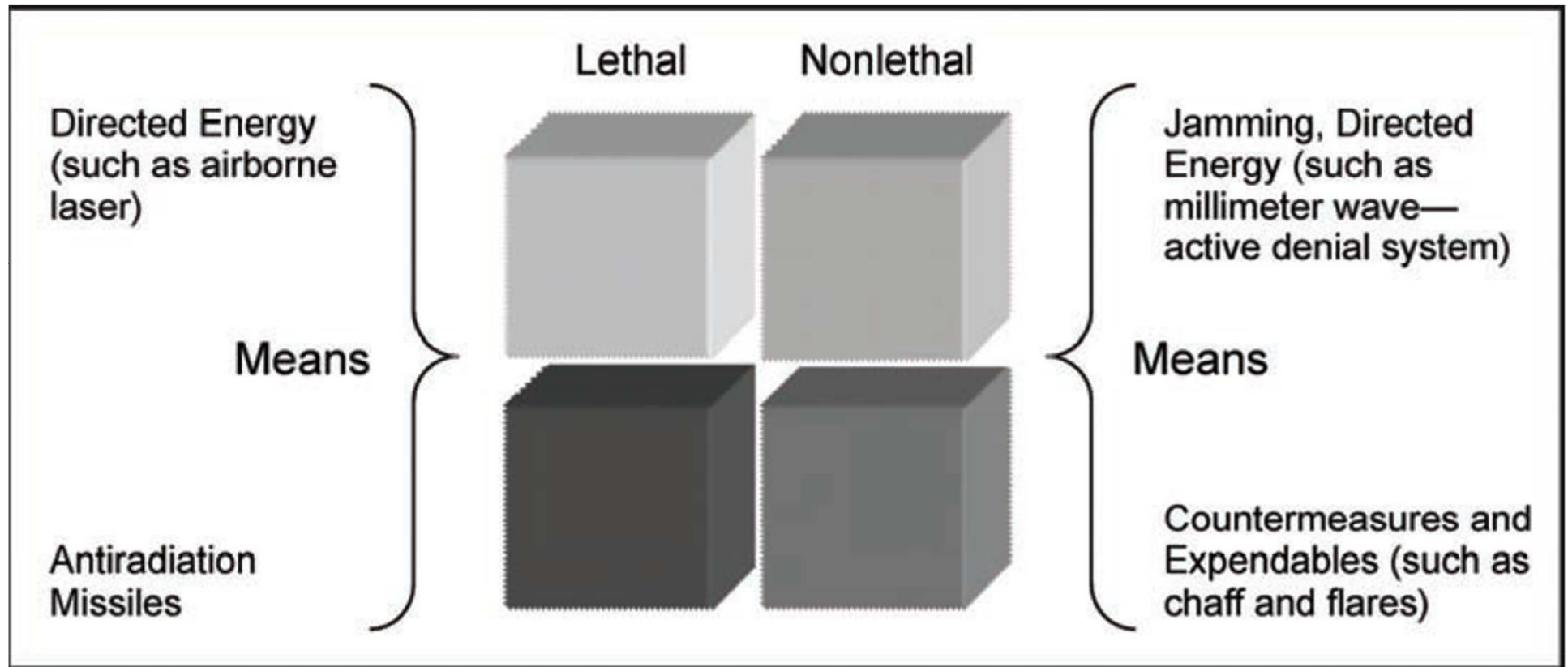


Figure 1-4. Means versus effects

# Objekty EA (užší pojetí)

- Všechna elektronická zařízení pracující na bezdrátovém příjmu EM energie, vč. IČ, UF, viditelného světla, laseru
  - Zařízení sdělovací techniky vč. TV, rádia atd.
  - Radionavigace
  - Radiolokátory, rl výškoměry
  - Prostředky rpz, rtpz, epz (COMINT, SIGINT, ELINT)
- Obecně všechna zařízení pracující s EM energií umožňující naindukovat EM signál/energii
  - včetně energetických rozvodů

# Objekty EA (širší pojetí)

## Navíc

- Objekty a organizmy citlivé na EM energii, včetně osob a zvířat
  - mikrovlnné zbraně s účinky
    - Pocity pálení
    - Dočasné, trvalé oslepení
    - Destrukce materiálu

# Příklad elektronického vybavení pozemních sil

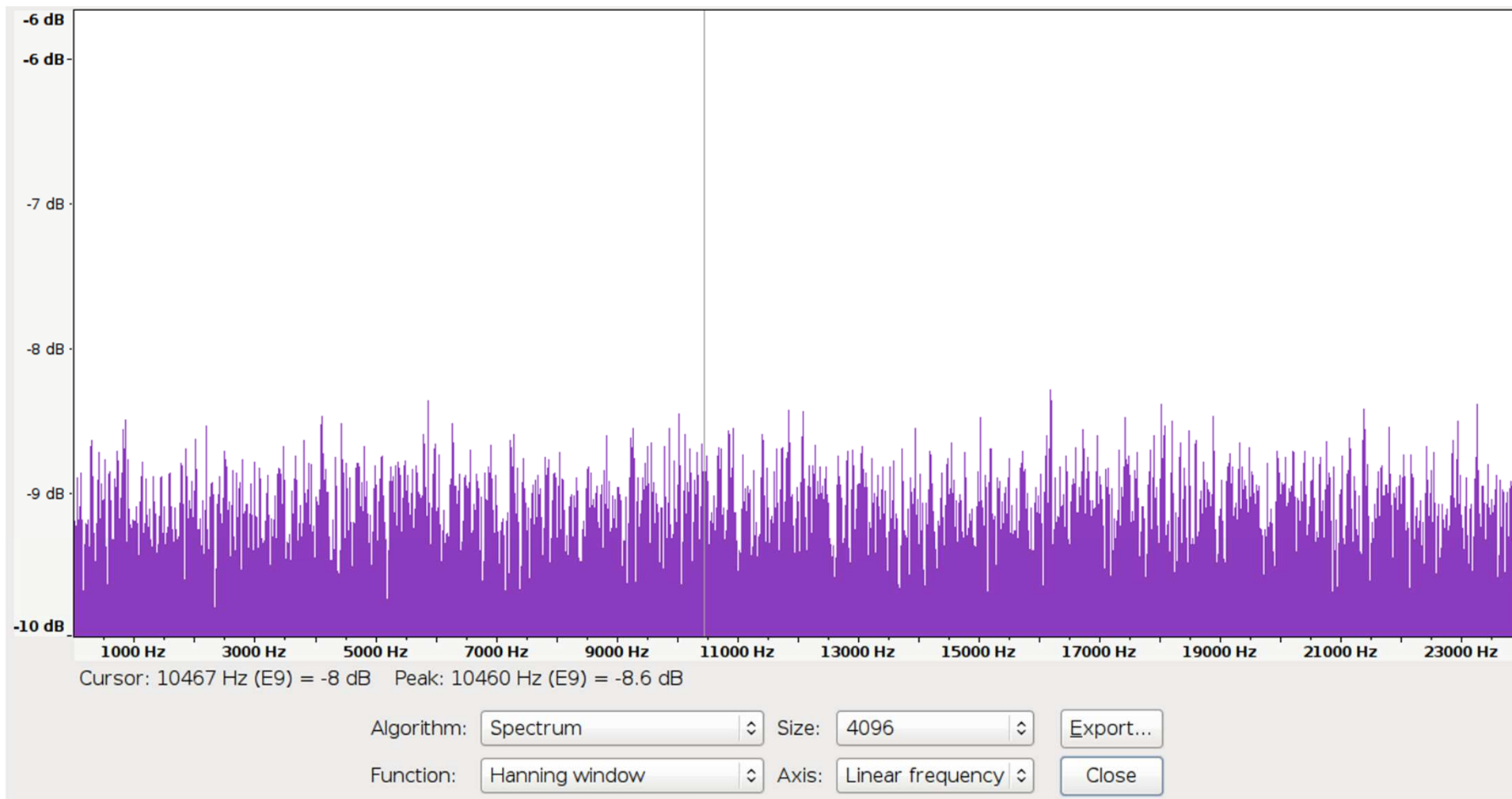
- Všechny elektronické systémy - v užším pojetí
  - bezdrátové spojení
  - pozemní rlpz, rpz, průzkumná čidla
  - Navigace, navedení zbraní
- V širším pojetí
  - Informační systémy
  - Výpočetní technika
  - Polní metalické rozvody



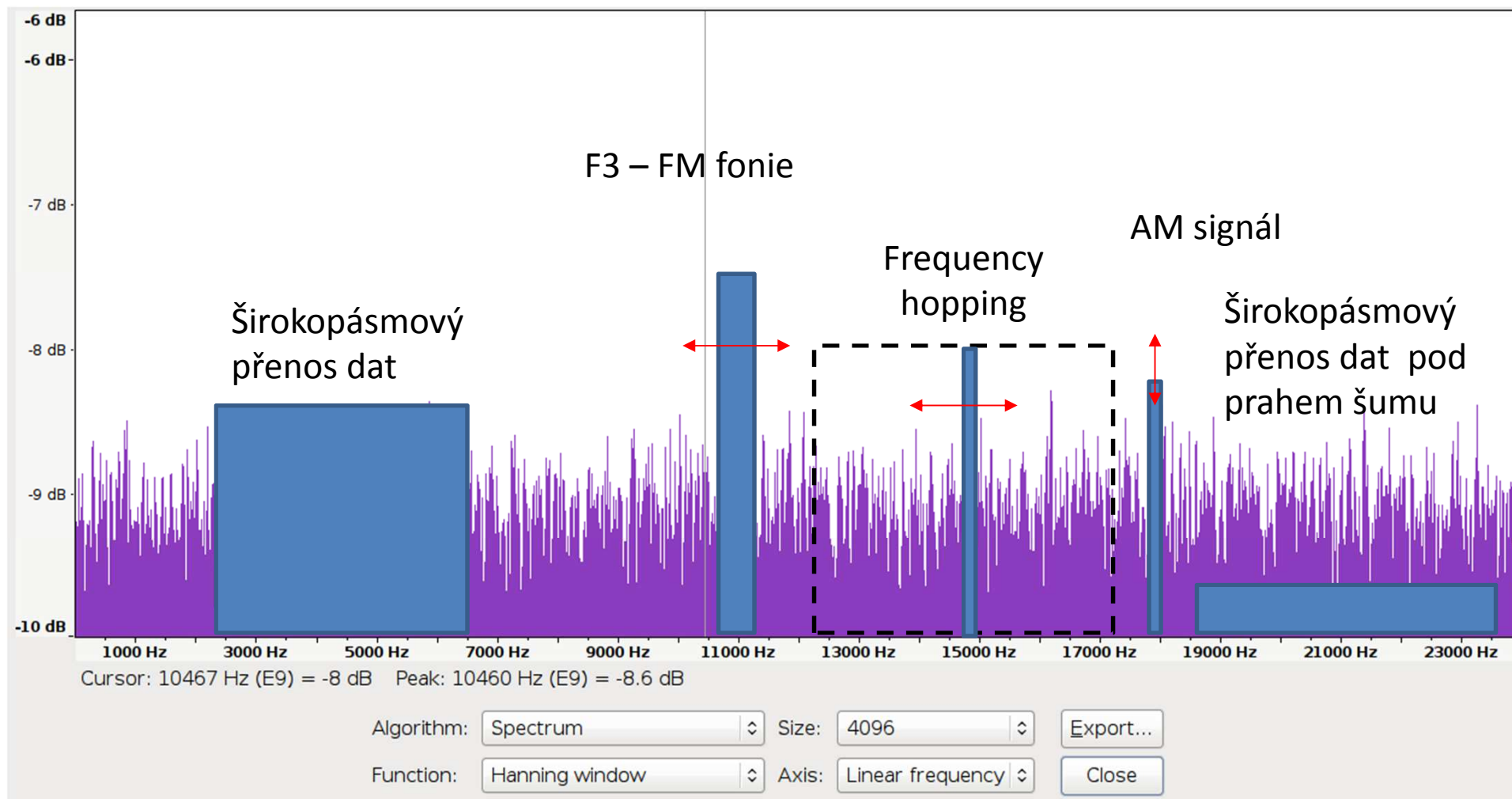
# Příklad palubního elektronického vybavení letounu

- Víceúčelový radiolokátor – průzkum, navedení zbraní, případně i výškoměr
- Prostředky radiového spojení – KV, VKV/UKV a st
- Radionavigace (např. GPS)
- Palubní odpovídač IFF
- Palubní počítač
- Průhledový display (HUD)
- Čidla přední a zadní polosféry pro vlastní ochranu

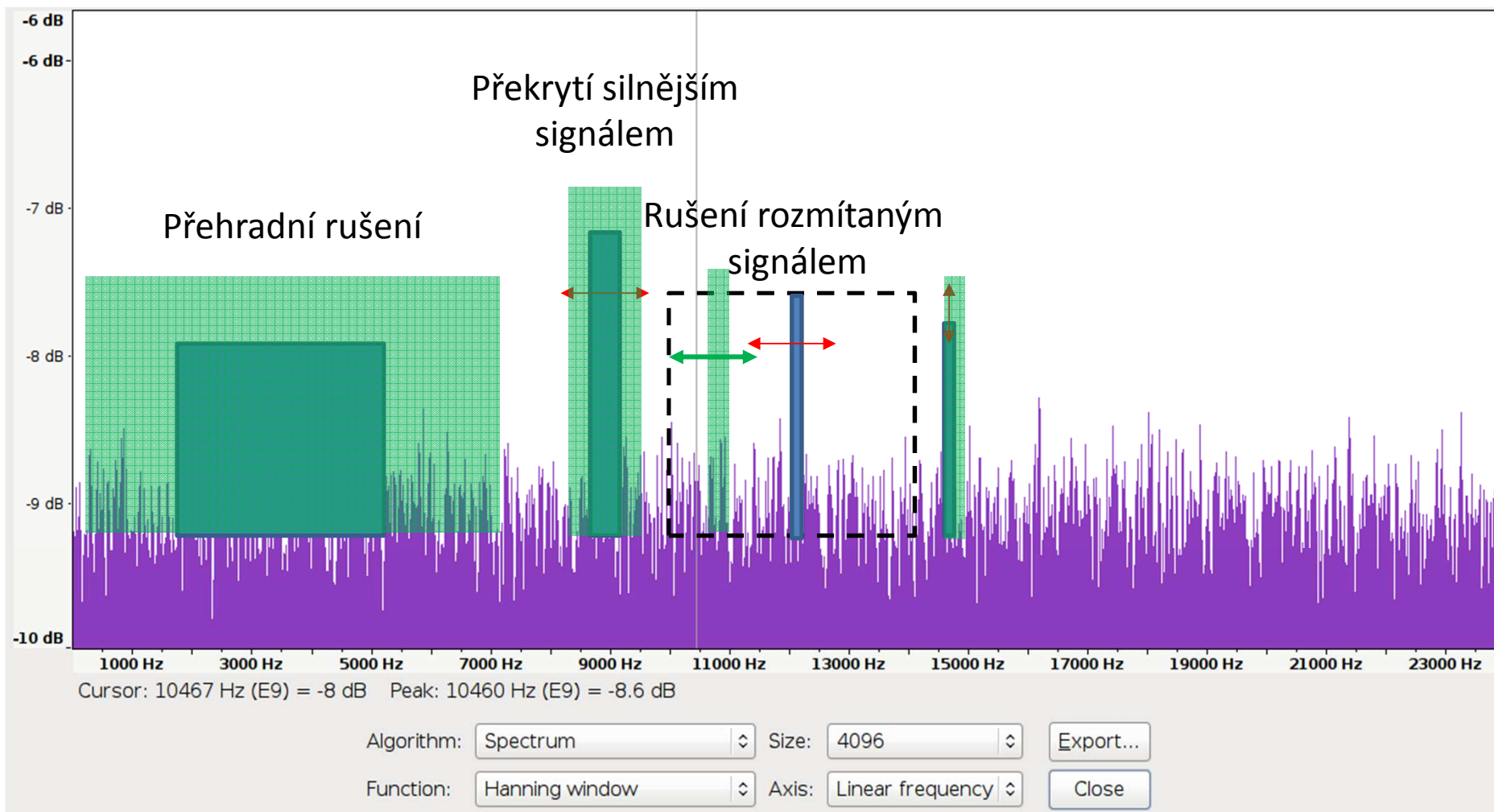
# Možné druhy signálů bílý šum na pozadí



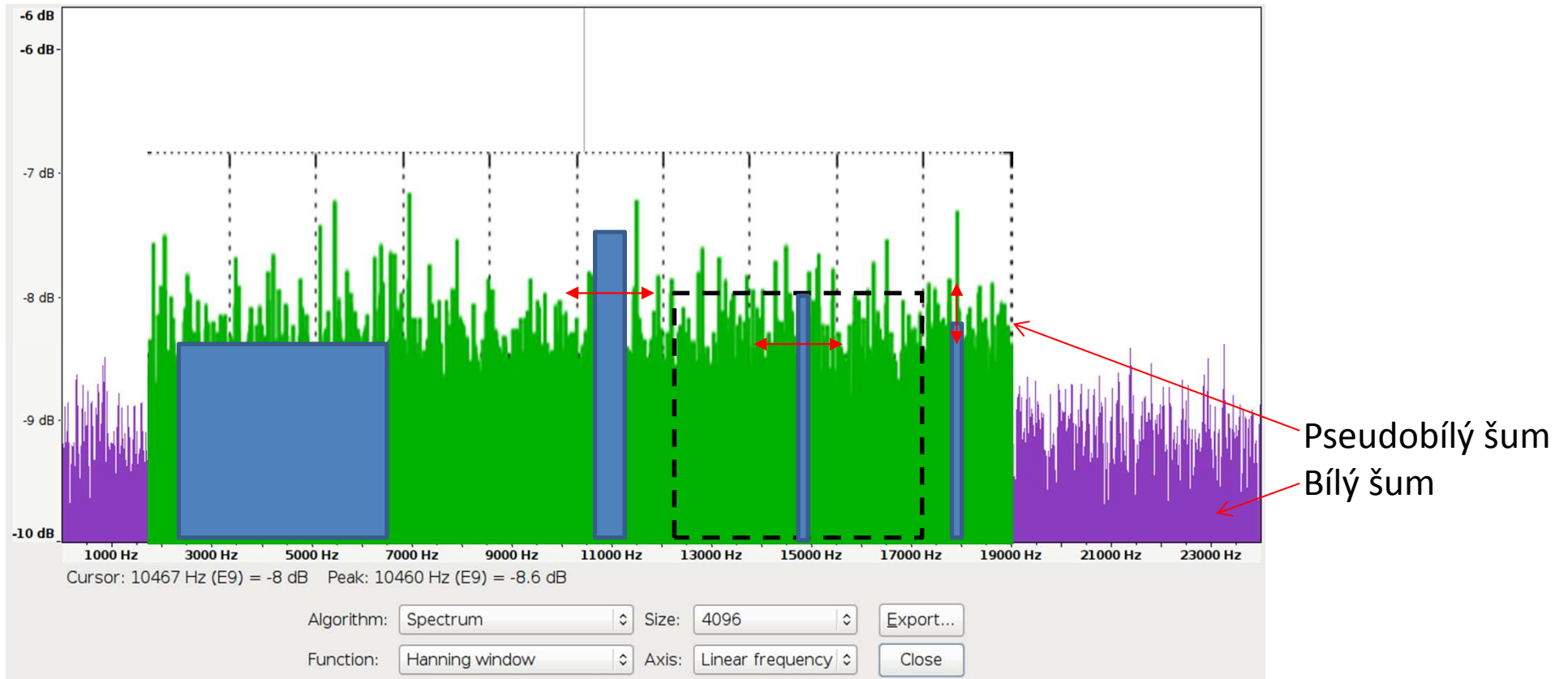
# Možné druhy signálů



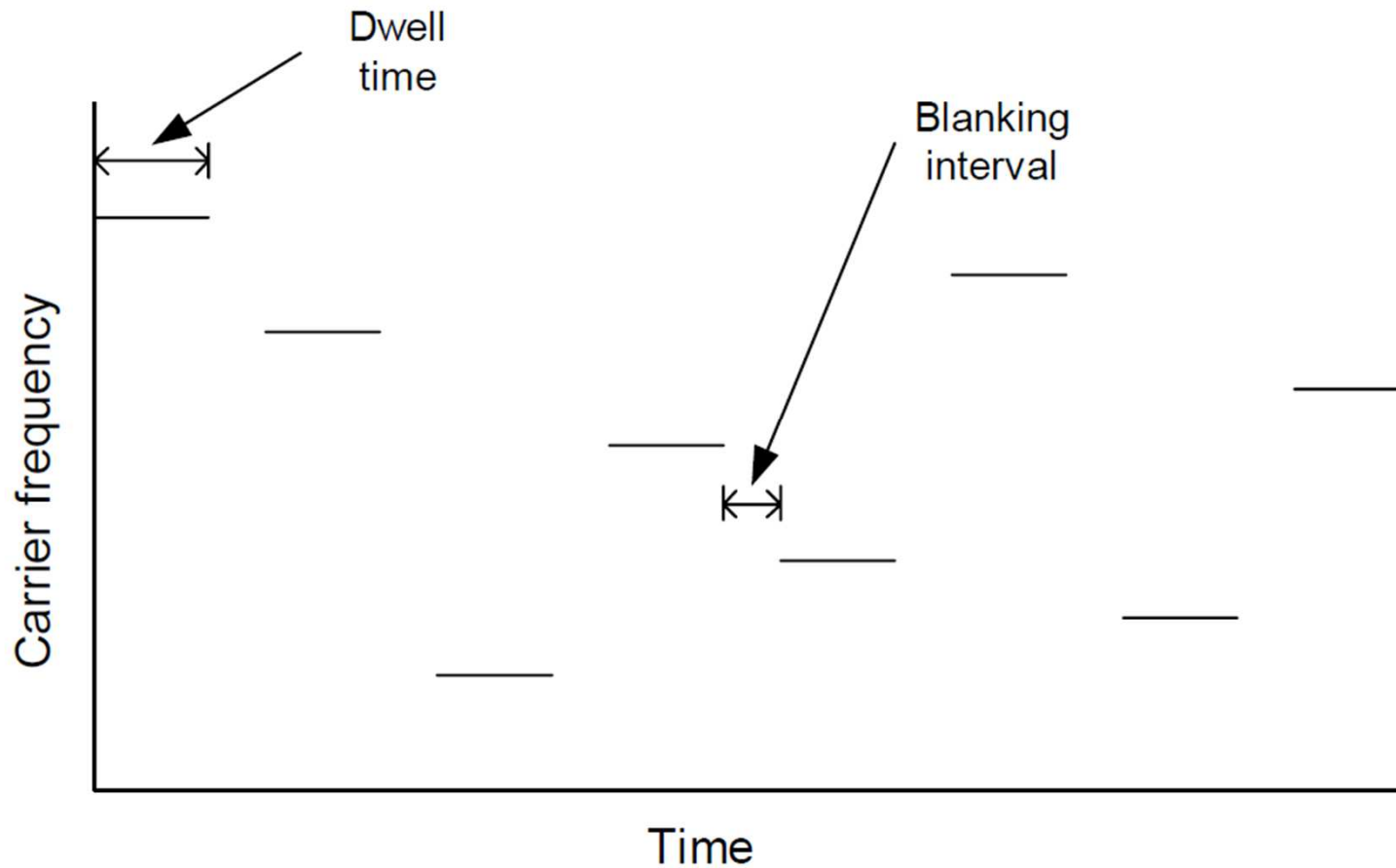
# Možné druhy signálů s různými druhy rušení



# Rušení pseudobílým šumem



# Princip Frequency hopping



Rychlost frekv.  
skoků/sek.

- Nízká
- Střední
- Vysoká

Počet kmitočtů  
cca 3600

Paralelní  
provoz  
několika sítí

# Elektromagnetický impulz EMP

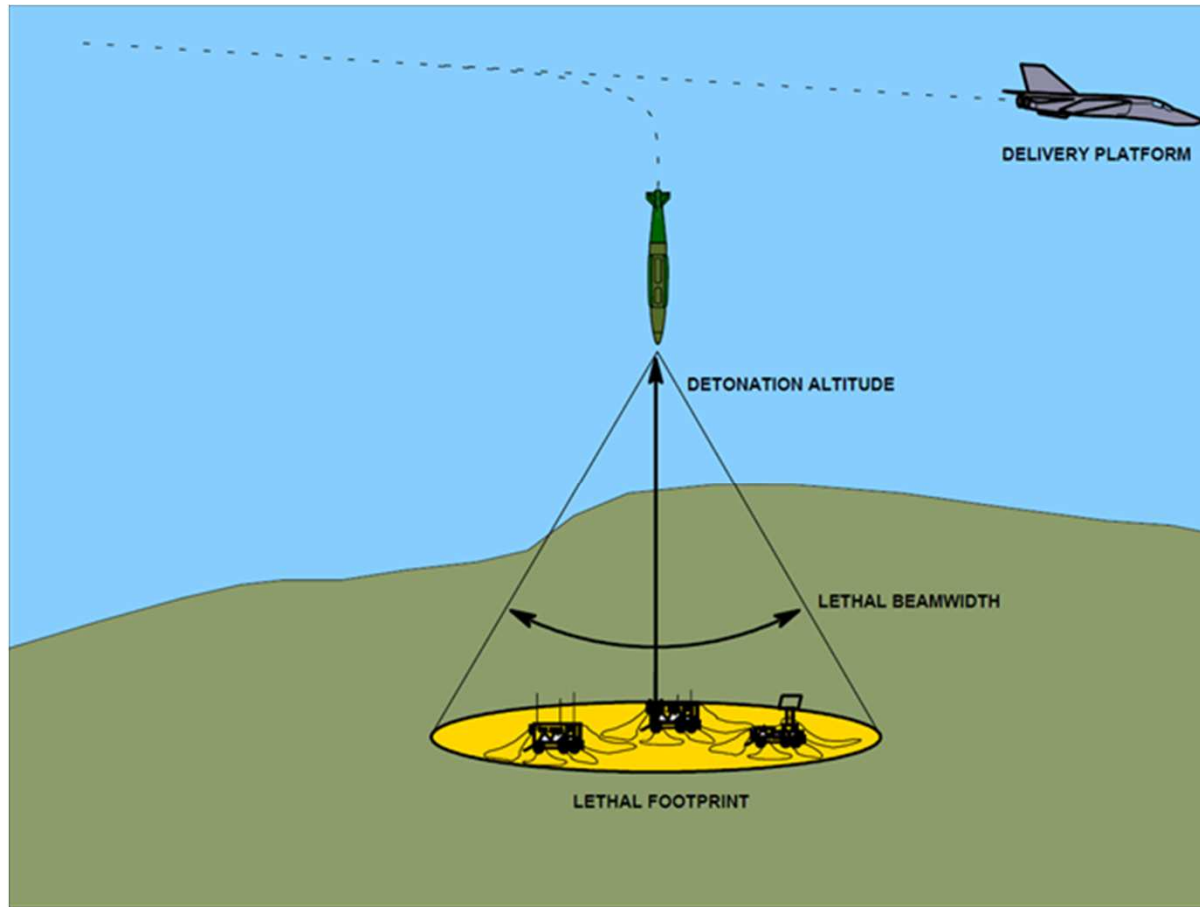


FIG.9 LETHAL FOOTPRINT OF A HPM E-BOMB IN RELATION TO ALTITUDE

## Původně:

EMP jen jako faktor JV

## Dnes:

Generátory EMP v podobě

- Bomb, granátů
- Vozidel
- Ručních zařízení
  
- Principiálně jednoduché, pro malé vzdálenosti vyrobitelné v amatérských podmínkách
  
- Velmi účinné vzhledem k nasycenosti elektronikou
  - Osoby (GSM)
  - Automobily
  - Počítače, navigace

[Příklad jednoduchosti generování EMP](#) a jeho účinnosti

# System aktivní zábrany ADS



Active Denial System (ADS)

[Humvee](#) with ADS mounted

Place of origin United States

Service history

Wars [Kosovo, Afghanistan](#)

Production history

Manufacturer [Raytheon<sup>\[1\]</sup>](#)

Variants ADS II  
Silent Guardian

Specifications



# Elektronická ochrana

# Elektronická ochrana

## **Pasivní** (bez vyzařování)

- Maskování před EPz
  - Spektrozonální
- Imitace
- Demonstrace
- Odraz

## **Aktivní** (s vyzařováním)

- Klamání
  - Klamné cíle
- Překrytí cíle

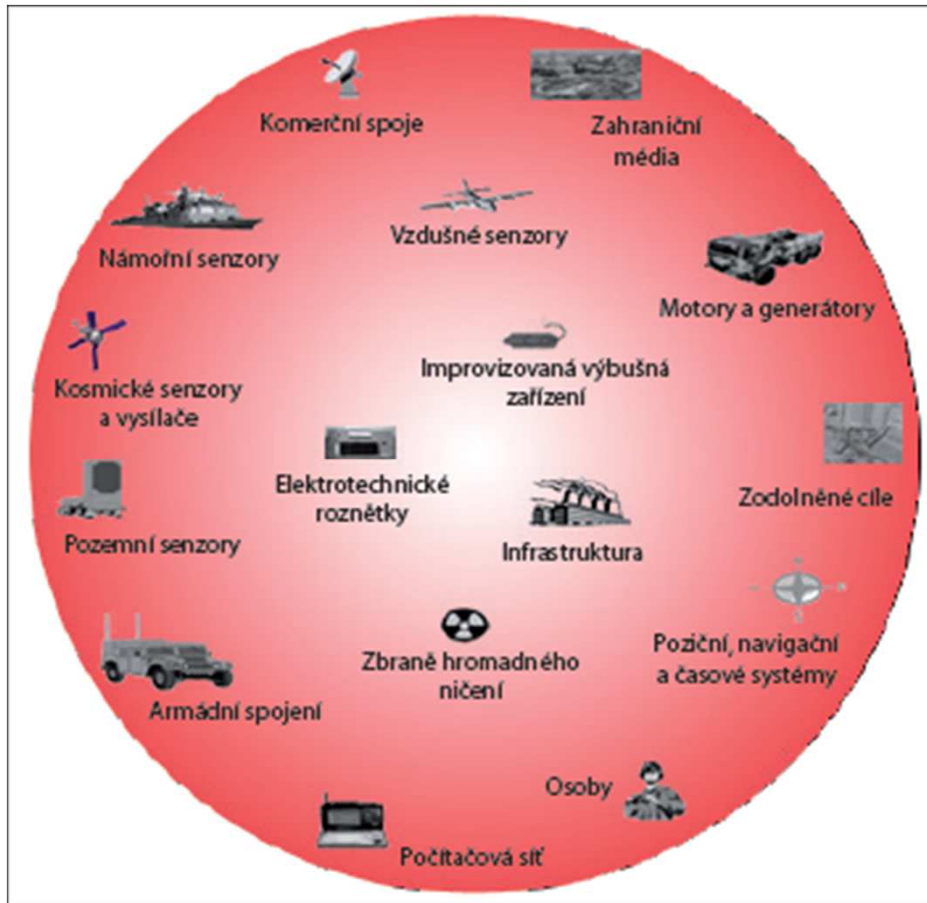
### **Ochrana**

- Vlastními silami a prostředky
- Síly a prostředky vojska EB

[Příklad ochrany rušením](#)

# Elektronická ochrana EP

## Objekty EP



## Opatření EP

- Technická
  - Odolná konstrukce
  - Odolné signály
- Organizační
  - Záložní s/p
  - Jiné způsoby
- Provozní
  - Dodržování provozní kázně
  - Kontrola dodržování pravidel
    - režimu vyzařování

# Objekty elektronické ochrany EP

## Objekty citlivé na EM energii

### Užší pojetí

- Vstupní obvody přijímačů

### Širší pojetí

- Všechna elektronická zařízení využívající
  - metalické vodiče
  - polovodiče
- Živé organizmy
  - osoby
  - zvířata

# Koutové odražeče



*(left)* A radar corner reflector (*diamond-shaped object*) on the mast of a yacht. Note that this one is improperly deployed; to best reflect surface radar it should be deployed in the so-called "rain-catching" configuration so as to present an inside corner as shown on the "radar testing" image.

*(center)* Buoy in San Diego Harbor. Metal plates near the top form corner reflectors to reflect radar signals.

*(right)* Corner reflector for radar testing

*(far right)* Multireflector at the [Nevada Test Site](#) used as radar target for simulated nuclear bombing

# Ochrana letounů



## Ochrana proti IE navedení - flars

- Světlice s vyšším tepelným výkonem, než letoun

## Ochrana proti RI navedení - chaffs

- Dipólové odražeče – vytvoření RI mraku



# Elektronická podpora ES

# Elektronická podpora (ES)

Průzkum ve prospěch součástí  
EB

- ECM
- EPM
- ESM

Cíl:

- primárně - efektivní vedení  
EB
- sekundárně
  - Podklady pro jiné druhy pz,  
INTEL
  - Podpora jiných jednotek

Druhy průzkumu/zpravodajství

- Průzkum – zjišťování  
informací
- Zpravodajství –  
zpracovávání,  
vyhodnocování a distribuce  
informací
- ELINT
- COMINT
- SIGINT
- (IMINT)



# EB a zpravodajství

## EB a zpravodajství/průzkum

- INTELLIGENCE (kromě jiného)
  - ELINT
  - SIGINT- rtpz
  - COMINT – rpz

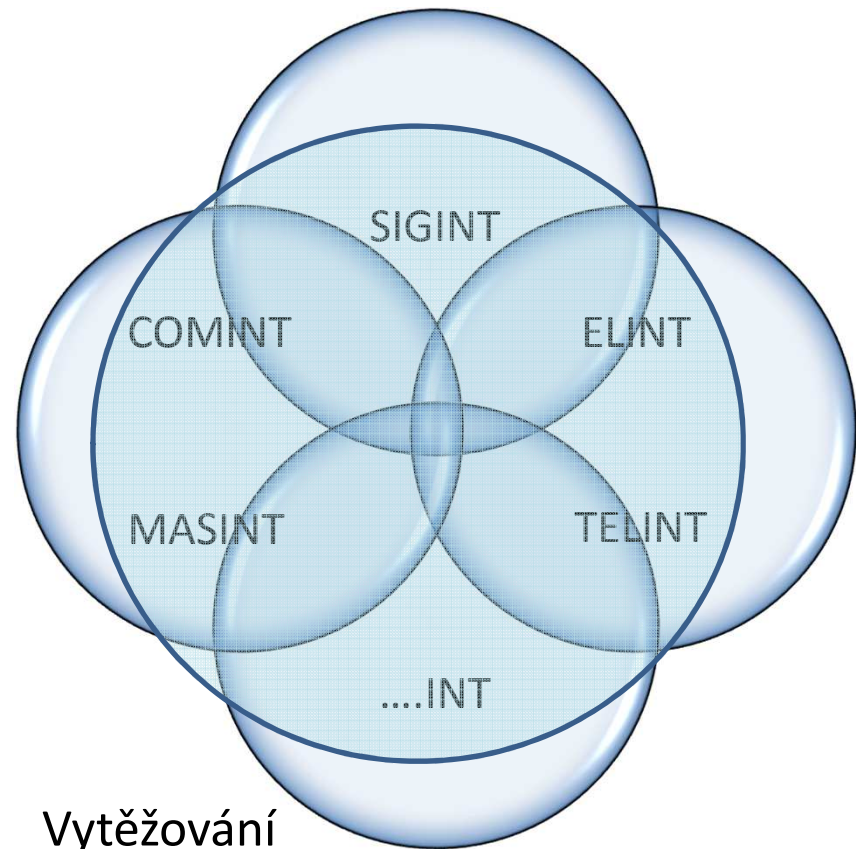
Cíl:

informace o

- protivníkovi,
- prostředí

pro

- podporu rozhodování
- vedení bojové činnosti
  - Působení na protivníka
  - Ochrana vlastních sil



Vytěžování

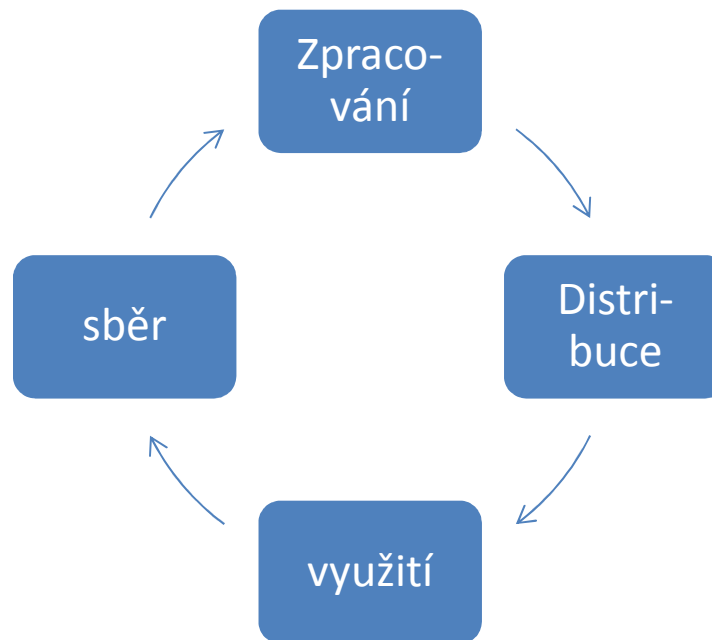
formy i obsahu informací obecně  
bez ohledu

na prostředky, metody jejich získání

# Informační operace

- Působit na informace protivníka
- Chránit vlastní informace před působením protivníka

ve všech fázích  
informačního  
cyklu



IS pracují  
především na  
elektronické  
bázi

# Síly a prostředky ES

Echelon



FRA SIGINT plavidlo  
Dupuy-de-Lome



AEW&C, ISR Aircraft

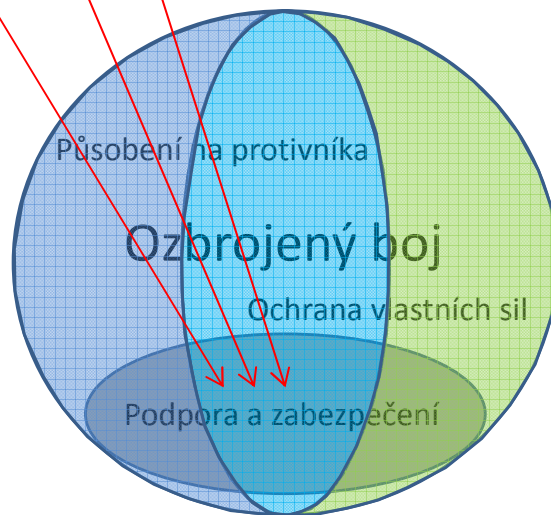


# Elektronický boj v operacích

# EB a ISR/ISTAR

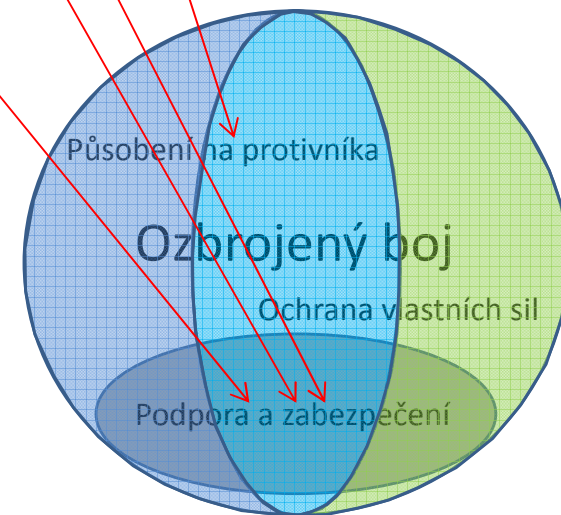
## ISR

- INTEL,
- SURVEILLANCE,
- RECCE



## ISTAR

- INTEL
- SURVEILLANCE
- TARGET ACQUISITION
- RECCE



# EB v operaci

## ISR

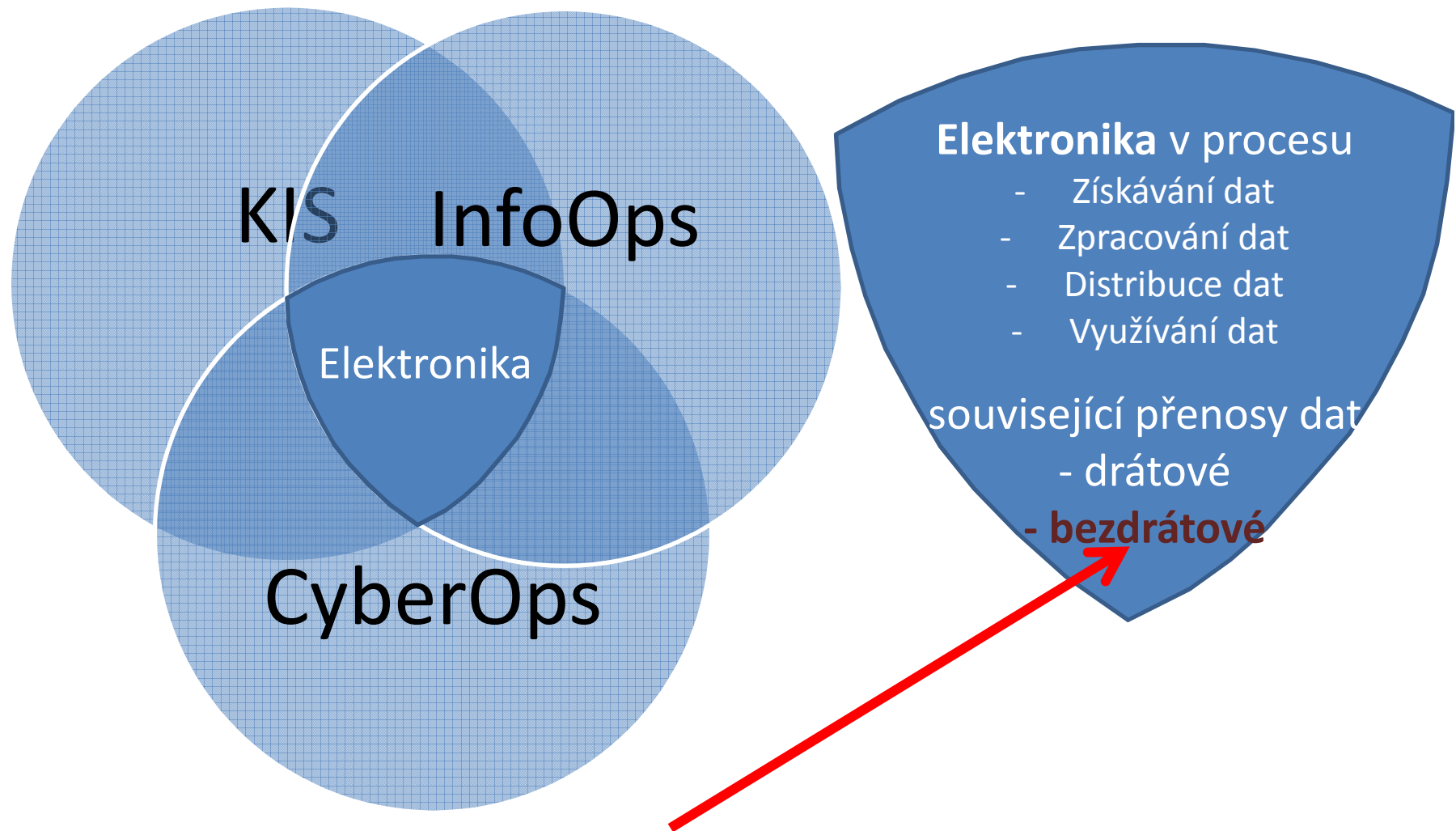
- Nepřetržité provádění pasivního EPz s cílem
  - Orientace v prostoru operace
  - Vyhledávání objektů protivníka
  - Varování vlastních sil
  - Případně aktivace všeho pz
- Plánování průzkumu
  - Analýza možných objektů protivníka a jejich prioritizace
    - Důležitost
    - Nebezpečnost
  - Analýza schopností vlastního pz
  - Přidělení objektů protivníka jednotlivým s/p průzkumu, koordinace úsilí pz
  - Definování zálohy s/p pz pro nepředvídané situace

## ISTAR

### Navíc

- Definování možnosti působení na protivníka - schopnosti vlastních sil
  - Ničení
  - Klamání
  - E rušení/blokování
- Přidělení objektů protivníka jednotlivým prostředkům působení
- Definování zkráceného rozhodování o působení
- Definování zálohy s/p působení pro nepředvídané situace

# Průnik KIS, InfoOps a CyberOps



Objekt elektronického boje

# Operace kyberprostoru

- Zabránit protivníkovi využívat
  - Chránit vlastní možnost využívat
- cyber doména

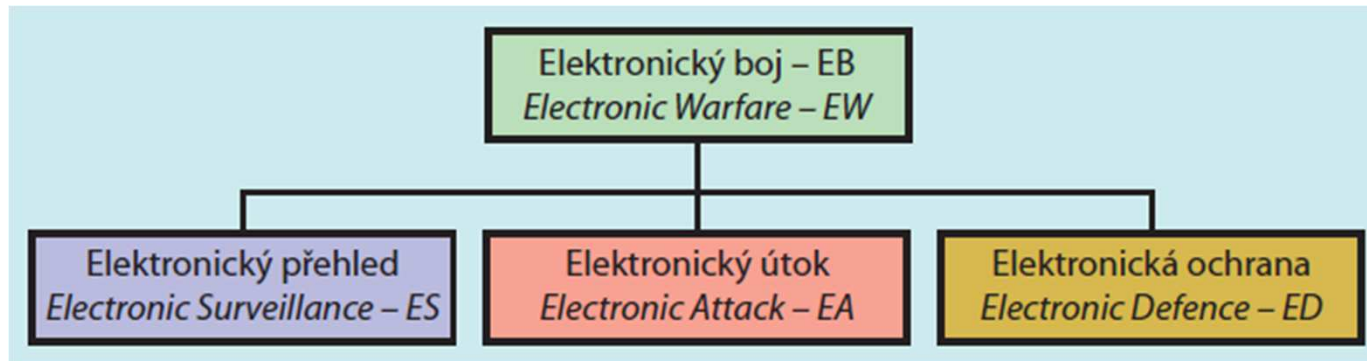


Cyber doména pracuje na elektronické bázi

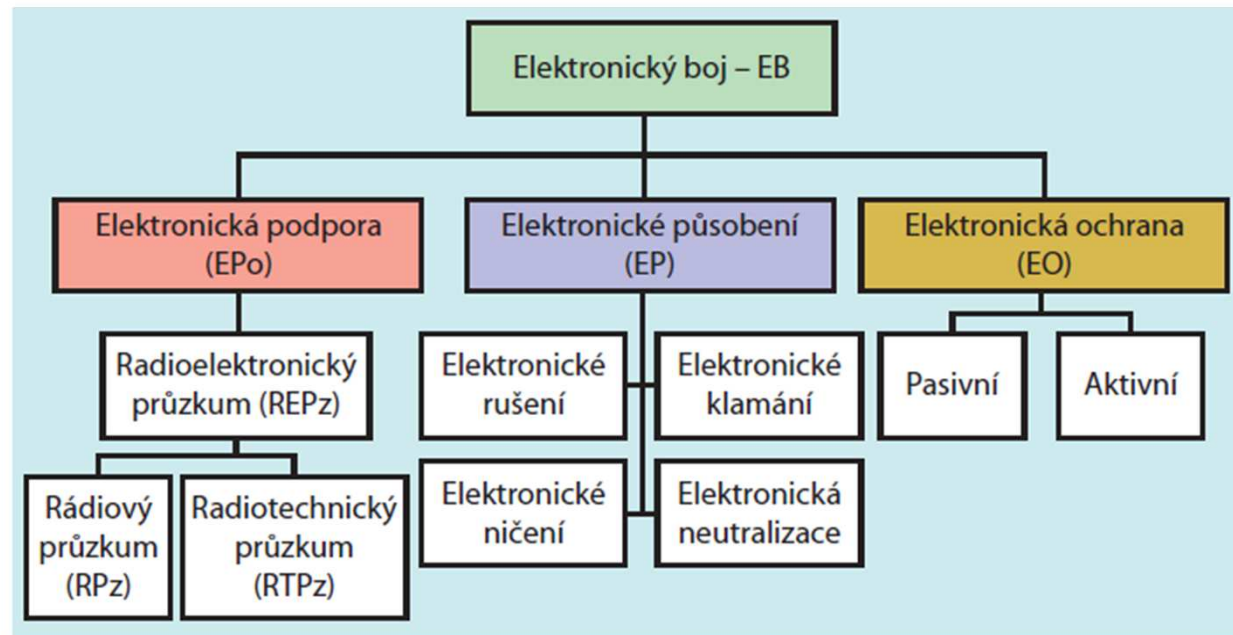


# Elektronický boj v AČR

# EB v NATO a v ČR

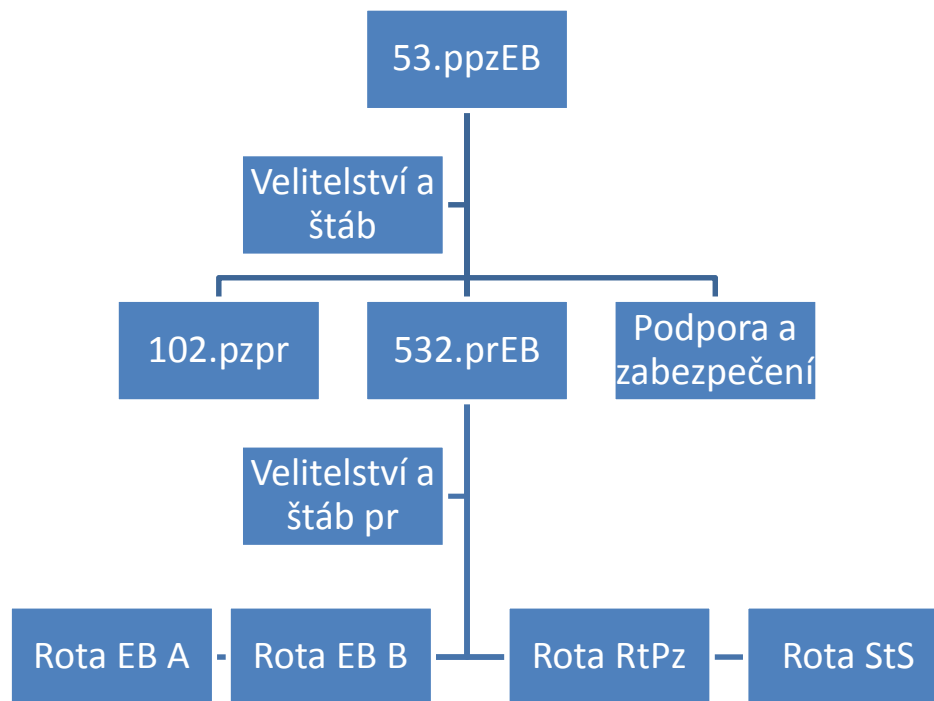


*Aktuální rozdělení elektronického boje v rámci NATO*



*Rozdělení elektronického boje v AČR*

# Síly a prostředky EB AČR



s/p

- Velení a řízení
- Rádiového průzkumu
- Rádiového rušení

• Nasaditelné i stacionární

s/p

- Velení a řízení
- Radiotechnického průzkumu

• Nasaditelné i stacionární

# Činnost v míru

## Síly a prostředky EB

### Výcvik

- Vedení EPz v míru
- Procvičování taktiky – manévru
  - Rušením, průzkumem
  - Prostředky

### Společná cvičení

- Velení a řízení EB v operaci
- Vedení EPz ve prospěch ŘC
- Provádění rušení a klamání
- Koordinace pz a působení

## Ostatní DVS

### Výcvik

- Procvičování opatření ochrany proti EPz a rušení
  - Organizačních
  - Provozních

### Cvičení

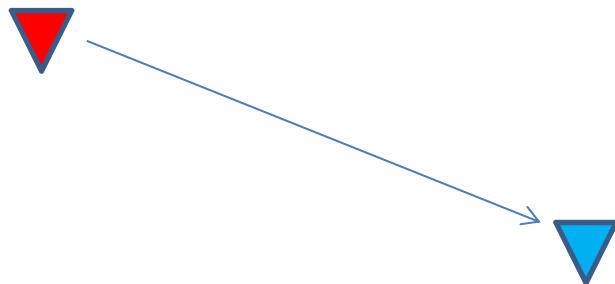
- Koordinace
  - Působení na protivníka
  - Ochrany vojsk
- Využívání výsledků rušení

# CS/CZ přínos k ESM - PSS

## Vysílaný signál

- PRP-1/KOPÁČ
- KRTP-81 Ramona
- KRTP-86 Tamara
- Věra S/M, Věra NG

**Princip:** zachycení signálu vyslaného objektem



## Odražený signál

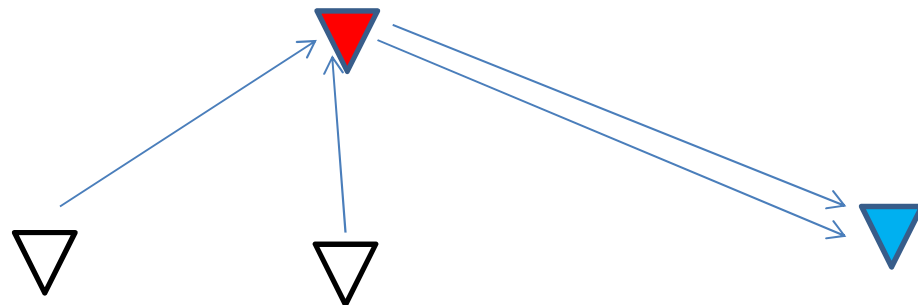
### Možnosti:

- Zjištění nehomogenit ve vzduchu

### Požadavky

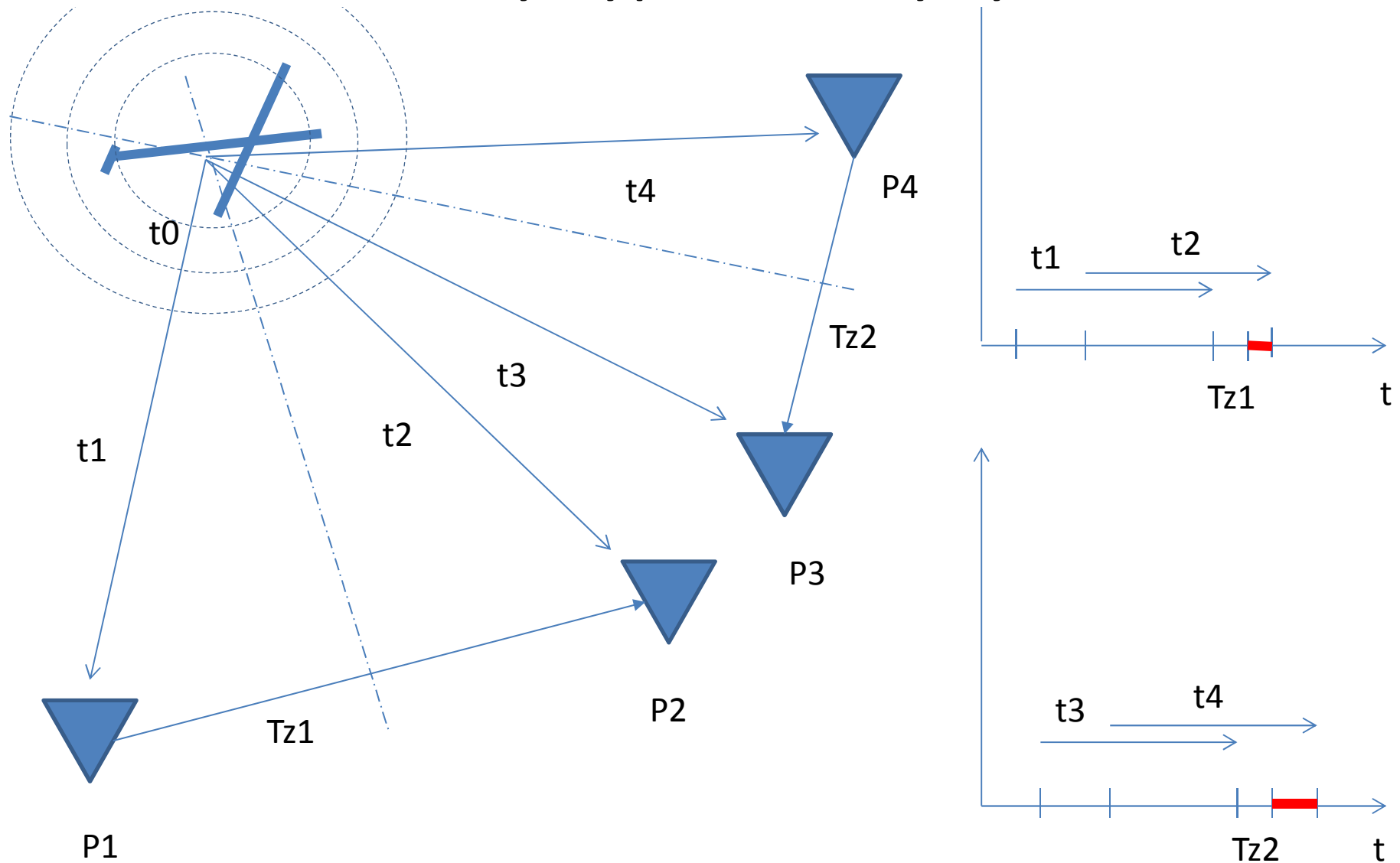
- Řádově vyšší citlivost
- Schopnost rozlišovat změny fáze signálu

**Princip:** zachycení signálu odraženého objektem

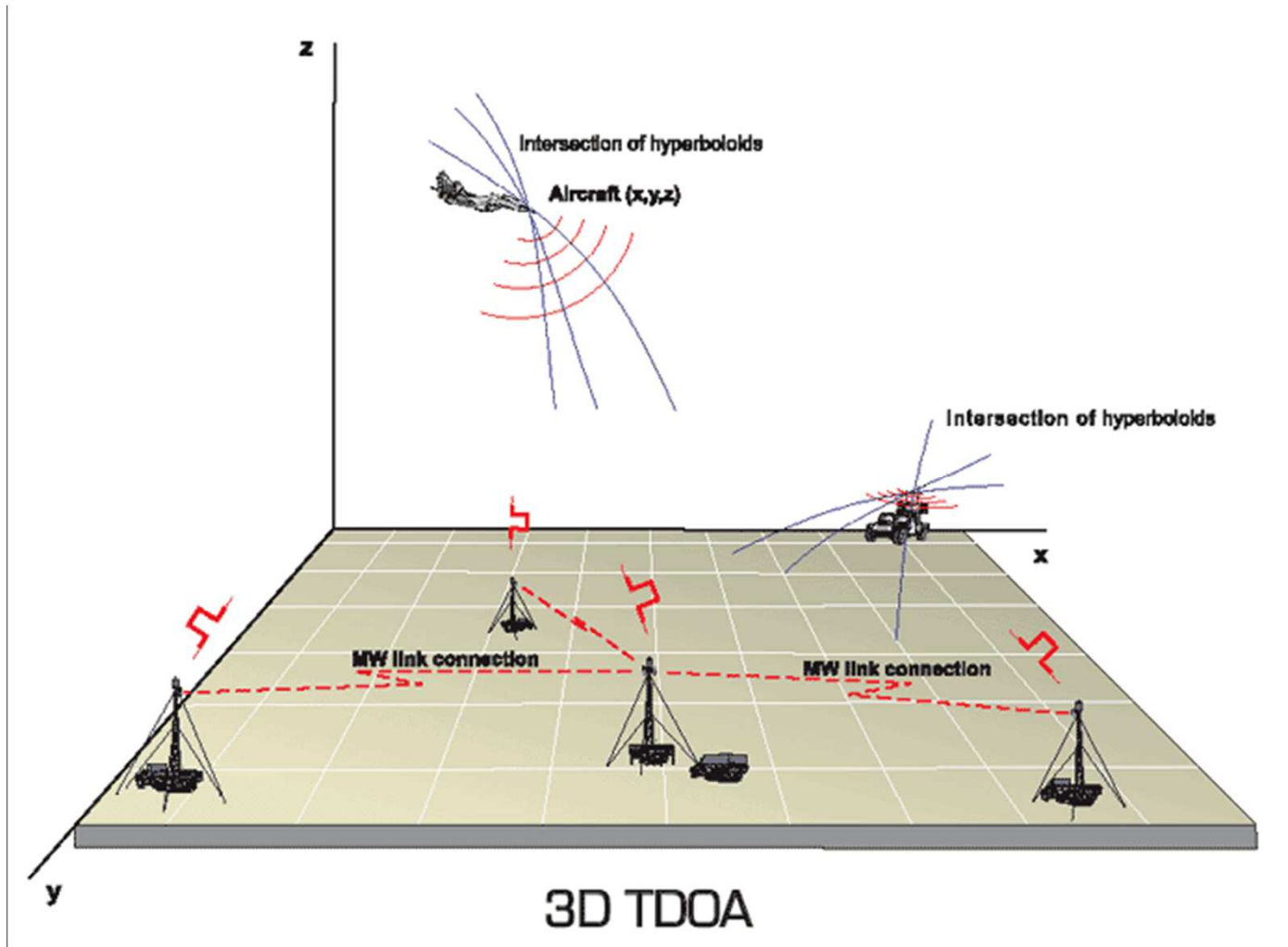


# Princip PSS

## časoměrný hyperbolický systém



# Princip PSS Věra



# CS/CZ PSS



© Tamara (Foto: oficiální zdroj)



# Odborná organizace vojska EB

## Asociace starých vran



# Použitá literatura

- <http://www.sigidwiki.com/wiki/Database>
- <http://www.elektronickyboj.army.cz/>
- FM 6-02-70 Army EM spectrum operations
- FM 3-36 NOV2012 3-36 ELECTRONIC WARFARE
- NATO Electronic Warfare  
[http://nato.int/cps/en/natohq/topics\\_80906.htm?selectedLocale=en](http://nato.int/cps/en/natohq/topics_80906.htm?selectedLocale=en)

# Závěr

Otázky a odpovědi

Q&A