



Elektronický boj



Fabian BAXA

akademický pracovník CBVSS UO

Elektronický boj

Cíl:

- Poskytnout základní informace o elektronickém boji, jeho roli v AČR a souvislostech s jinými druhy bojové činnosti

Osnova:

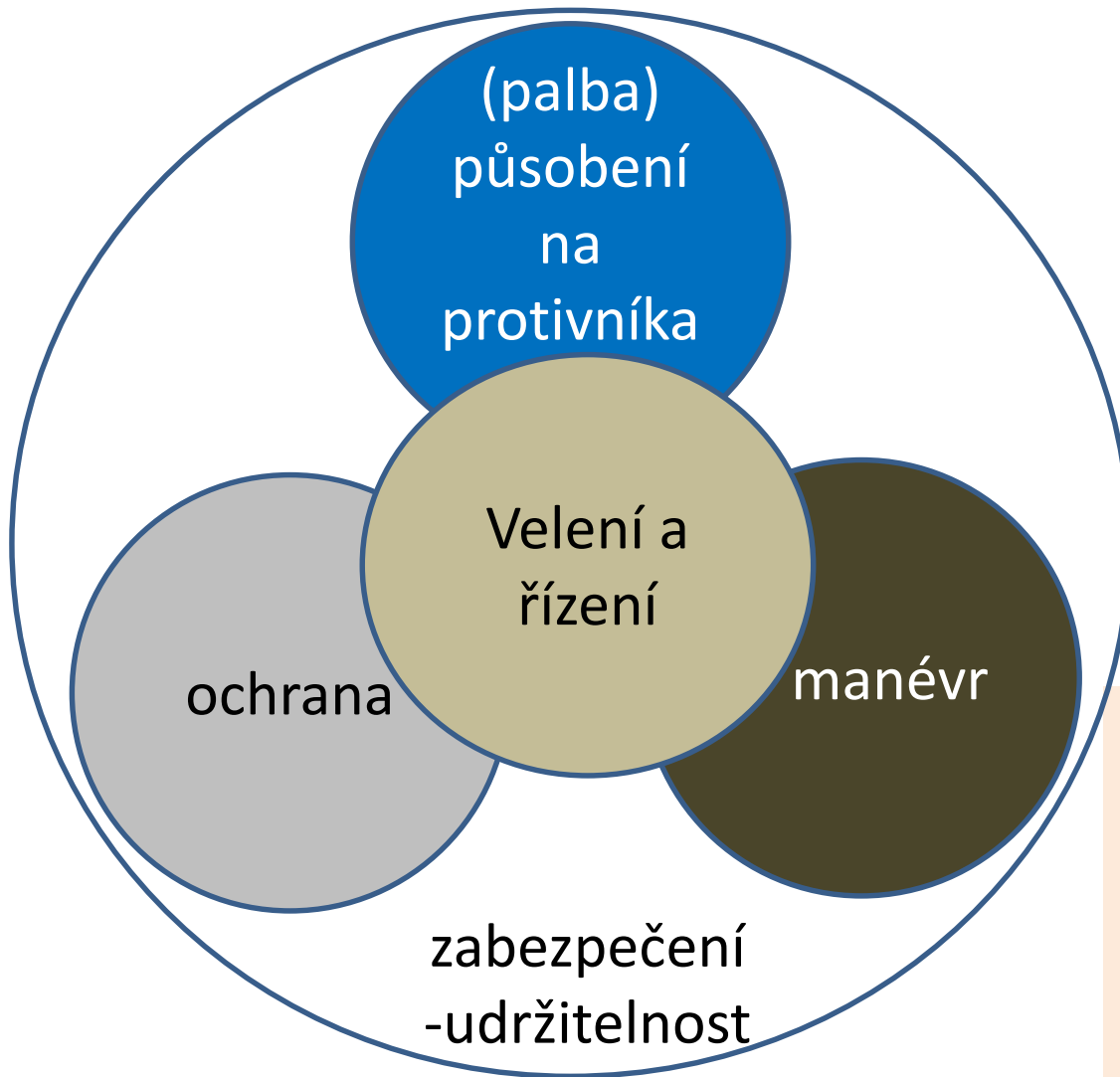
- Úvod
- Terminologie
- EB - současnost a trendy
- EB v AČR
- Závěr

Požadavek: Humanitní auditorium – omezené využívání matematiky



Elektronický boj jako součást ozbrojeného boje

Základní funkce boje obecně



Působení na protivníka

versus

ochrana proti působení
(protivníka, prostředí,
vlastních sil)

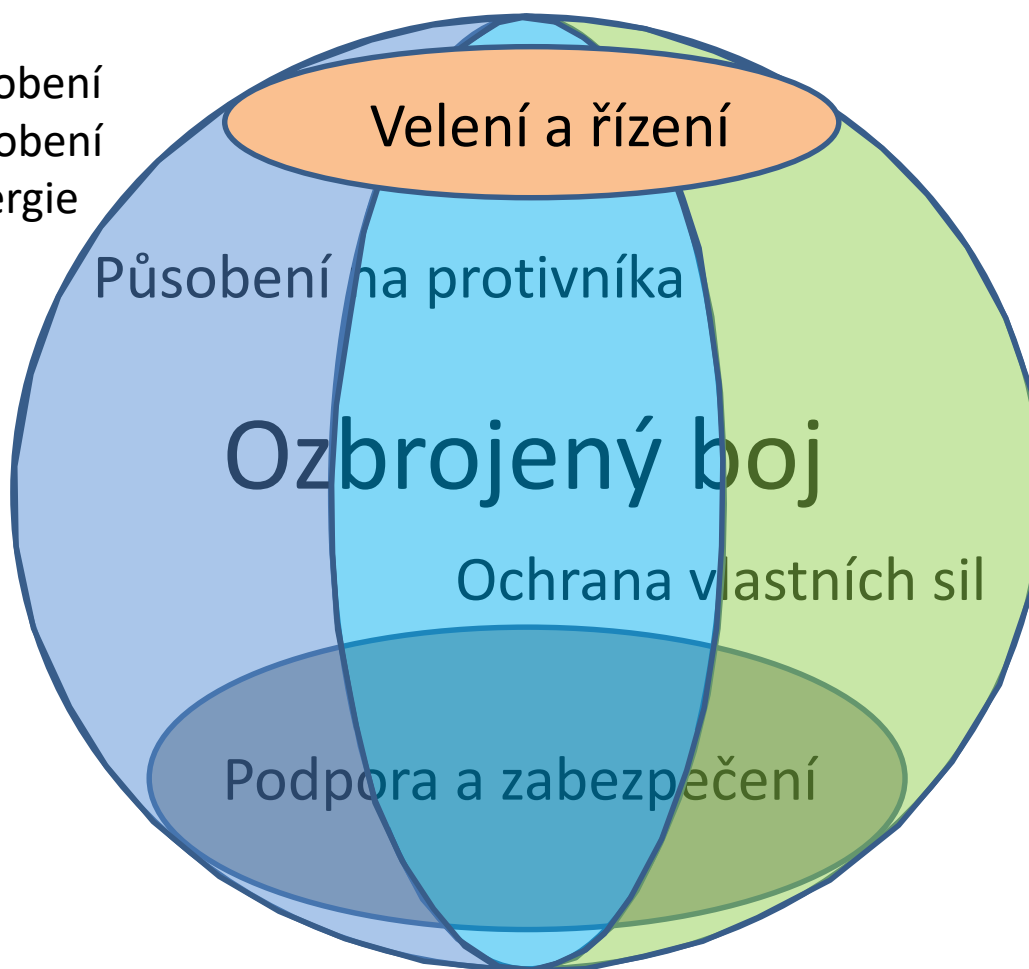
Působení na protivníka

- živou sílu, vůli bojovat
- 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

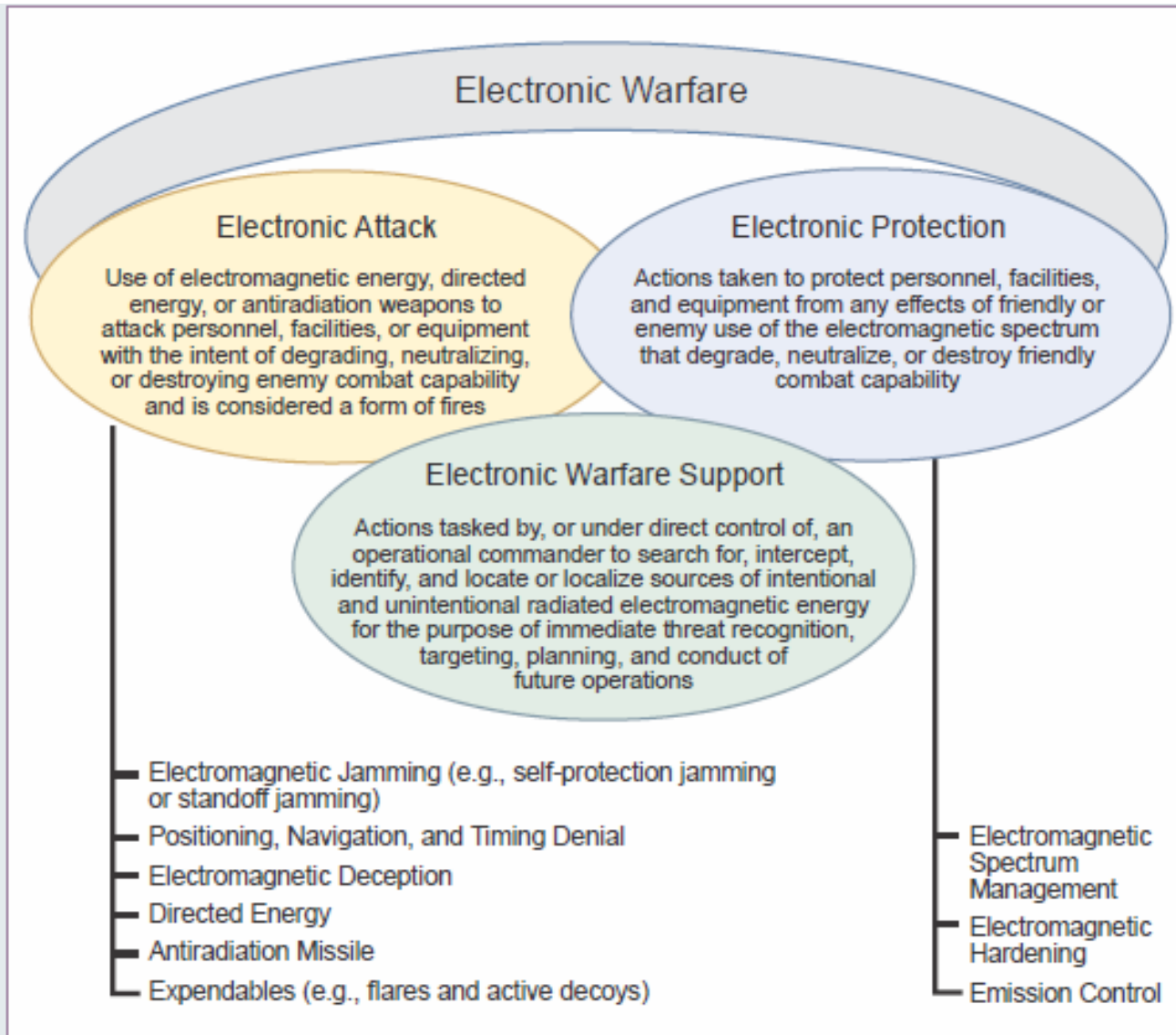
Cíl elektronického boje

- Ztížit protivníkovi efektivní využívání jeho elektronických systémů a prostředků (EA) (A2/AD)
- 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

ECM

ECCM



ESM

Působení na protivníka - teorie

Letální

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

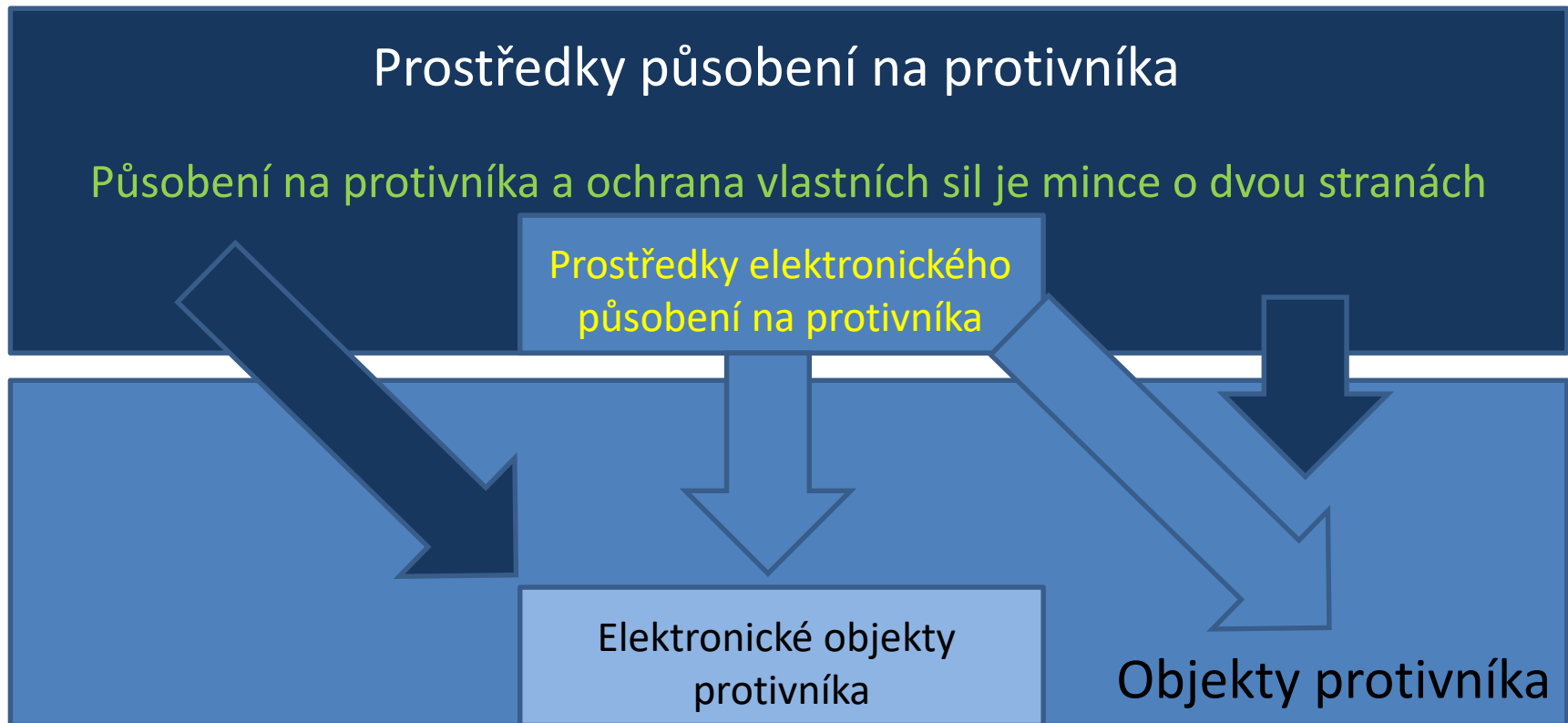
Neletální

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

Působení na živou sílu protivníka a/nebo materiál protivníka.

Vztah mezi letalitou a neletalitou je obecně otázkou intenzity použité energie.

Užší a širší pojetí EB



Prostředky působení na protivníka:

vše, co může negativně ovlivnit jeho činnost

Objekty protivníka:

živá síla, materiál, infrastruktura protivníka

Aplikace na elektronický boj

různá pojetí a rozsah chápání EB

Elektronické působení na **elektronické** prostředky protivníka

nebo

Elektronické působení na protivníka obecně

nebo

Působení na **elektronické** prostředky protivníka

versus

Elektronická ochrana proti **elektronickému** působení

nebo

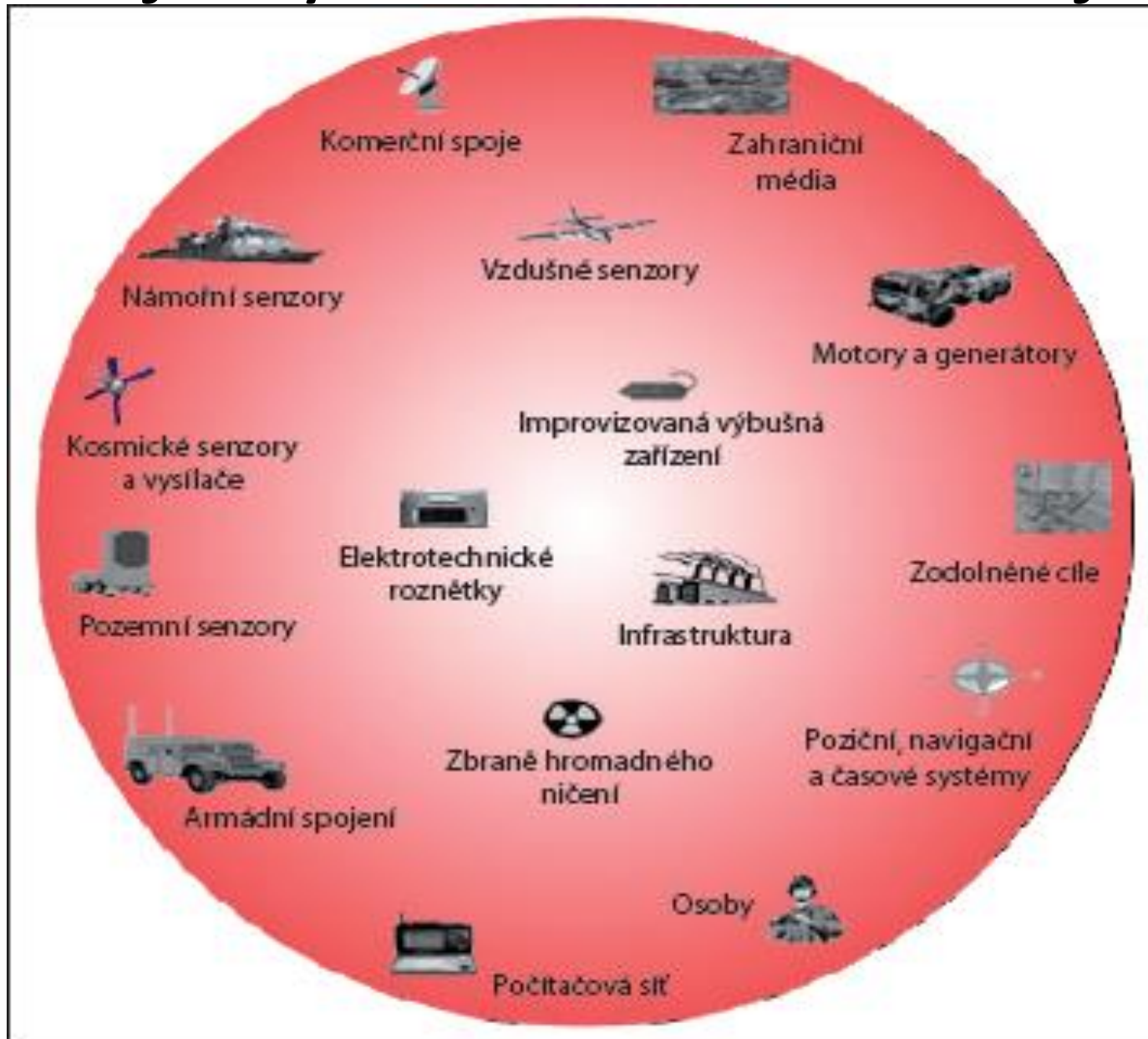
Elektronická ochrana proti působení

nebo

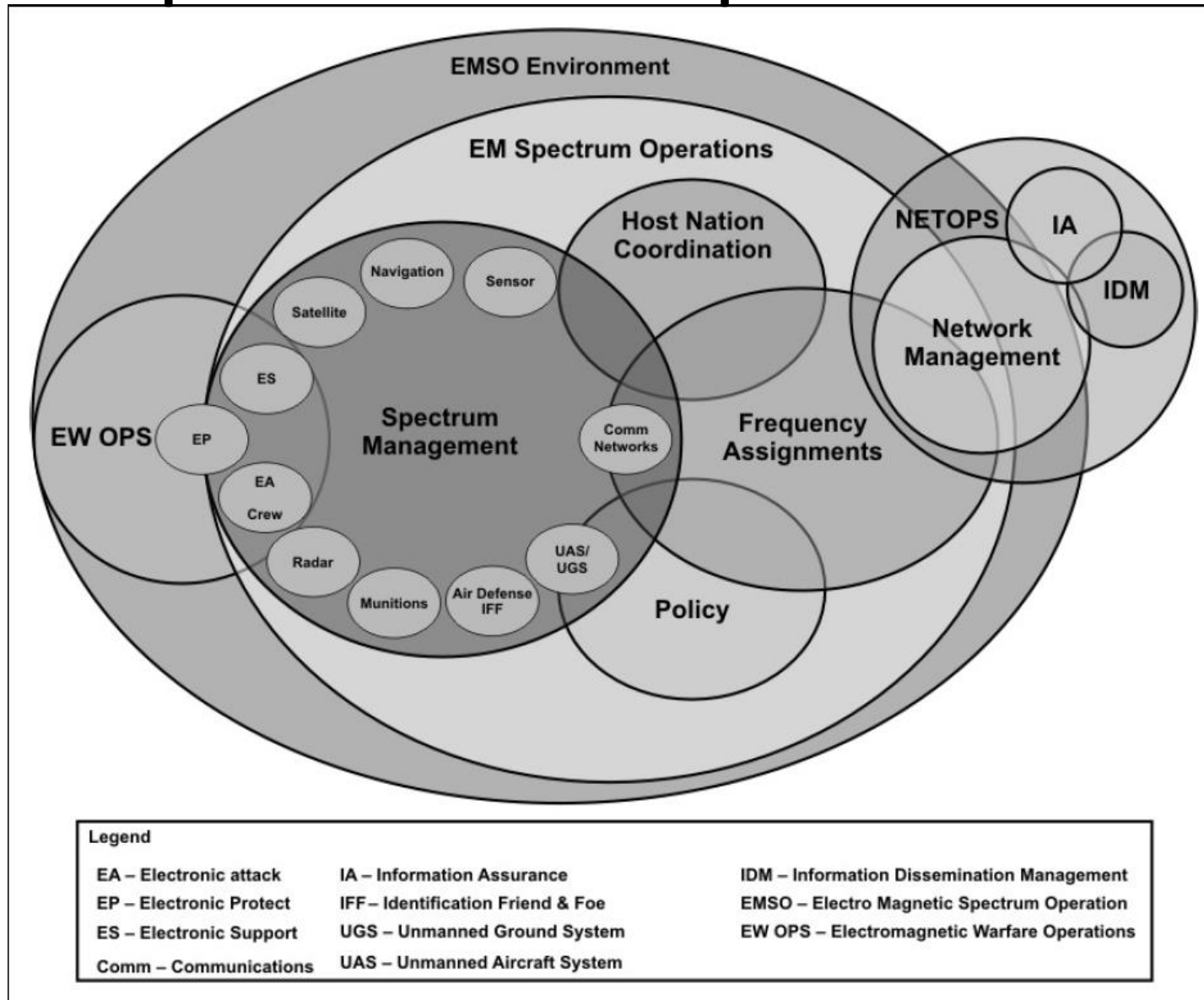
Ochrana proti **elektronickému** působení

(protivníka, prostředí, vlastních sil)

Objekty elektronického boje



Operace v EM spektru a EB



Legend		
EA – Electronic attack	IA – Information Assurance	IDM – Information Dissemination Management
EP – Electronic Protect	IFF – Identification Friend & Foe	EMSO – Electro Magnetic Spectrum Operation
ES – Electronic Support	UGS – Unmanned Ground System	EW OPS – Electromagnetic Warfare Operations
Comm – Communications	UAS – Unmanned Aircraft System	

Figure 1-1. Electromagnetic spectrum operations

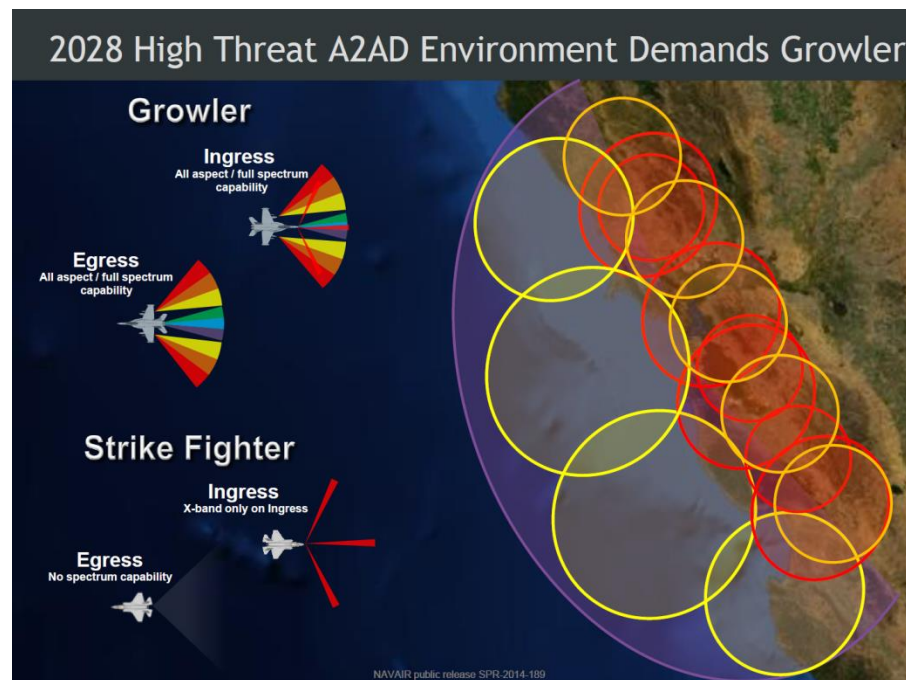
Taktické prostředky EB současnosti

EW Assets



Budoucnost EB

- Závisí na stupni a způsobech využívání elektroniky
- Systémy EB – EA, EP, ES
 - Automatizované
 - Automatické
 - Dálkově ovládané
 - Bezobslužné
 - Propojení kyber a EB
 - Prostředky s AI
 - Generátory EMP
 - EM palné zbraně – převod EM energie na kinetickou
 - Zbraně využívající ničivou intenzitu EM energie



A2/AD – Anti Access / Access Denial

Elektronický útok

Příklad elektronického vybavení pozemních sil

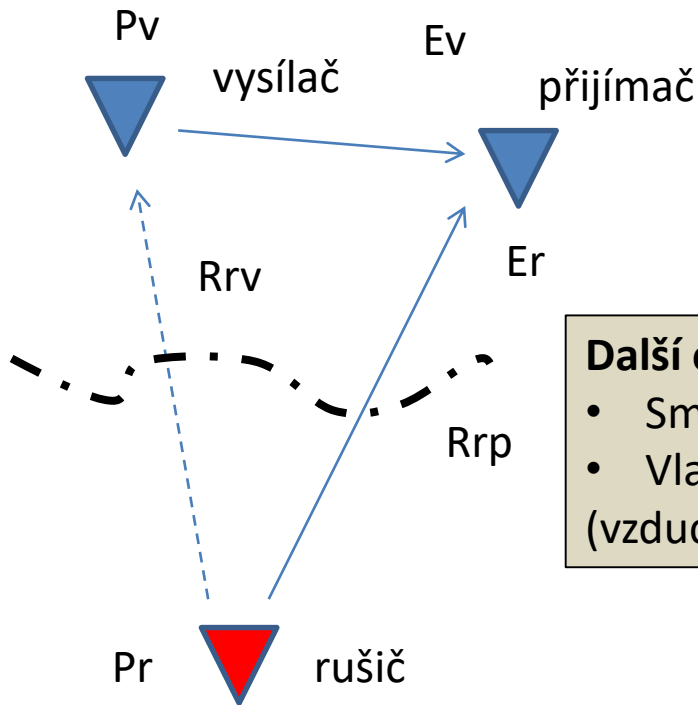
- Všechny elektronické systémy - v užším pojetí
 - bezdrátové spojení
 - pozemní rlpz, rpz, průzkumná čidla
 - Navigace, navedení zbraní
- V širším pojetí
 - Informační systémy
 - Výpočetní technika
 - (Polní) **metalické** rozvody (kvůli indukci)

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

Fyzikální podstata elektronického působení

Rádiová komunikace



Další ovlivňující faktory:

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

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

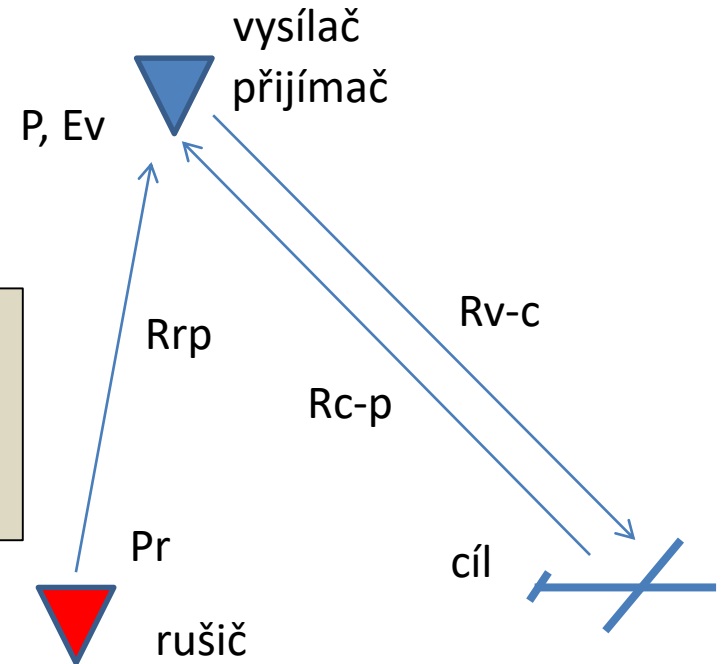
$$\text{Koeficient zarušení} = E_r / E_v$$

$$= P_r / P_v \cdot R_r^2 / R_v^2$$

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

Data: 0,8 až 3

Radiolokační průzkum



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

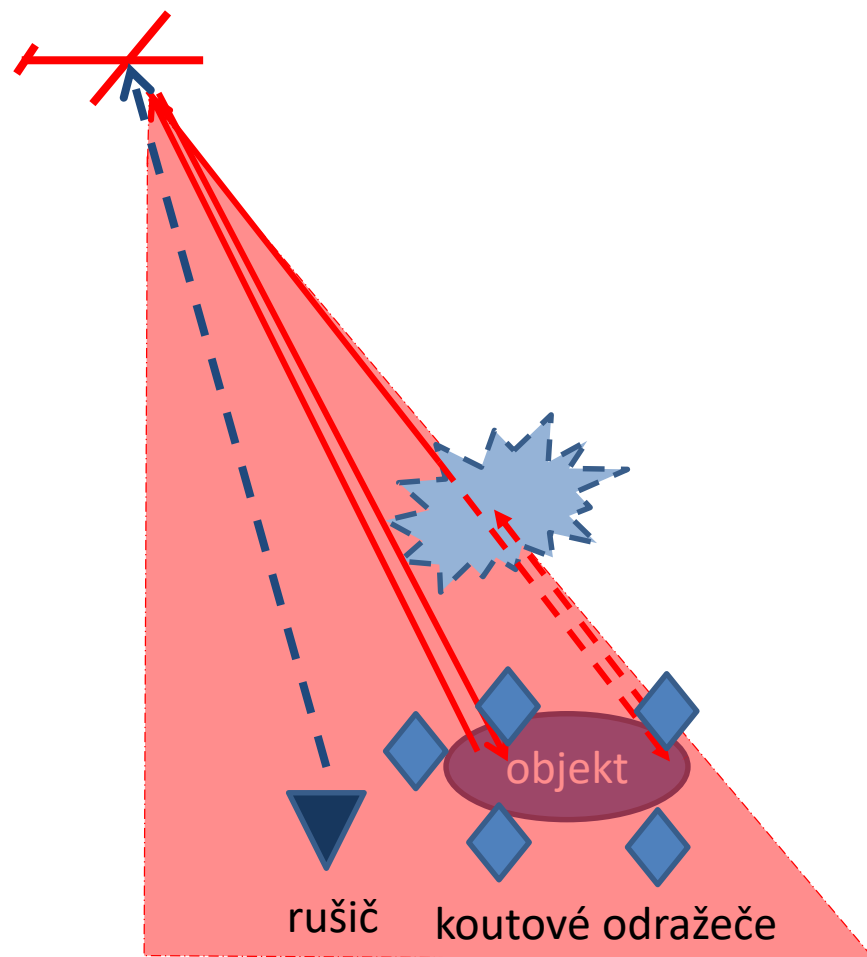
$$\text{Koeficient zarušení} = E_r / E_v$$

$$= P_r / P_v \cdot R_r^2 / R_{v-c}^4$$

Elektronické působení

- **Rušení** - vyzařování rušivé energie
- **Klamání** – vkládání klamných informací
 - Klamným signálem
 - Odrážením původního signálu
 - Replikace původního signálu
- **Tlumení** užitečného signálu

Vzájemná interakce působení,
ochrany a podpory



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

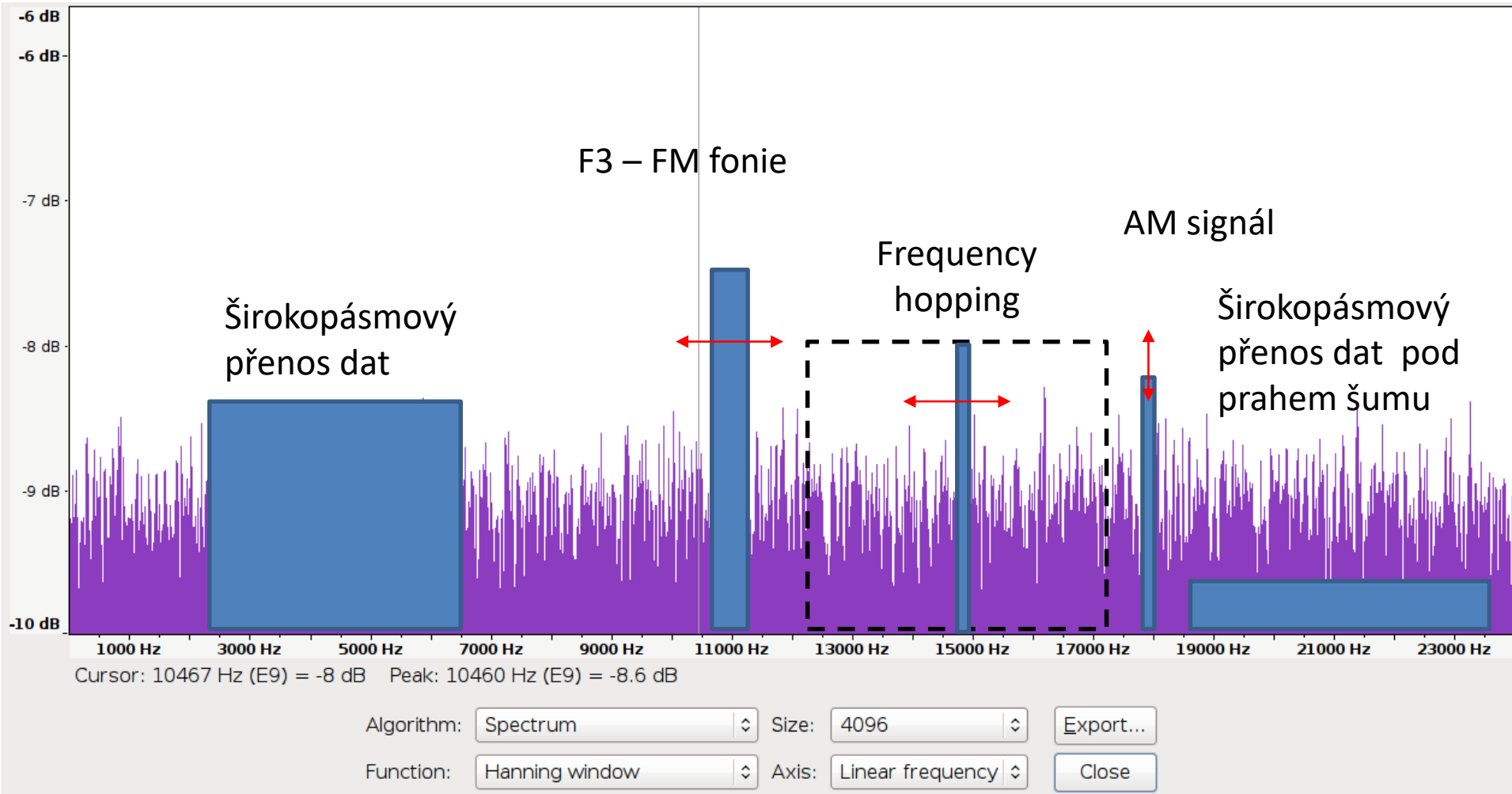
- Klamání $\rightarrow E_r \sim E_u$
- Rušení $\rightarrow E_r > E_u; 10x$
- Zahlcení $\rightarrow E_r >> E_u; 10^2x$
- Zablokování $\rightarrow E_r >> E_u; 10^{3-4}x$
- Zničení $\rightarrow E_r >> E_u; 10^{5-6}x$

Ovlivňování prostředí šíření signálu

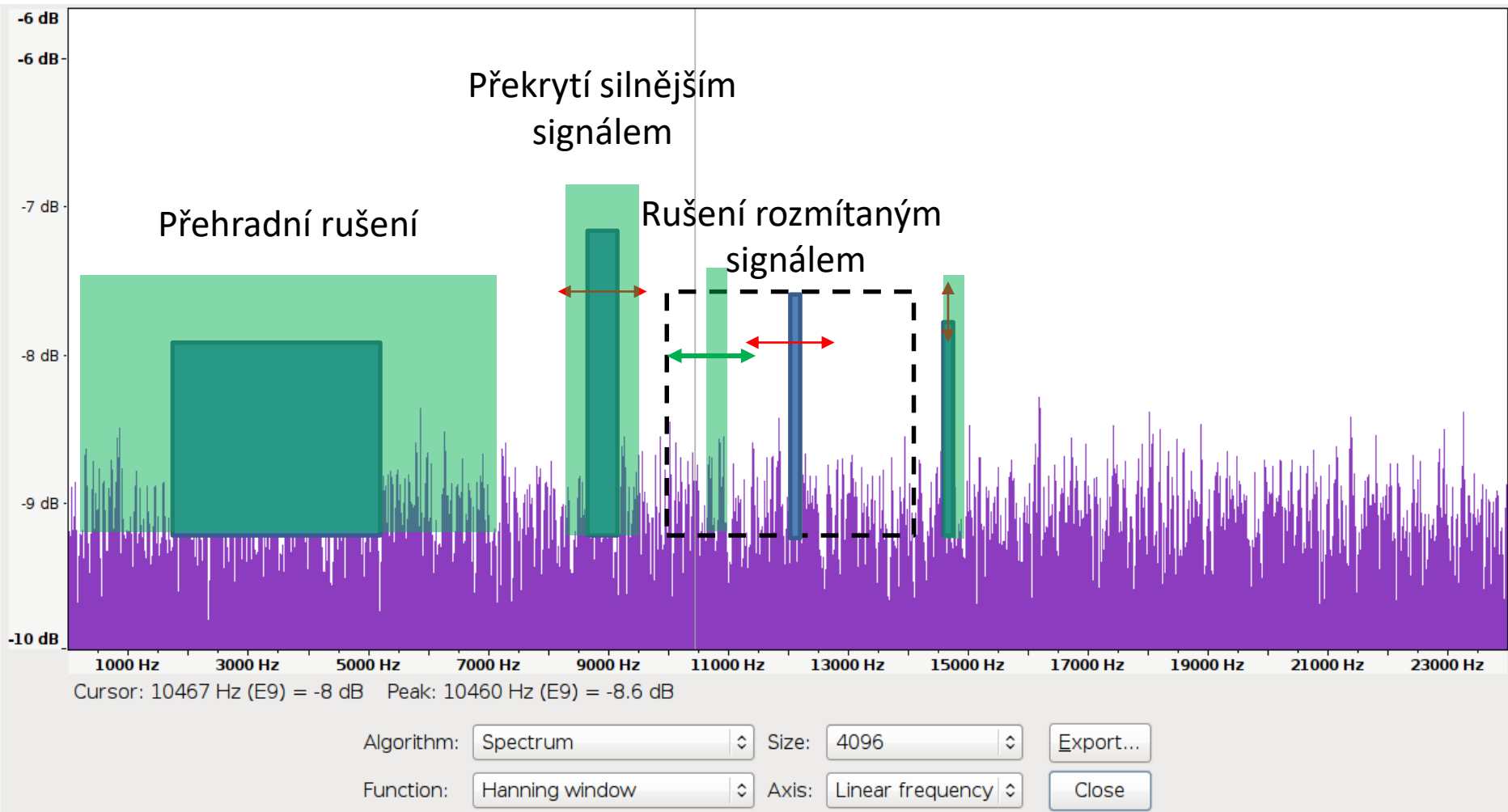
Manévr v rámci EA

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

Možné druhy signálů



Možné druhy signálů s různými druhy rušení



Rušení pseudobílým šumem



Elektromagnetický impulz EMP

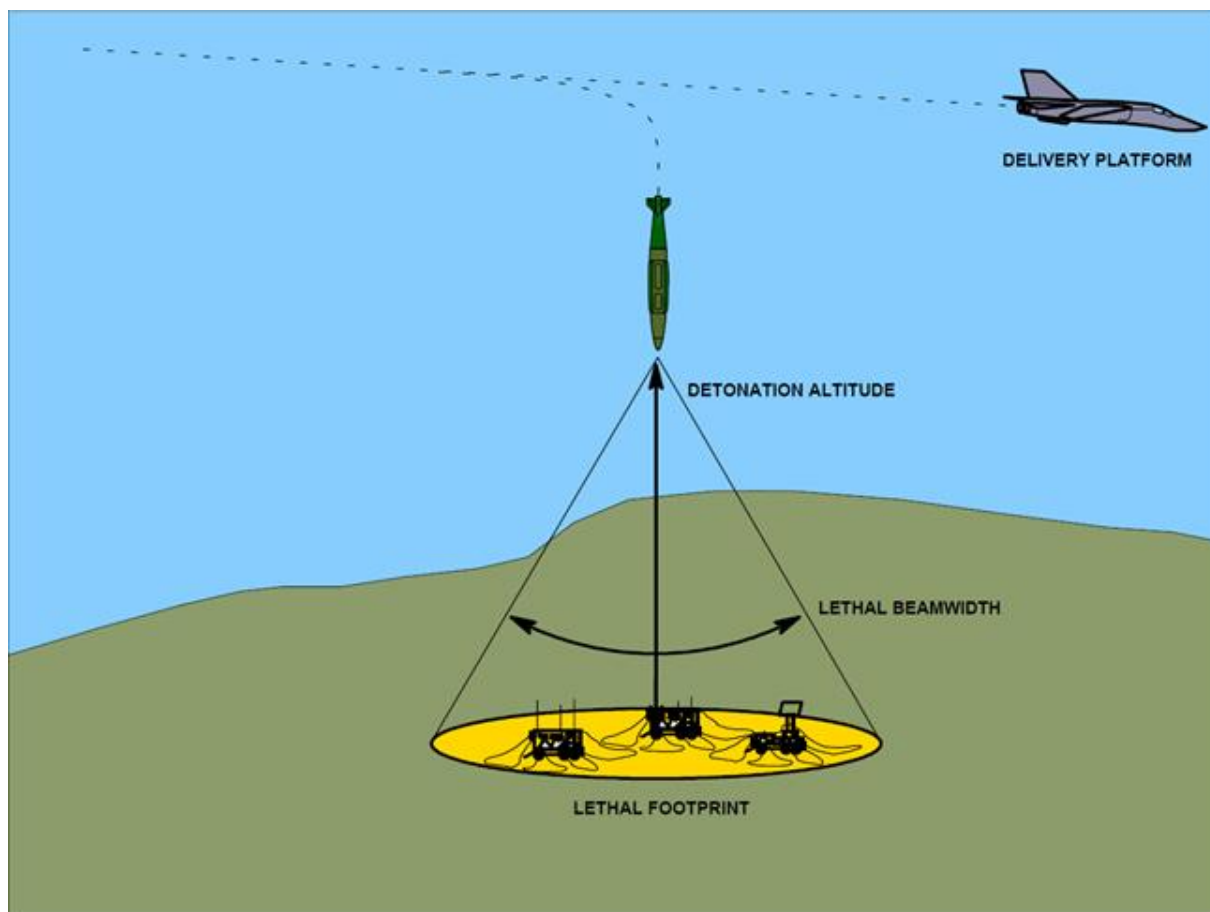


FIG.9 LETHAL FOOTPRINT OF A HPM E-BOMB IN RELATION TO ALTITUDE

Původně:

EMP jen jako faktor JV

Dnes:

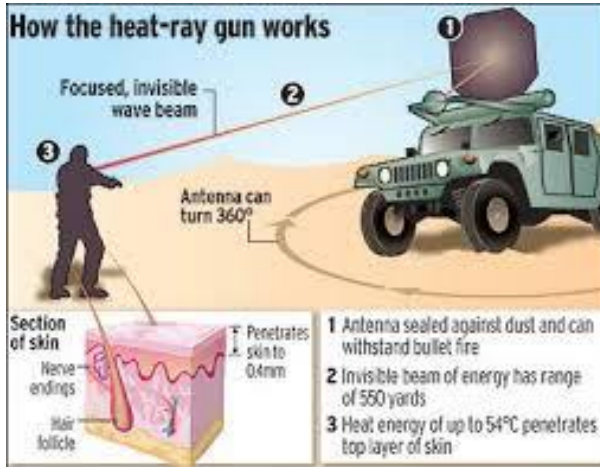
Generátory EMP v podobě

- Bomb, granátů
- Vozidel
- Ručních zařízení

- Principiálně jednoduché, pro malé vzdálenosti, vyrobitelné v amatér. podmínkách

- Velmi účinné vzhledem k nasycenosti elektronikou
 - Osoby (GSM)
 - Automobily
 - Počítače, navigace

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^{\[1\]}](#)

variants

ADS II
Silent Guardian

Specifications

Elektronická ochrana

Elektronická ochrana

Pasivní (bez vyzařování)

- Maskování před EPz
 - Spektrozonální pz
- Imitace
- Demontrace
- Odraz (odražeče)

Aktivní (s vyzařováním)

- Klamání
 - Klamné cíle
- Překrytí cíle

Ochrana

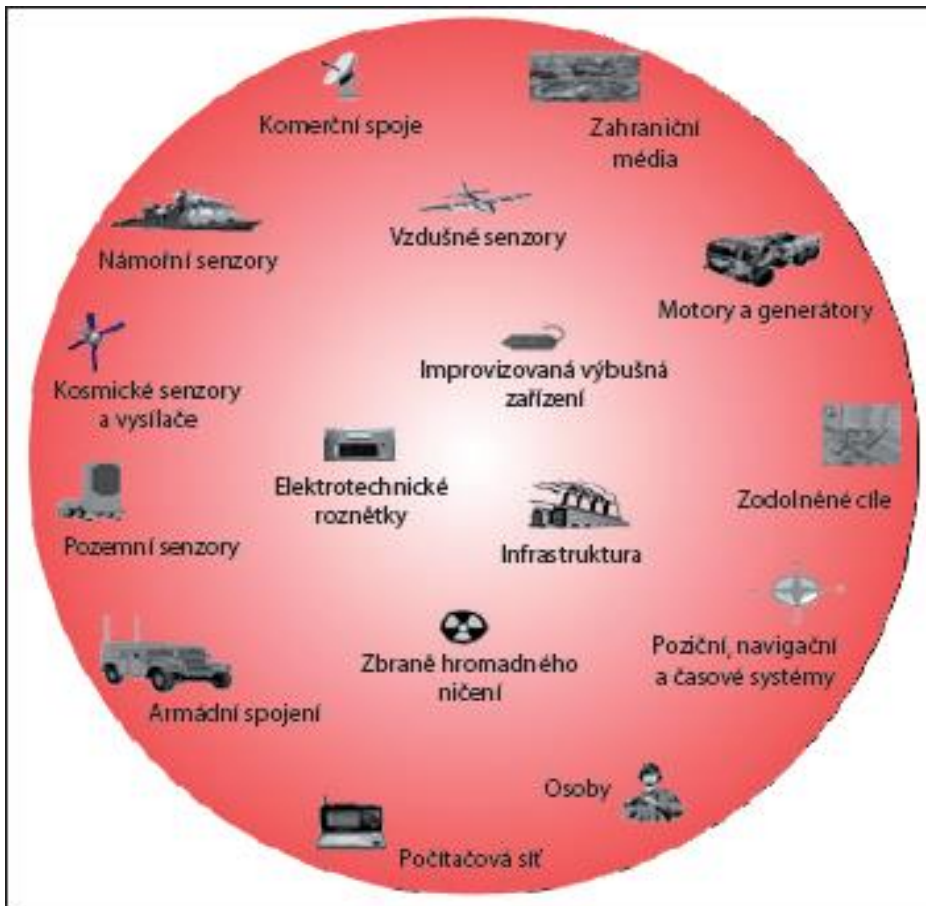
- Vlastními silami a prostředky
- Síly a prostředky vojska EB

Příklad ochrany rušením

Pasivní ochrana neznamena být pasivní v ochraně

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

Ochrana letounů



Ochrana proti RI navedení - chaffs

- Dipólové odražeče – vytvoření RI mraku

Ochrana proti IE navedení - flars

- Světlice s vyšším tepelným výkonem, než letoun



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

Možnosti spolupráce – rušením donutit rozkrýt další prostředky

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

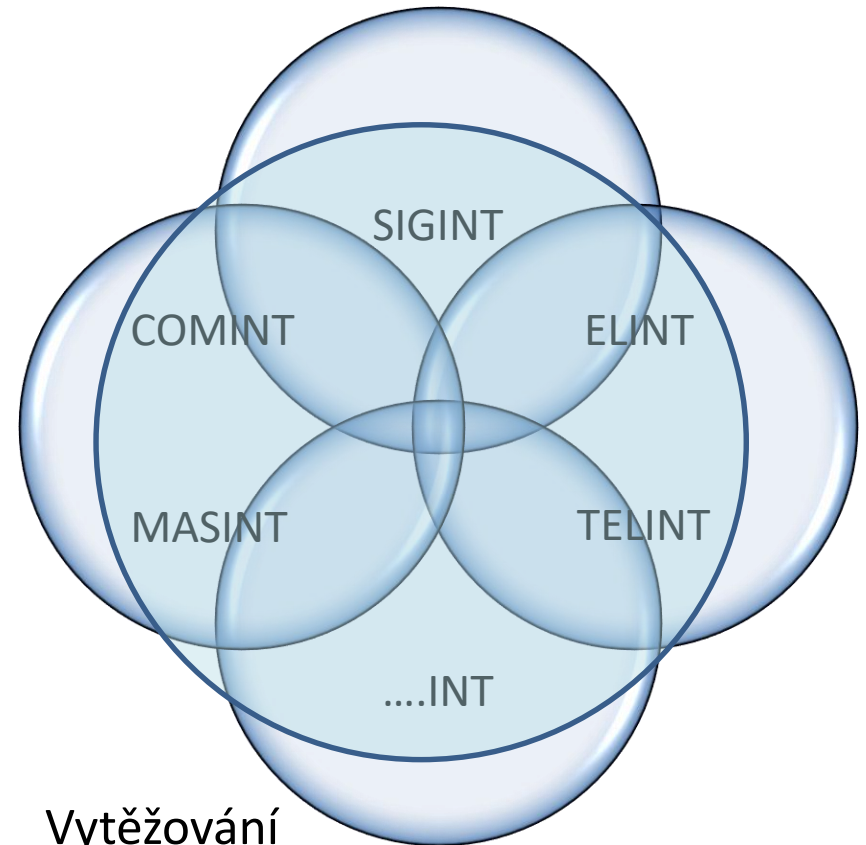
Cíl:

informace o

- protivníkovi,
- prostředí

pro

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



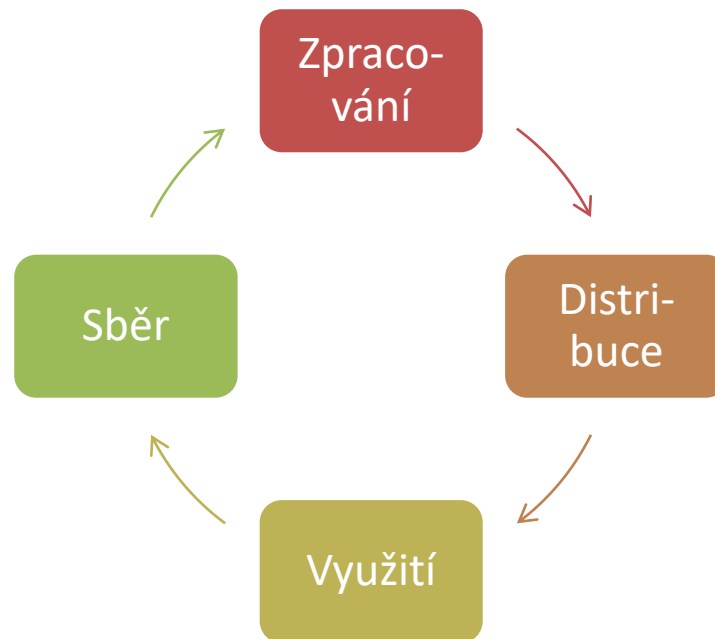
Vytěžování

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

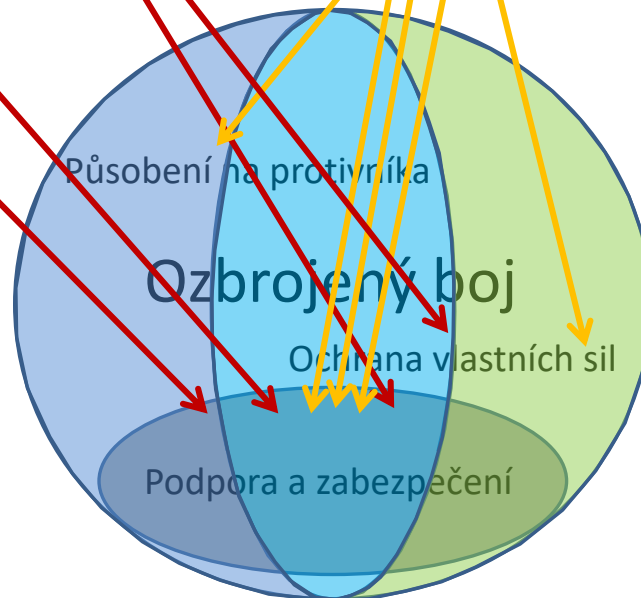
EB a ISR/ISTAR

ISR

- INTEL,
- SURVEILLANCE,
- RECCE (průzkum)

ISTAR

- INTEL
- SURVEILLANCE
- TARGET ACQUISITION
- RECCE (průzkum)



EB v operaci

ISR

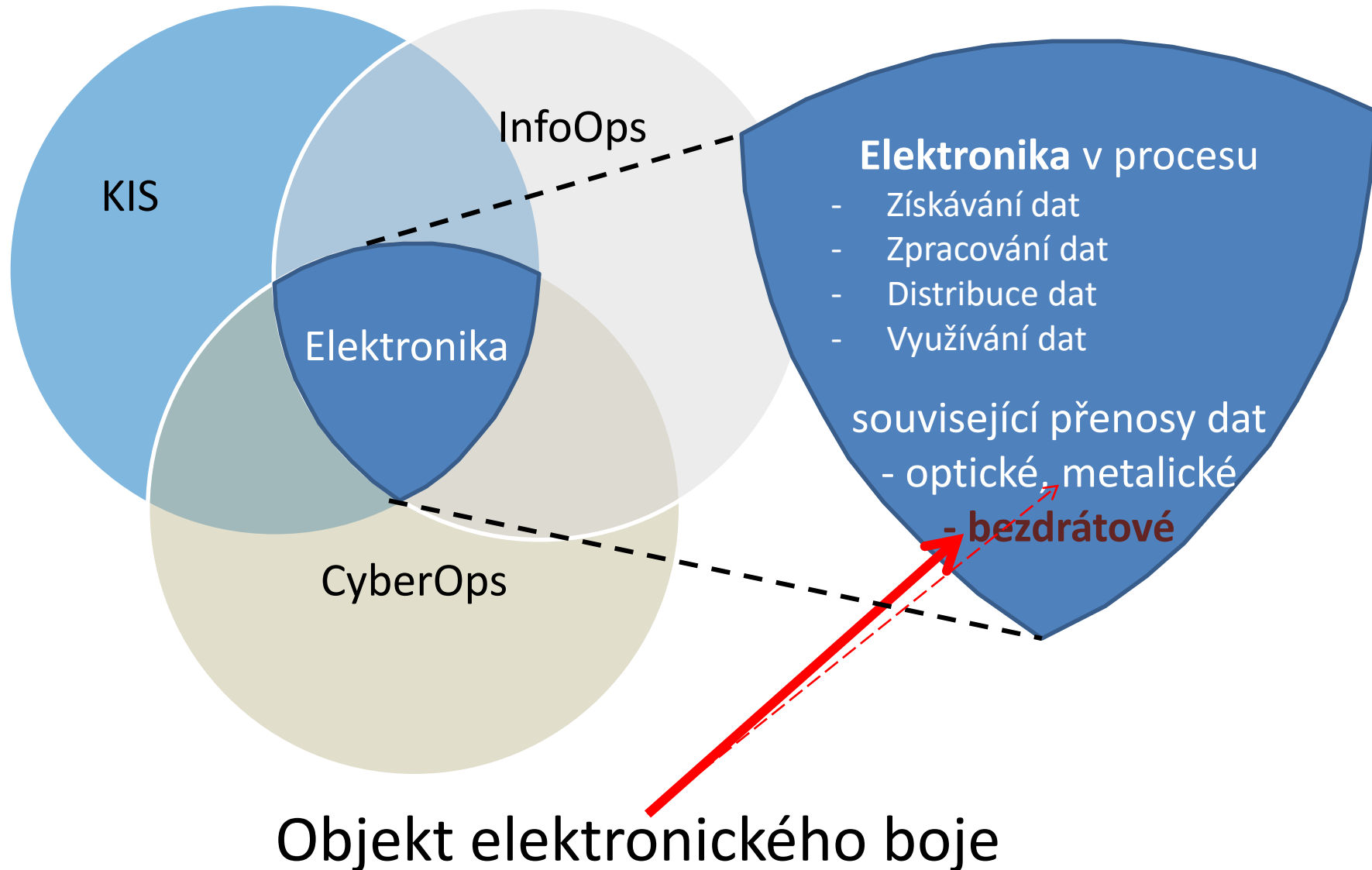
- Nepřetržité provádění pasivního EPz s cílem
 - Orientace v prostoru operace
 - Vyhledávání objektů protivníka
 - Varování vlastních sil
 - Případně aktivace všeho pz
- Plánování průzkumu
 - Analýza možných objektů protivníka a jejich prioritizace
 - Důležitost
 - Nebezpečnost
 - Analýza schopností 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
 - Elektronické rušení/blokování
- Přidělení objektů protivníka jednotlivým prostředkům působení
- Definování zkráceného rozhodování o působení
- Definování zálohy s/p pro nepředvídané situace

Průnik KIS, InfoOps a CyberOps



Operace v kyberprostoru

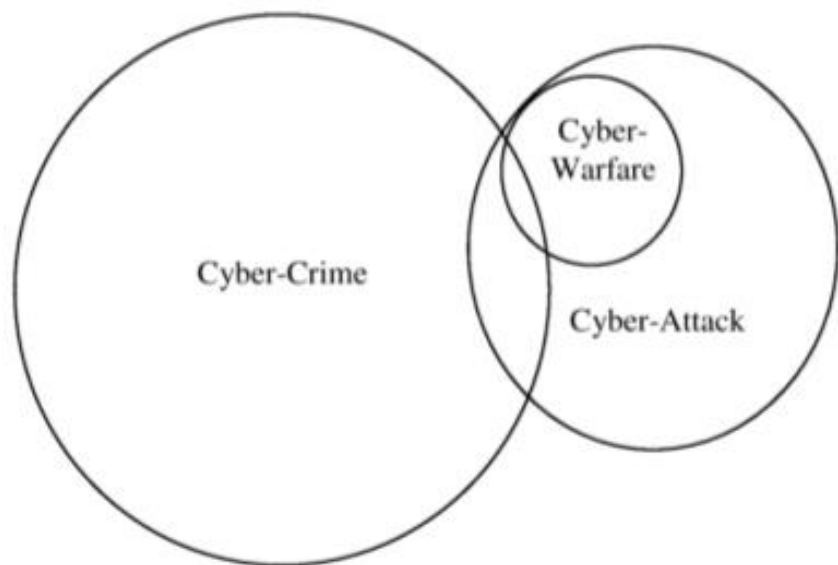
- Zabránit protivníkovi využívat
 - Chránit vlastní možnost využívat
- ## kyber doménu



Cyber doména pracuje na elektronické bázi

Kybernetické akce a jejich charakteristiky

Vztah mezi kybernetickými akcemi



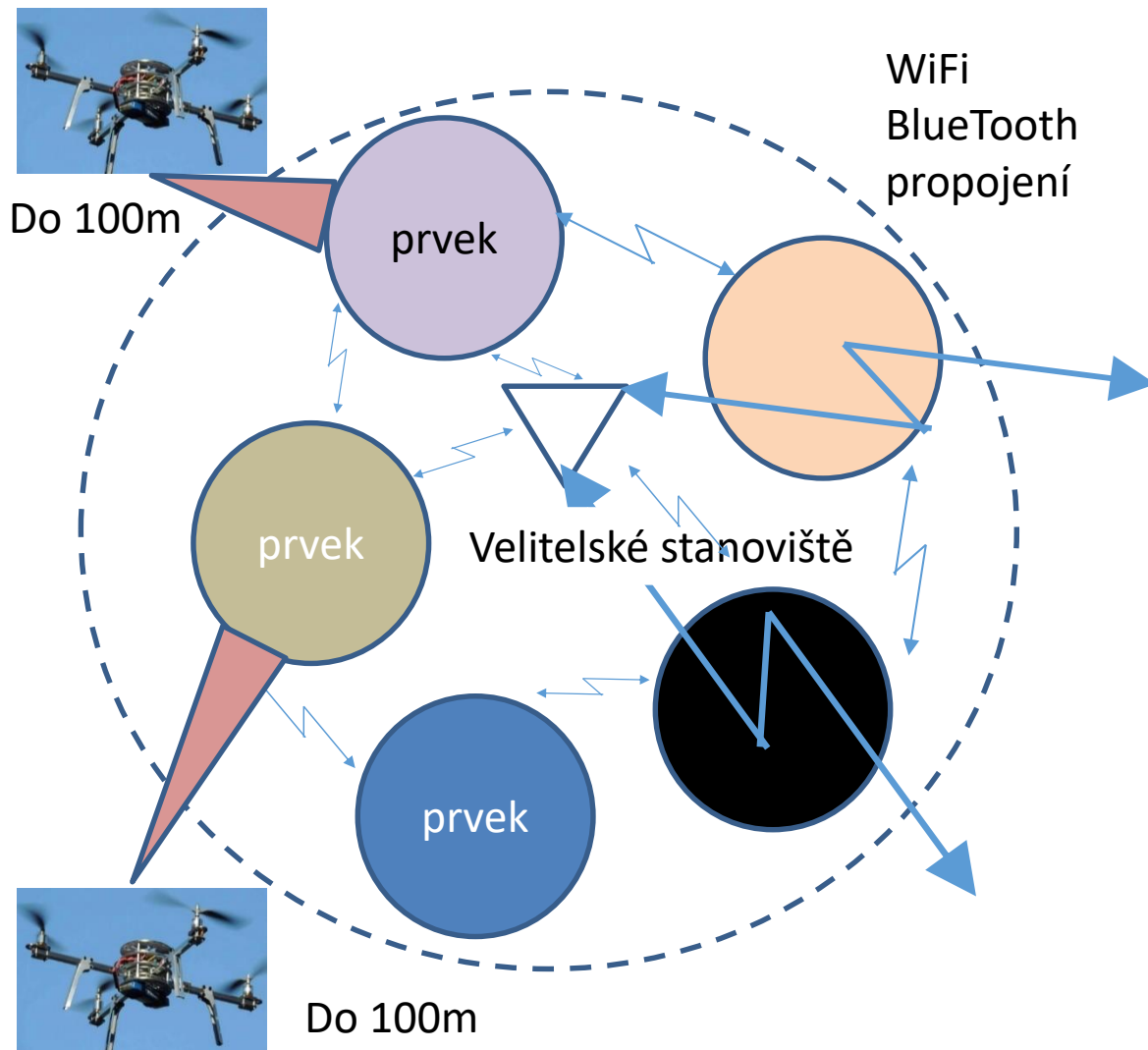
Podstatné charakteristiky různých kybernetických akcí

FIGURE 1. ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT CYBER-ACTIONS

Type of Cyber-Action	Involves only non-state actors	Must be violation of criminal law, committed by means of a computer system	Objective must be to undermine the function of a computer network	Must have a political or national security purpose	Effects must be equivalent to an "armed attack," or activity must occur in the context of armed conflict
Cyber-Attack			√	√	
Cyber-Crime	√	√			
Cyber-Warfare			√	√	√

Zdroj: Lejdi Dervishi: NATO'S EVOLUTION: FROM CONVENTIONAL TO HYBRID WARFARE. 2015

Propojení EB a kybernetic. operací



LTG Bogdanov, profesor
vojenských věd (2008)

... objevu nového typu
elektronického působení
založeného na využívání
počítačových virů –
počítačového EB (CEW).

(Země, vzduch, kyber
prostředí, EM prostředí)

EB/REB v soudobých konfliktech

- Individuální ochrana
- Kolektivní ochrana
- Rušení navigace
- Rušení palubních, pozemních, lodních rls
- Rušení spojení
- Klamání v data sítích
- Blokování palubních systémů



Krasucha - 4 (OS RF v Syrii)

Průzkum a rušení

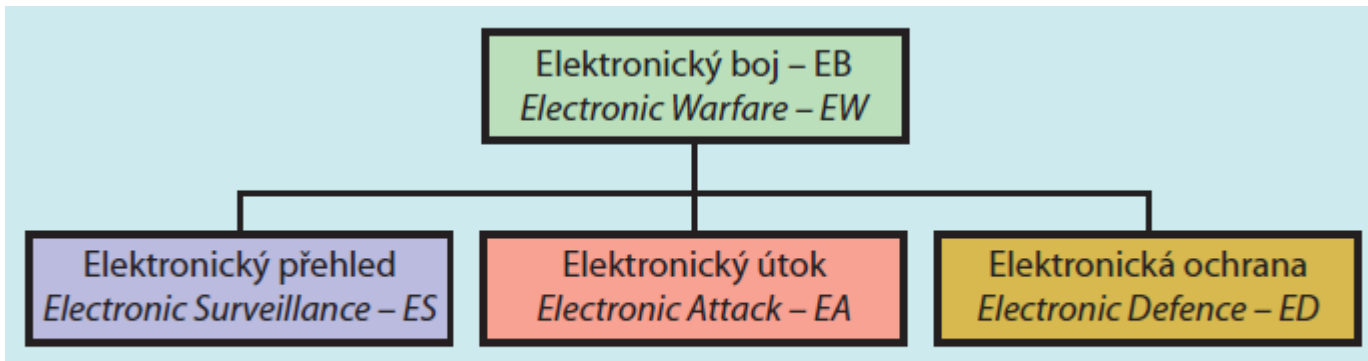
- Letecký + drony, kosmický SIGINT/ELINT
- RL navedení přesné munice, ŘS
- Rádiové spojení
- Navigace (GPS)
- (Mobilní telefony GSM)

Torpédoborec Donald Cook vs SU-24 + Chybina
(UNS-OS RF, Černé moře, APR 2014)

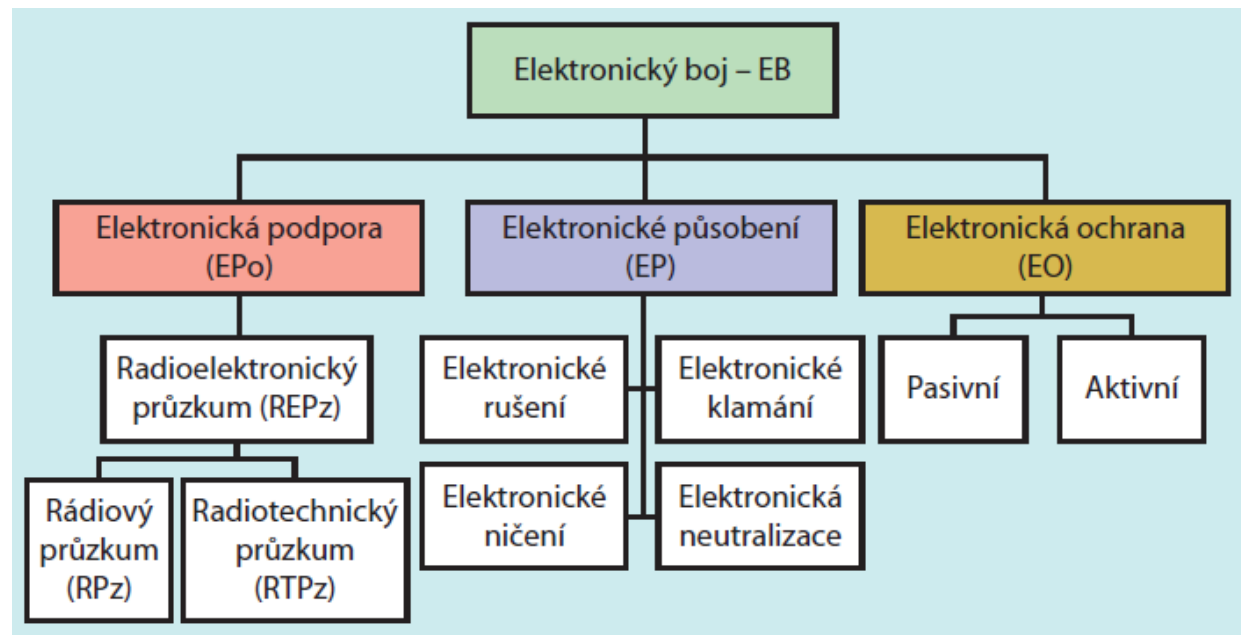
- Zablokování + infikování?

Elektronický boj v AČR

EB v NATO a v ČR

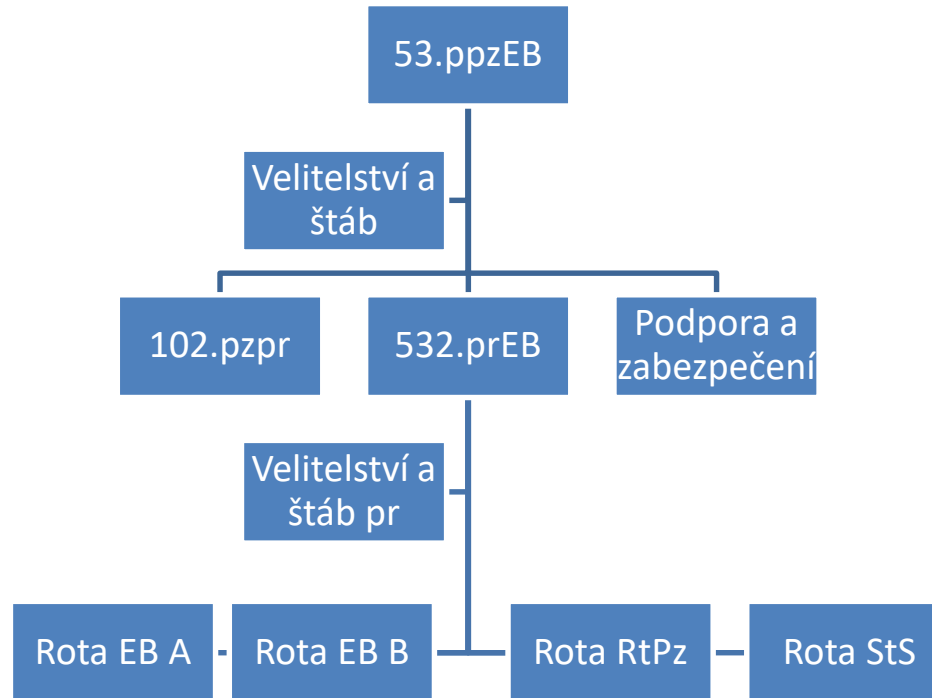


Aktuální rozdělení elektronického boje v rámci NATO



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

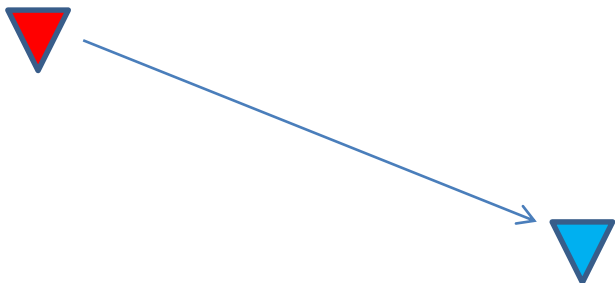
- Koordinace
 - Působení na protivníka
 - Ochrany vojsk
- Využívání výsledků rušení

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

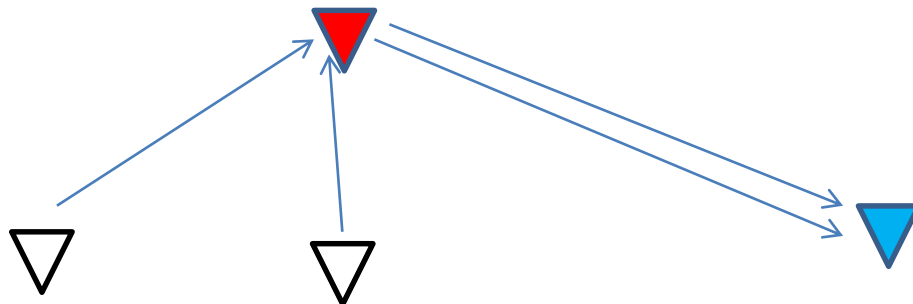
Možnosti:

- Zjištění nehomogenit ve vzduchu

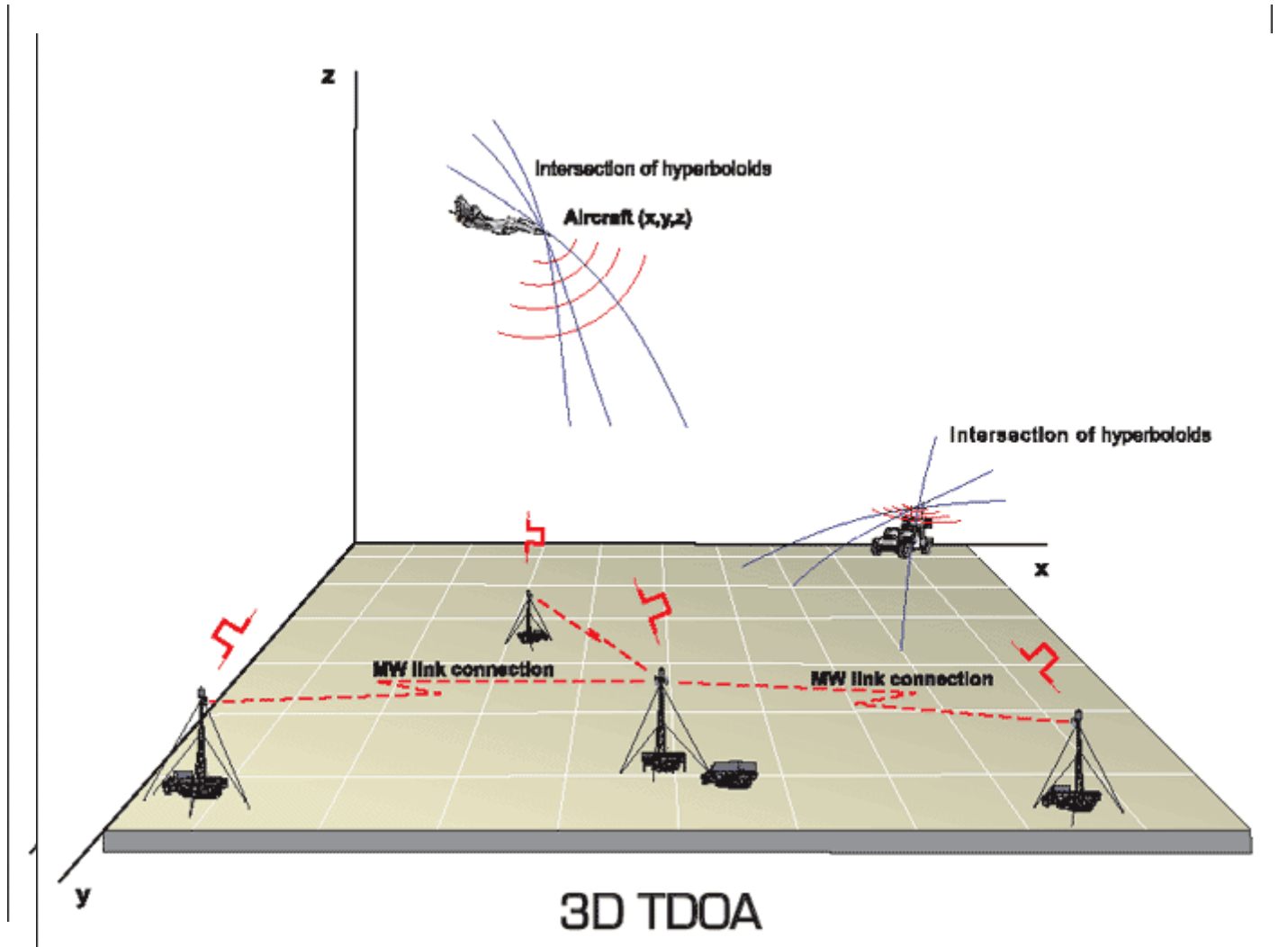
Požadavky

- Řádově vyšší citlivost
- Schopnost rozlišovat změny fáze signálu

Princip: zachycení signálu odraženého objektem



Princip PSS Věra



CS/CZ PSS

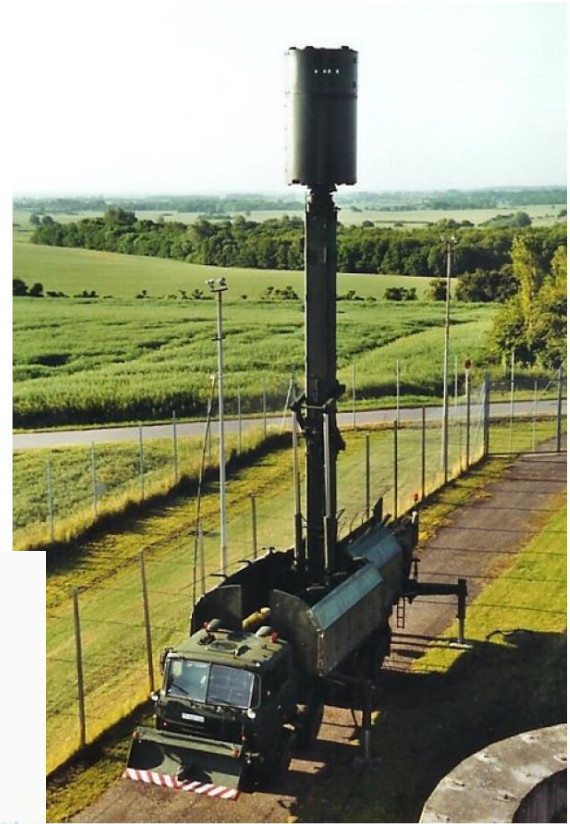


KoPáč

Ramona



Tamara



© Tamara (Foto: oficiální zdroj)

Věra



Shrnutí

- Poslání a místo EB v ozbrojeném konfliktu
- Tři základní složky EB
- EB v soudobých konfliktech
- ČS/CZ přínos k EB

Profesní organizace odborníků 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 NOV 2012 ELECTRONIC WARFARE
- NATO Electronic Warfare
http://nato.int/cps/en/natohq/topics_80906.htm?selectedLocale=en

Závěr

Otázky a odpovědi

Q&A

