



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

Humanitní auditorium – omezené využívání matematiky

Válka jako fenomén společnosti

Důvod války

prosadit své zájmy

(jinak než politicky)

Základní cíl války:

porazit OS protivníka

K tomu je nezbytné:

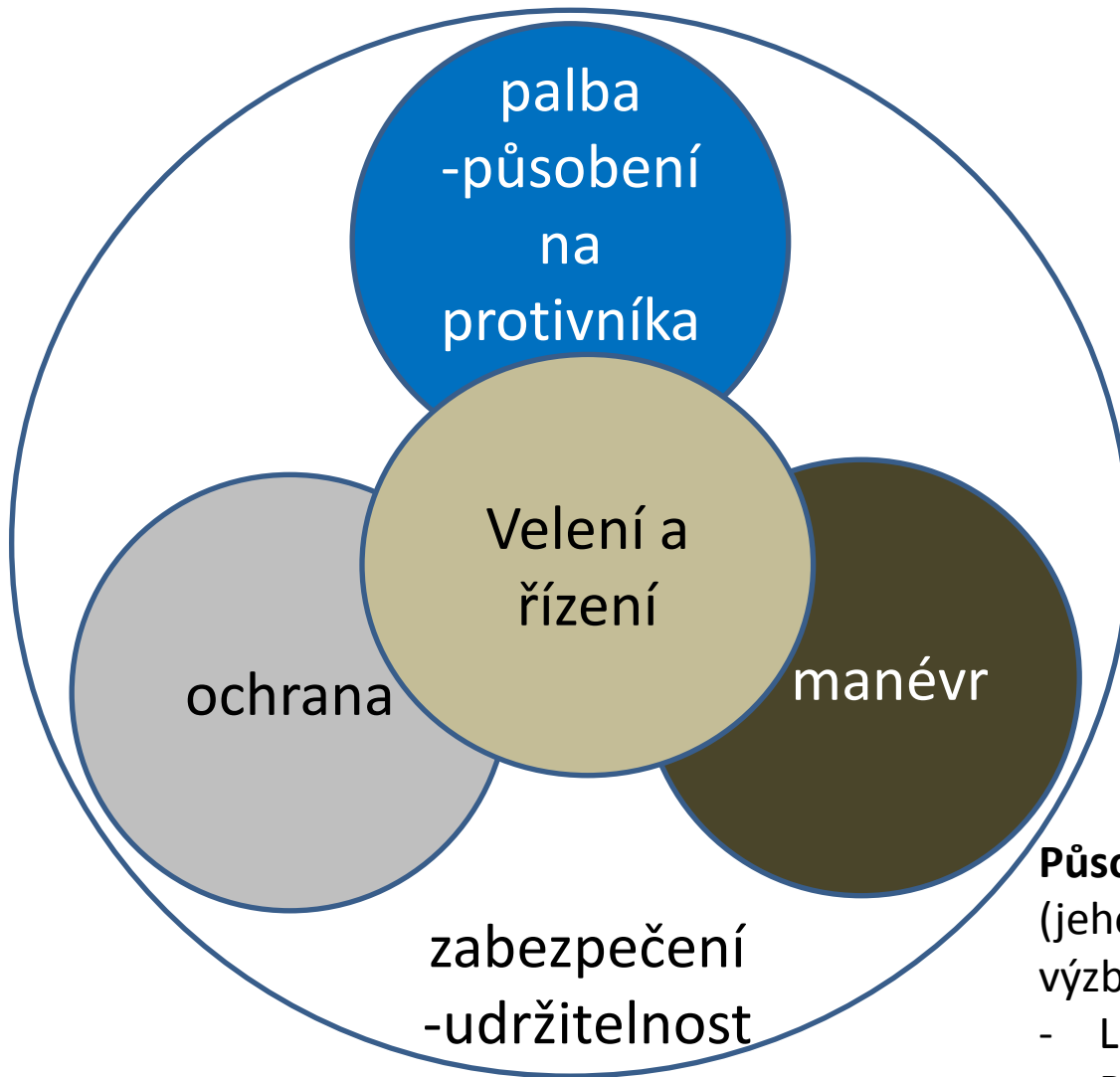
zachovat své schopnosti

„Cílem války není padnout za vlast, ale přimět ty pankarty 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)

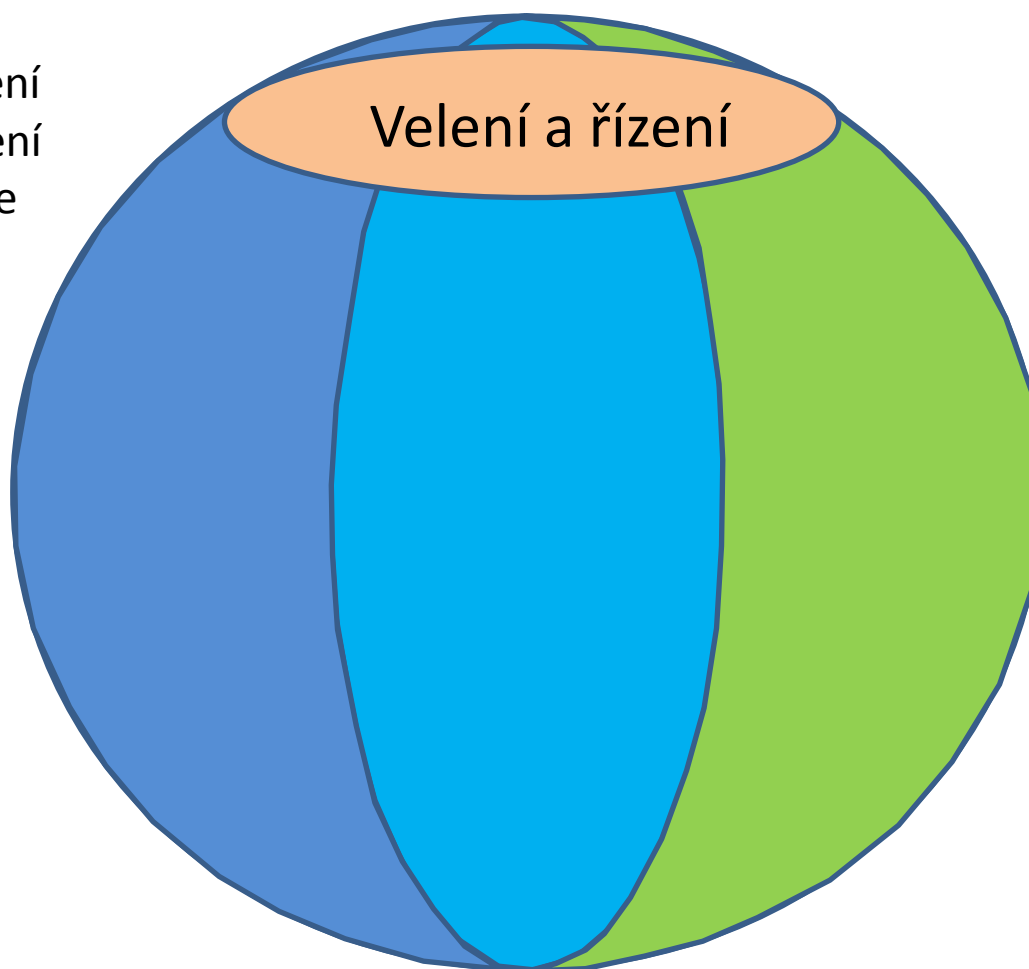
Působení na protivníka

(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) (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

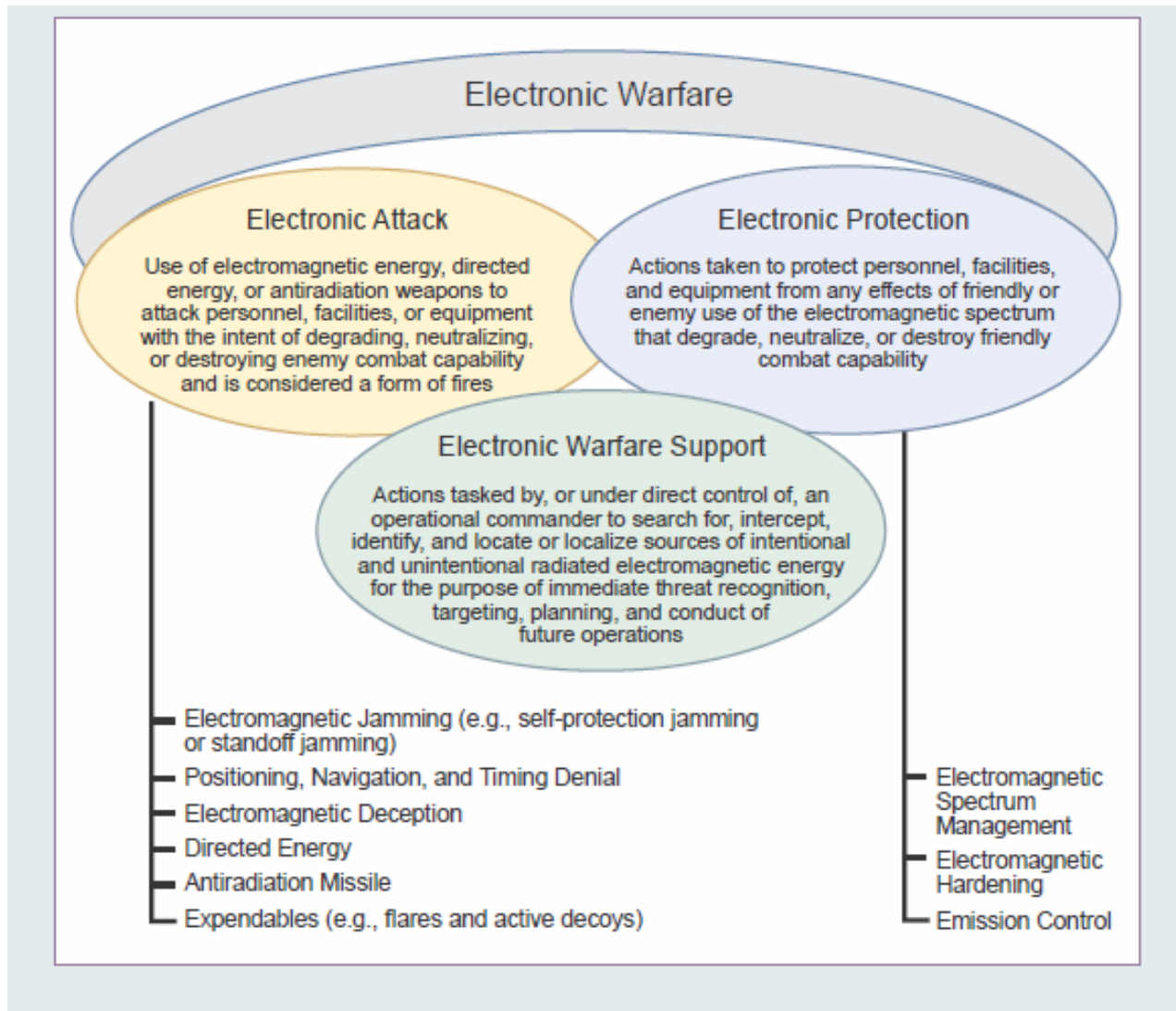


Figure I-3. Overview of Electronic Warfare

Působení na protivníka - teorie

Letální

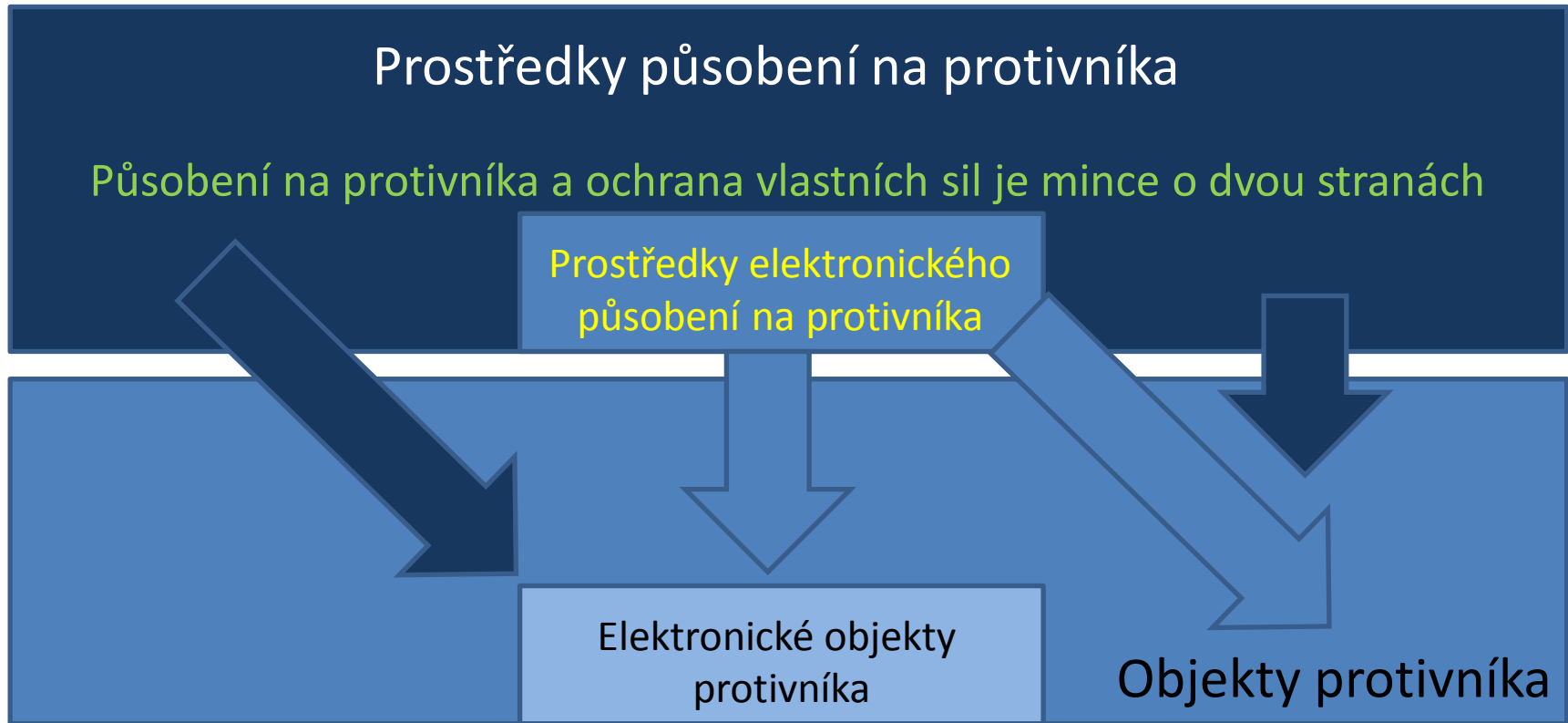
- s využitím energie
 - Kinetické – destrukce
 - Tepelné – spálení
 - Elektromagnetické – spálení, rekonfigurace materiálu
 - Světelné – spálení, oslepení
 - Radiologické – radiace, zamoření
 - Pronikavou radiací – atomární, atomární, molekulární rekonfigurace
 - Akustické – infrazvuk, ultrazvuk
- s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

Působení na živou sílu protivníka a/nebo materiál protivníka

Užší a širší pojetí EB



Prostředky působení na protivníka:

vše, co může negativně ovlivnit jeho činnost

Objekty protivníka:

živá síla, VTM, infrastruktura protivníka

Aplikace na elektronický boj

různá pojetí a rozsah chápání EB

Elektronické působení na **elektronické** prostředky protivníka
nebo

Elektronické působení na protivníka
nebo

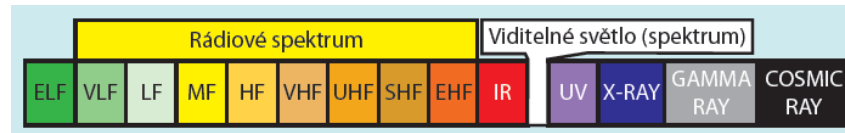
Působení na **elektronické** prostředky protivníka
versus

Elektronická ochrana proti **elektronickému** působení
nebo

Elektronická ochrana proti působení
nebo

Ochrana proti **elektronickému** působení
(protivníka, prostředí, vlastních sil)

Elektromagnetické spektrum



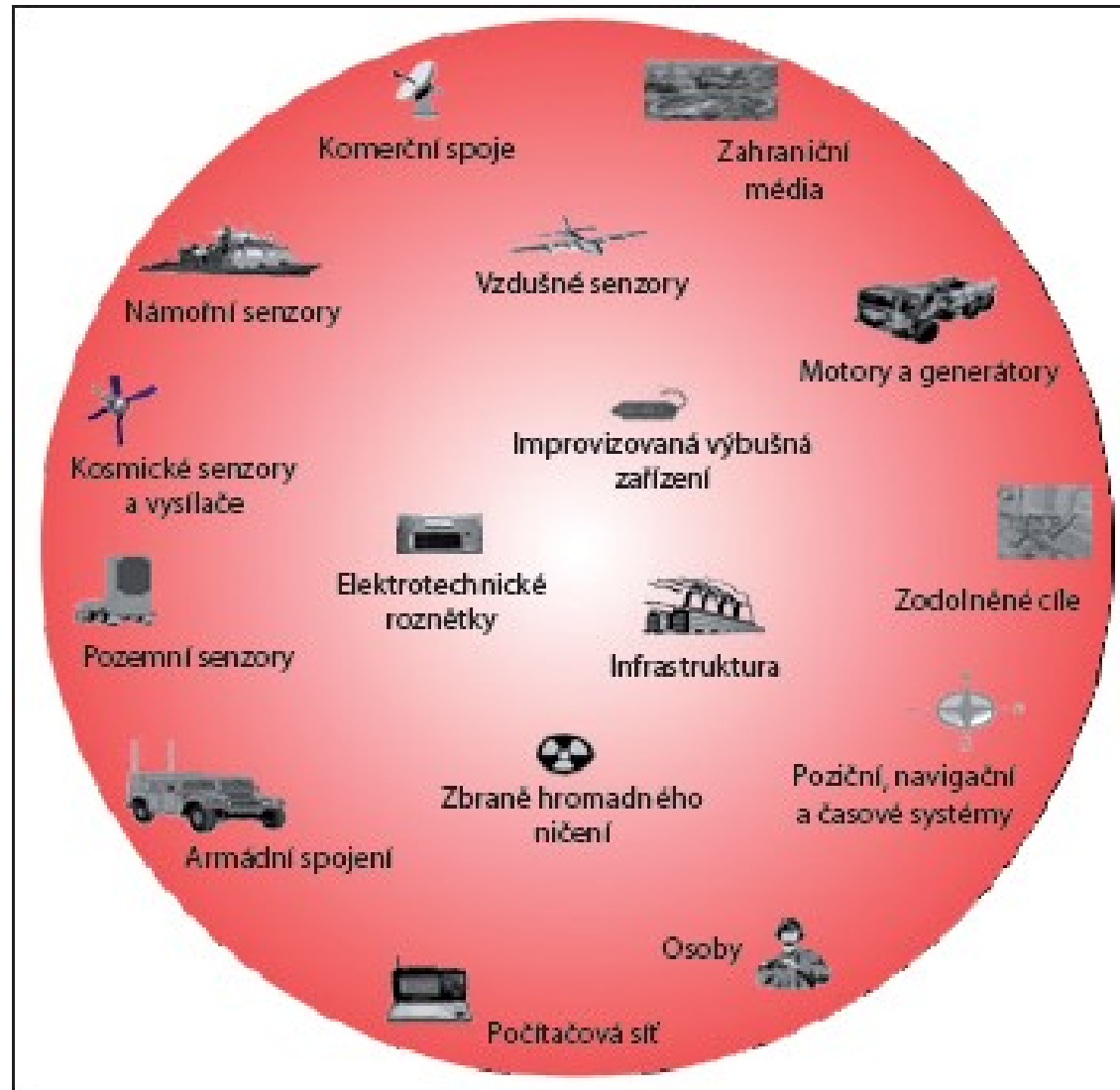
Legenda:

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

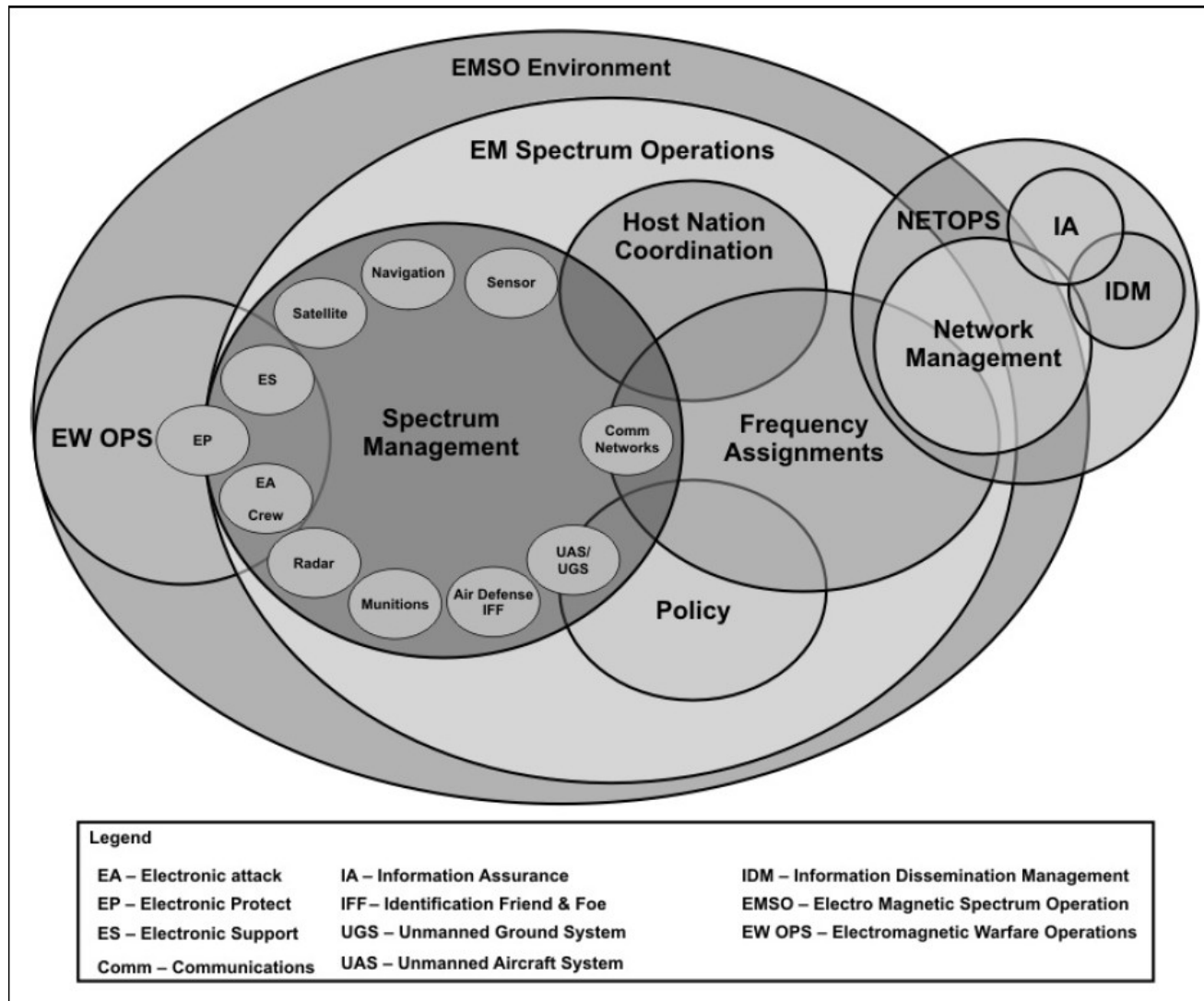


Figure 1-1. Electromagnetic spectrum operations

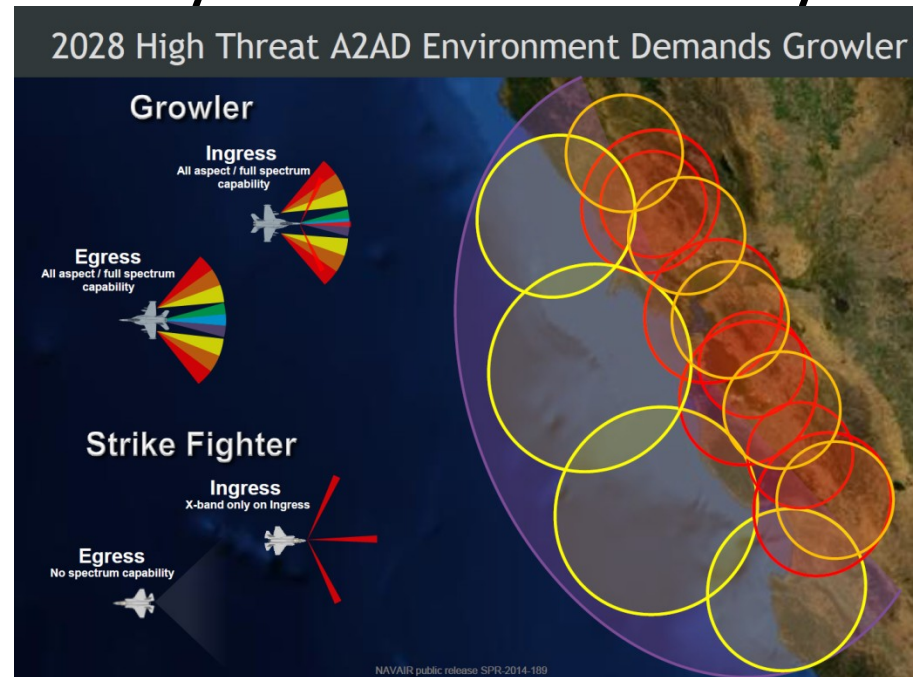
Taktické prostředky EB současnosti

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
 - Zbraně využívající ničivou EM energii



Elektronický útok

Příklad elektronického vybavení pozemních sil

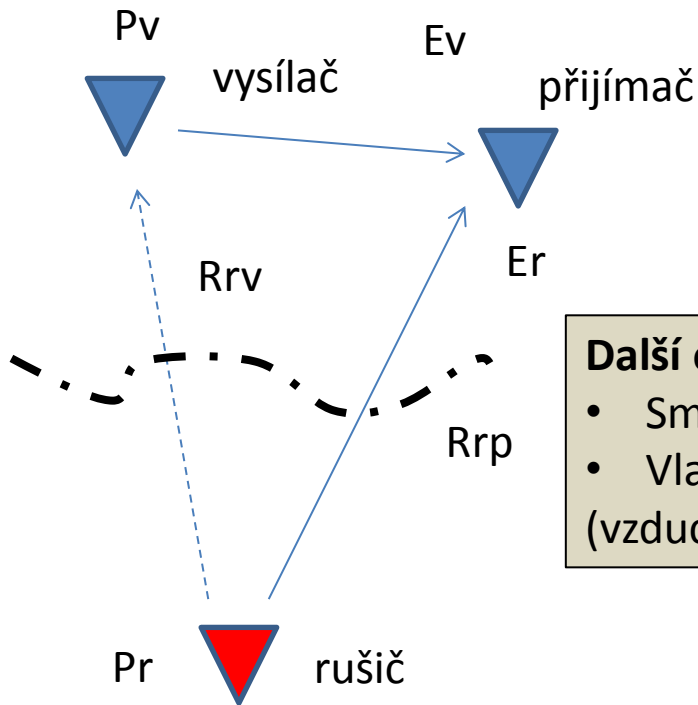
- Všechny elektronické systémy - v užším pojetí
 - bezdrátové spojení
 - pozemní rlpz, rpz, průzkumná čidla
 - Navigace, navedení zbraní
- V širším pojetí
 - Informační systémy
 - Výpočetní technika
 - (Polní) metalické rozvody

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)

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

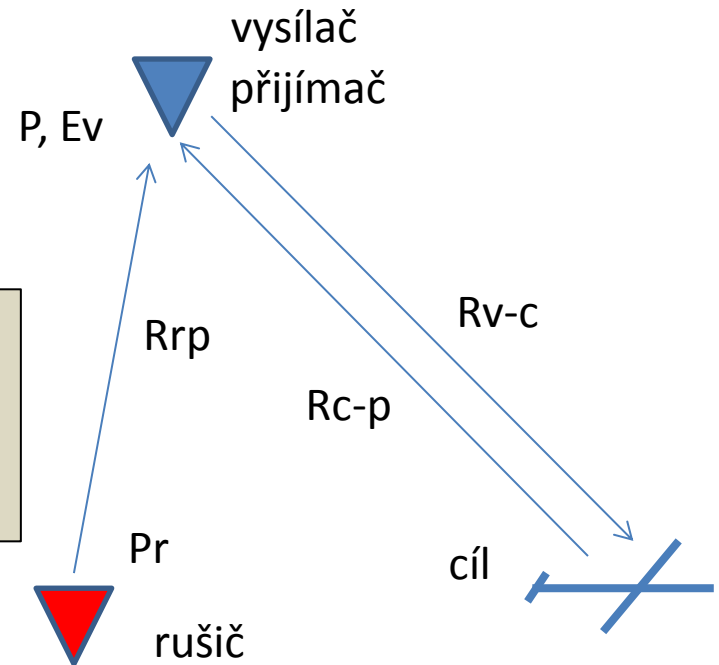
$$\text{Koeficient zarušení} = E_r / E_v$$

$$= P_r / P_v \cdot R_{rv}^2 / R_{vp}^2$$

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

Data: 0,8 až 3

Radiolokační průzkum



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

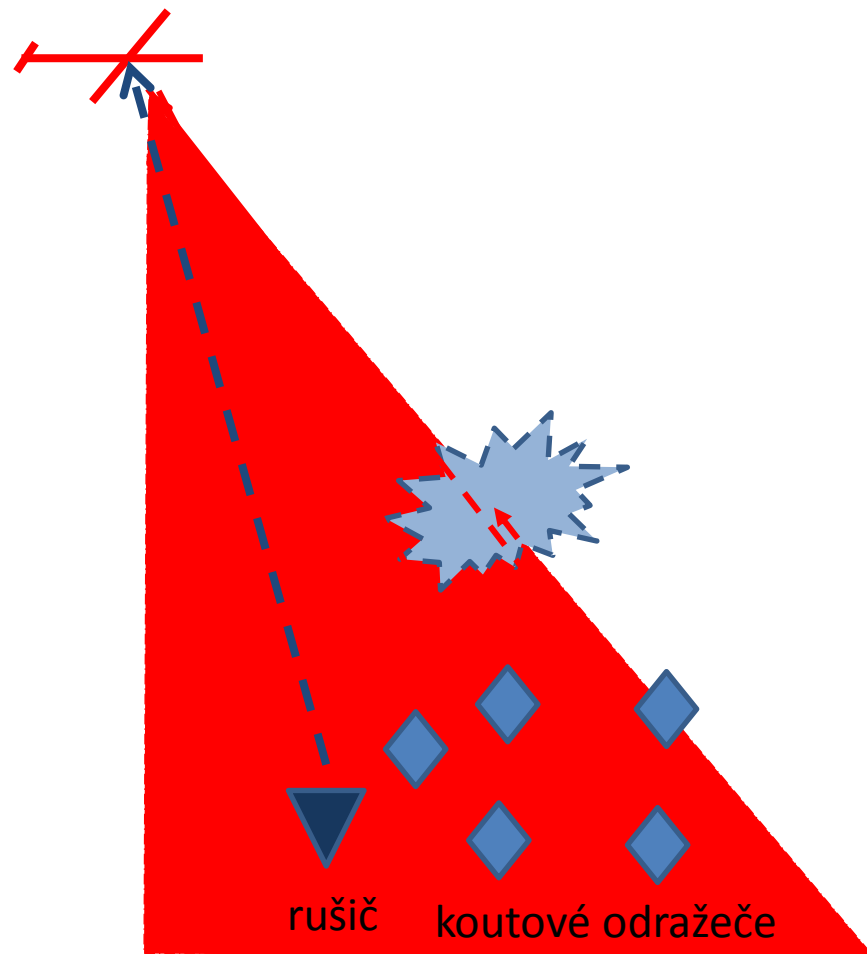
$$\text{Koeficient zarušení} = E_r / E_v$$

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

Elektronické působení

- **Rušení** - vyzařování rušivé energie
- **Klamání** – vkládání klamných informací
 - Klamným signálem
 - Odrážením 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

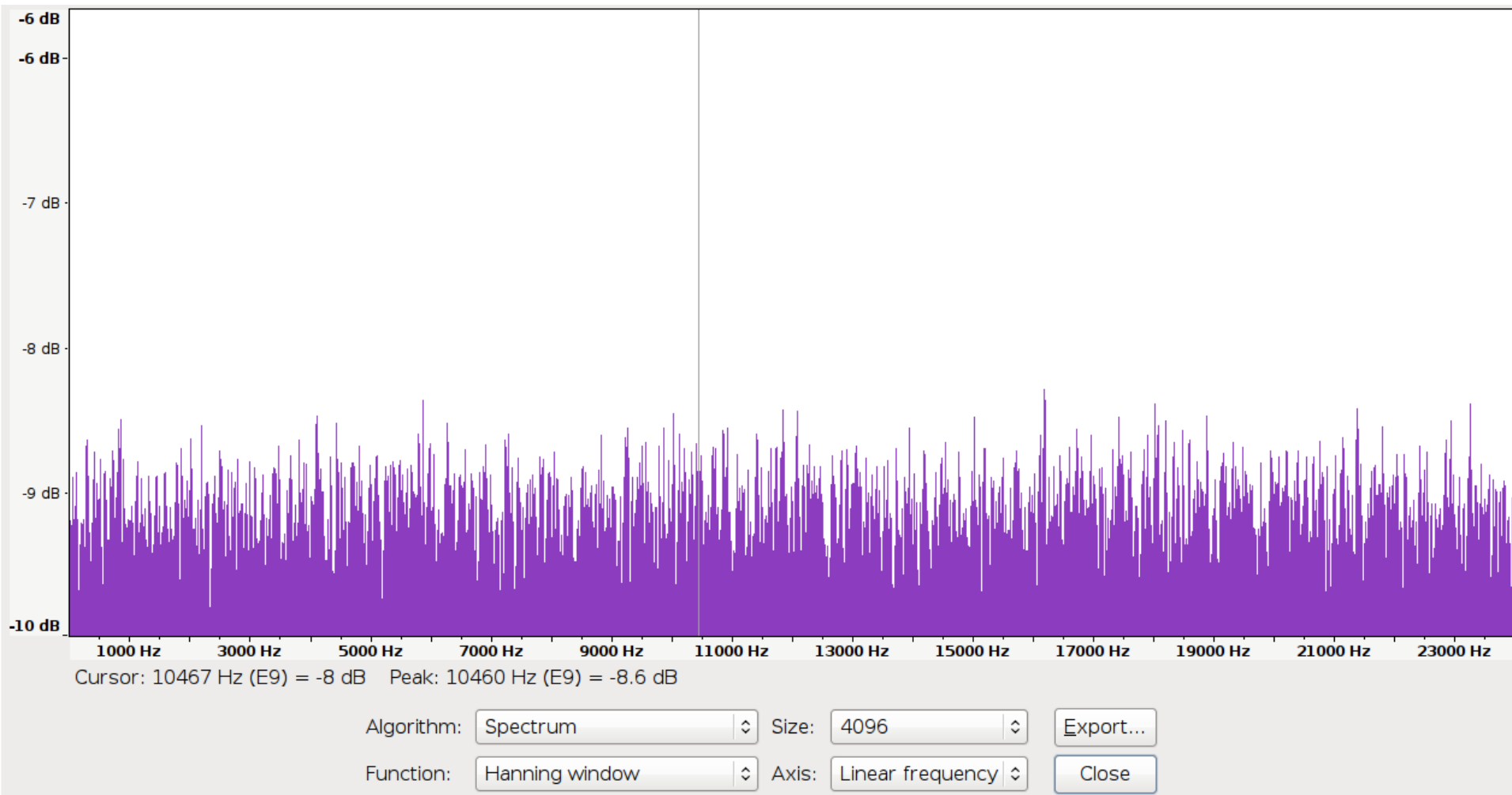
- Klamání $\rightarrow E_r \sim E_u$
- Rušení $\rightarrow E_r > E_u; 10x$
- Zahlcení $\rightarrow E_r \gg E_u; 10^2x$
- Zablokování $\rightarrow E_r \gg E_u; 10^{3-4}x$
- Zničení $\rightarrow E_r \gg E_u; 10^{5-6}x$

Ovlivňování prostředí šíření signálu

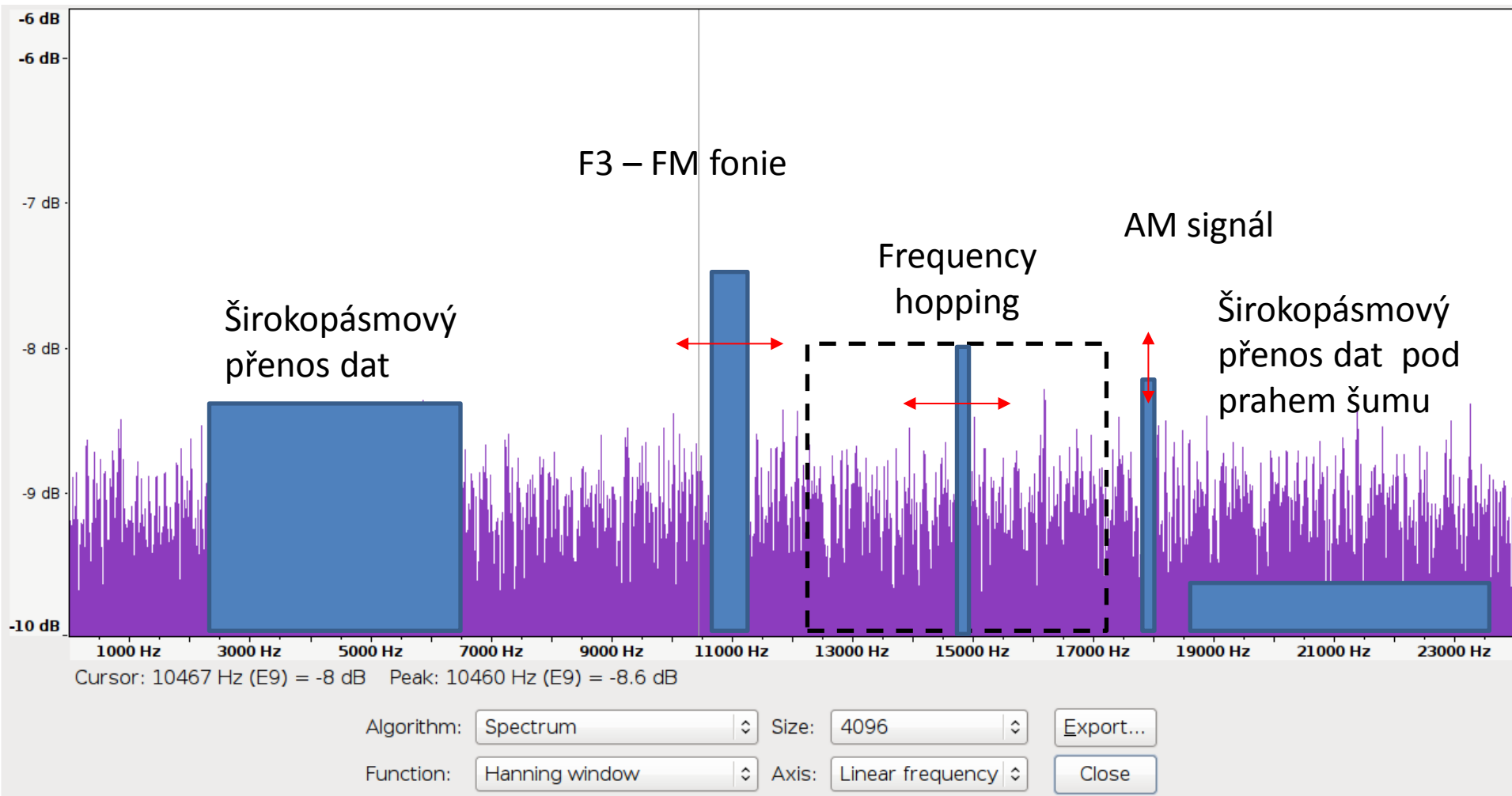
Manévr v EA

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

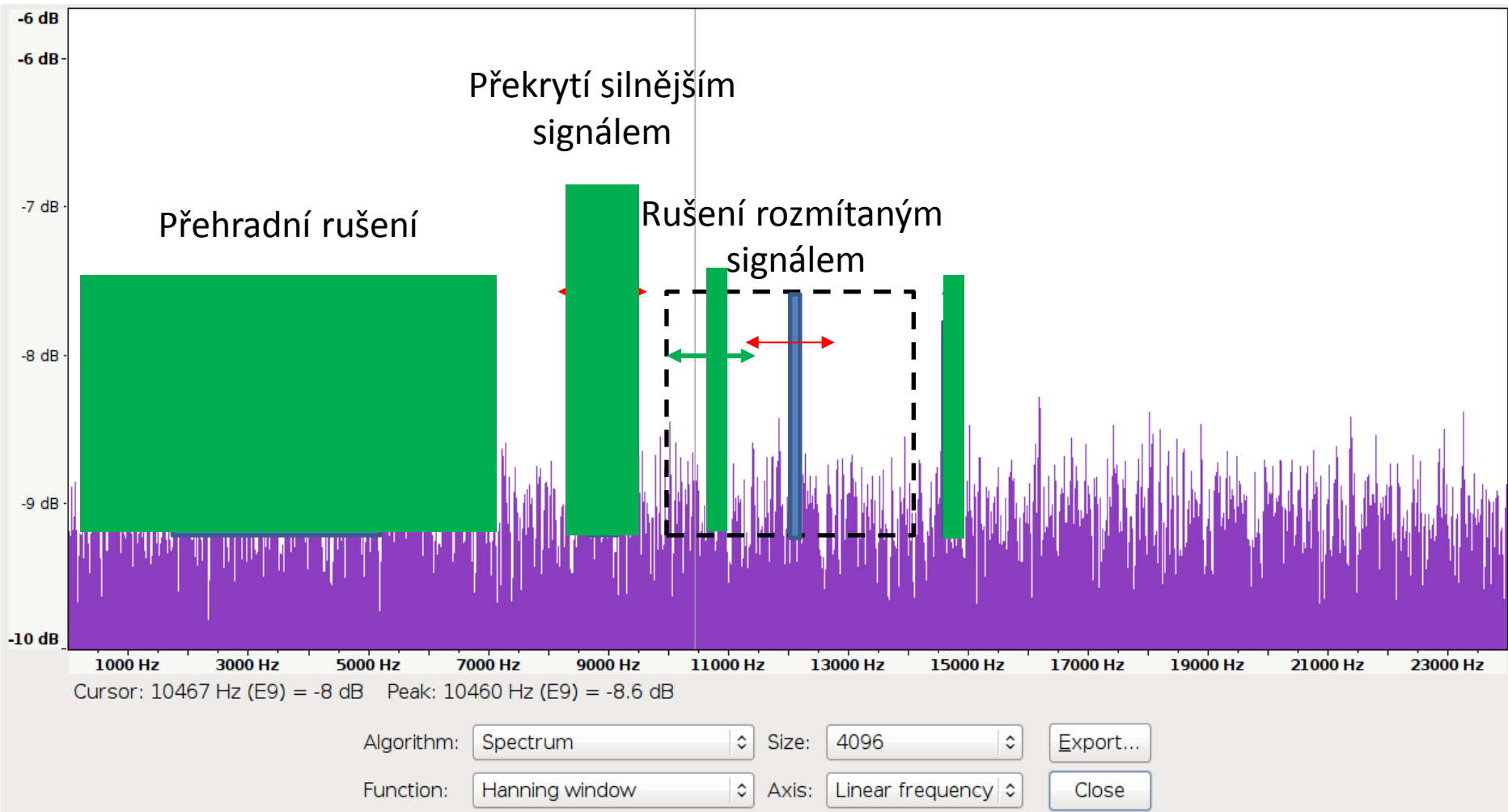
Možné druhy signálů bílý šum na pozadí



Možné druhy signálů



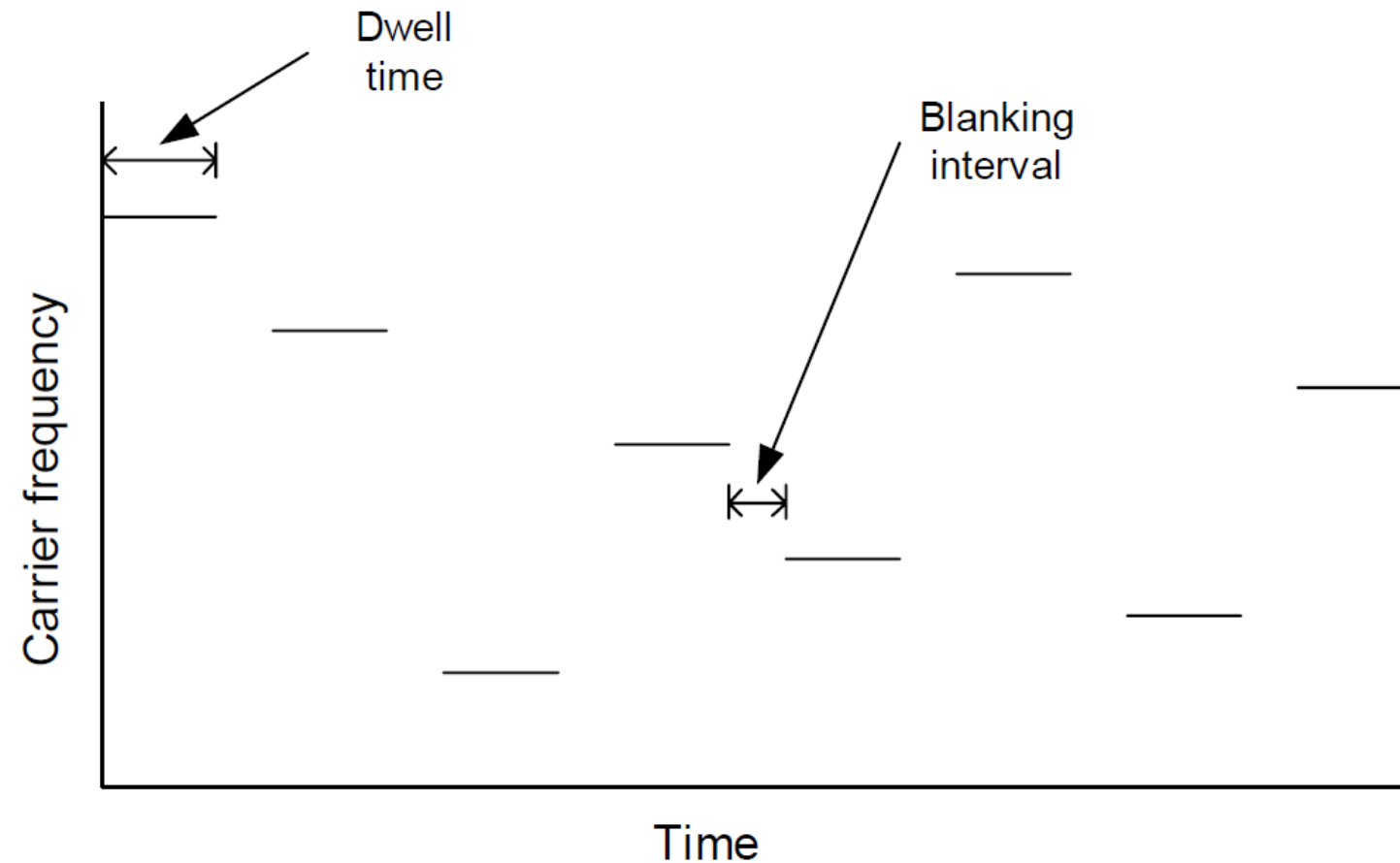
Možné druhy signálů s různými druhy rušení



Rušení pseudobílým šumem



Princip Frequency hopping



Rychlost frekv.
skoků/sek.

- Nízká
- Střední
- Vysoká

Počet kmitočtů
cca 3600

Paralelní
provoz
několika sítí

Elektromagnetický impulz EMP

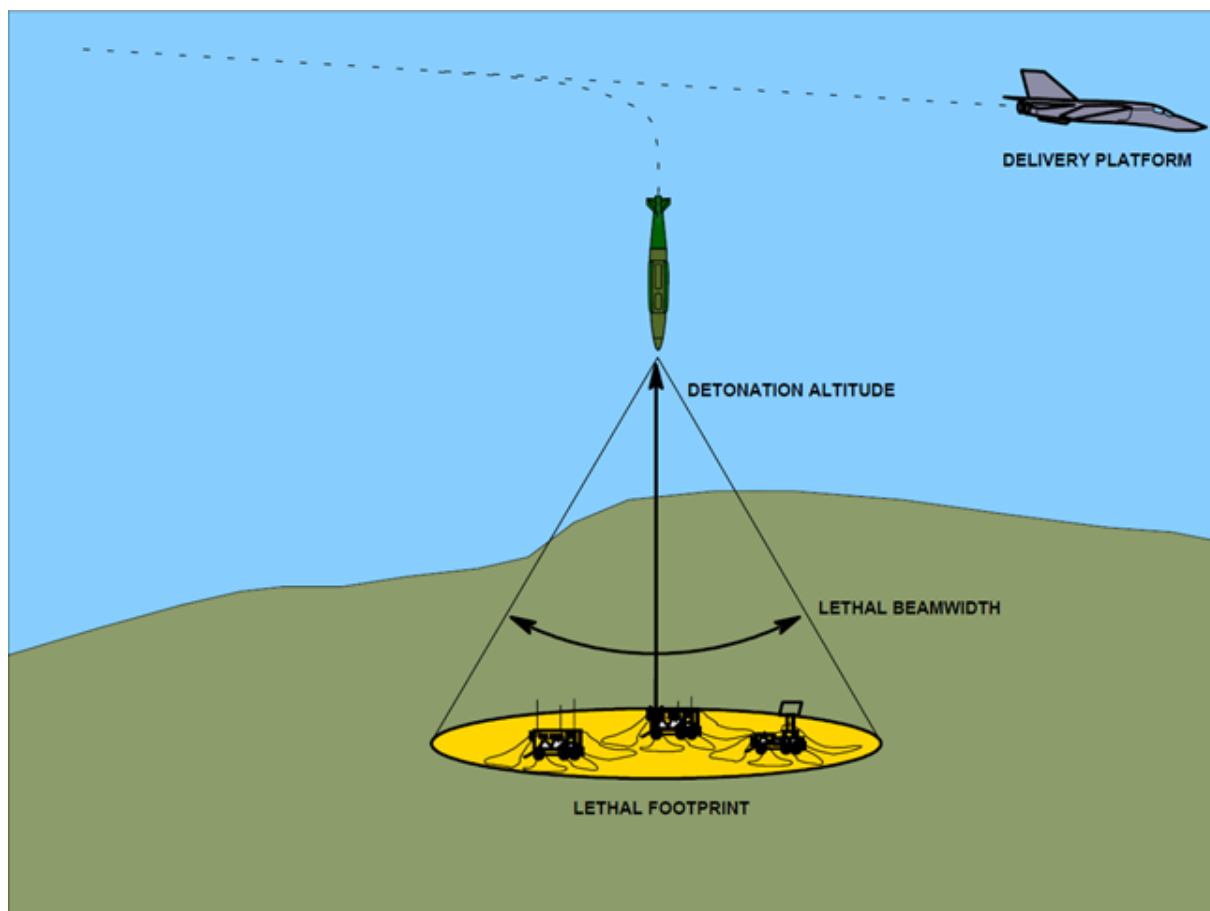


FIG.9 LETHAL FOOTPRINT OF A HPM E-BOMB IN RELATION TO ALTITUDE

Původně:

EMP jen jako faktor JV

Dnes:

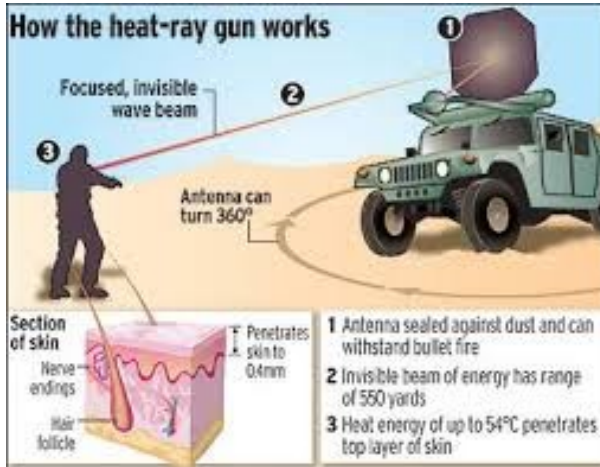
Generátory EMP v podobě

- Bomb, granátů
- Vozidel
- Ručních zařízení

- Principiálně jednoduché, pro malé vzdálenosti, vyrobitelné v 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
- Imitace
- Demontrace
- Odraz (odražeče)

Aktivní (s vyzařováním)

- Klamání
 - Klamné cíle
- Překrytí cíle

Ochrana

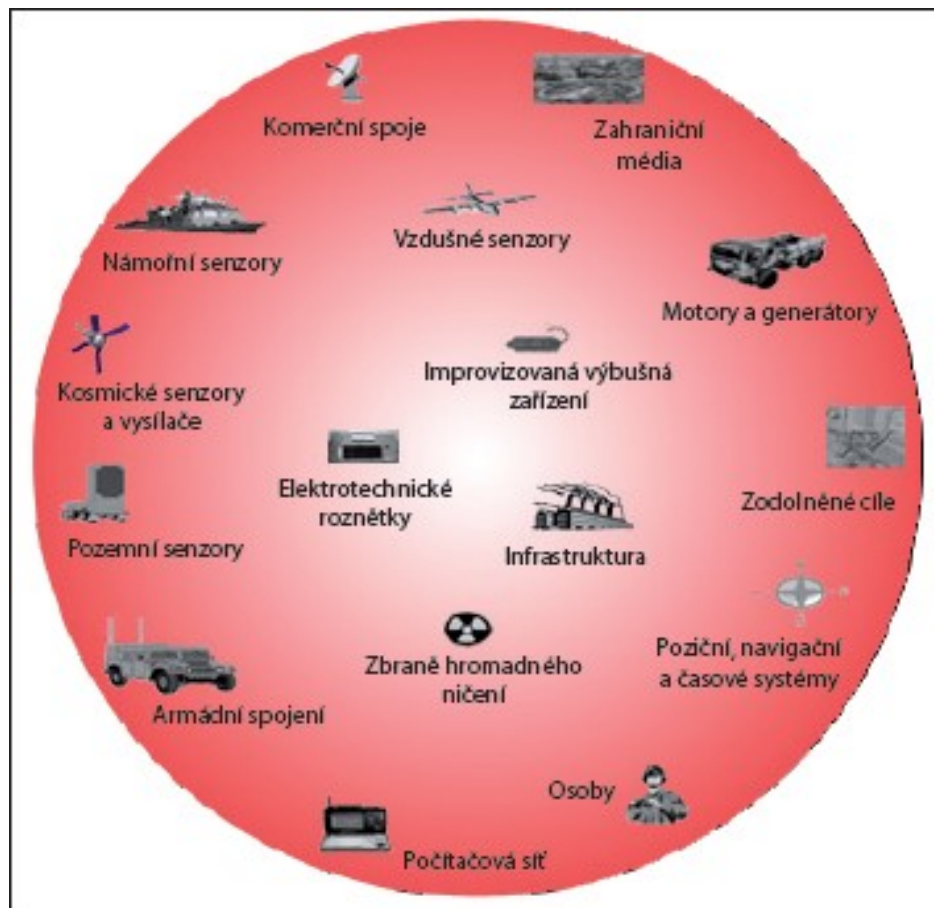
- Vlastními silami a prostředky
- Síly a prostředky vojska EB

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 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

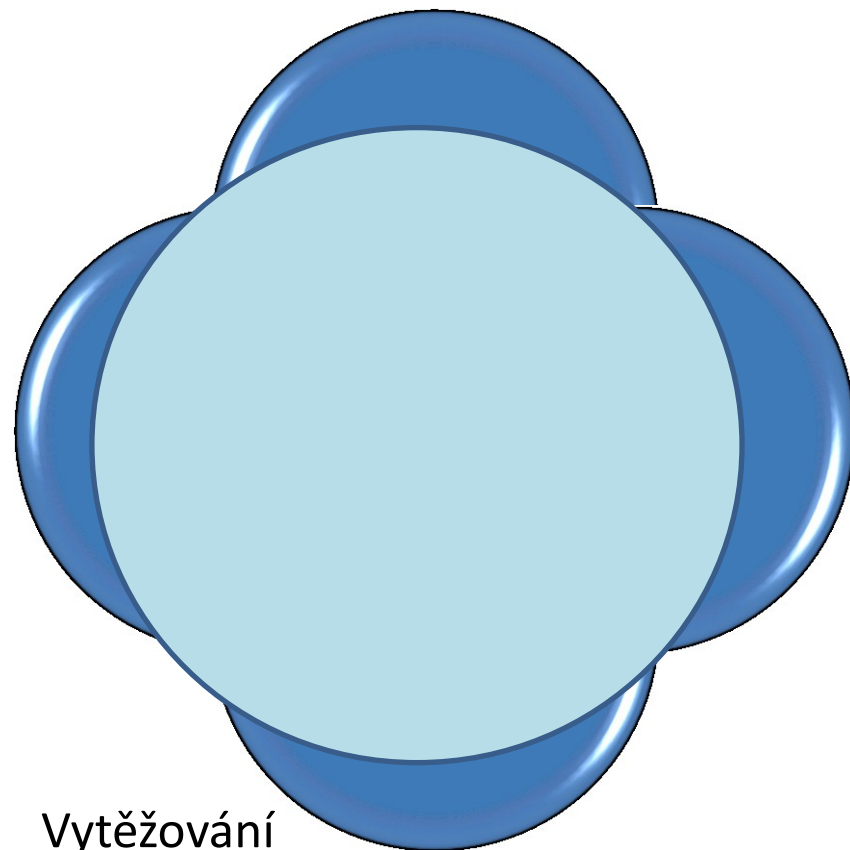
Cíl:

informace o

- protivníkovi,
- prostředí

pro

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



Vytěžování

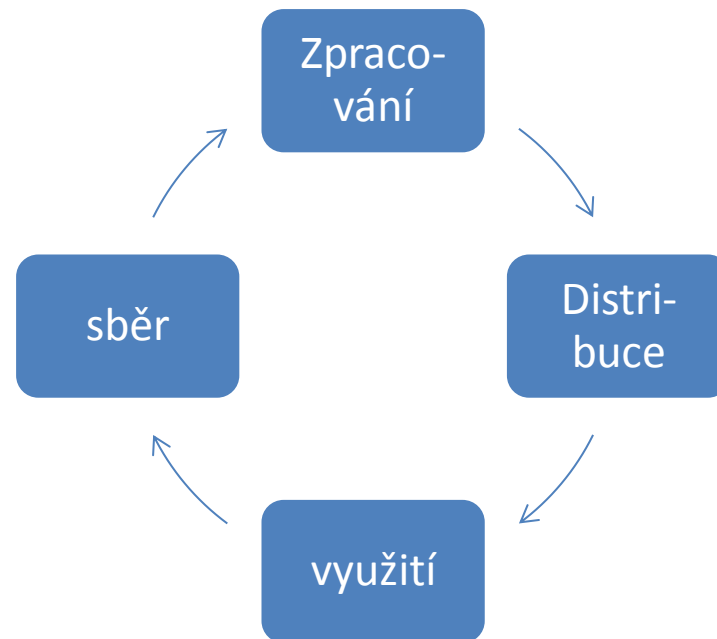
formy i obsahu informací obecně
bez ohledu

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

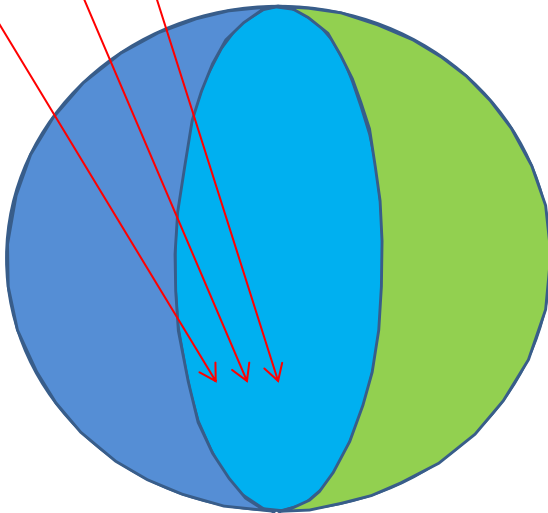


Elektronický boj v operacích

EB a ISR/ISTAR

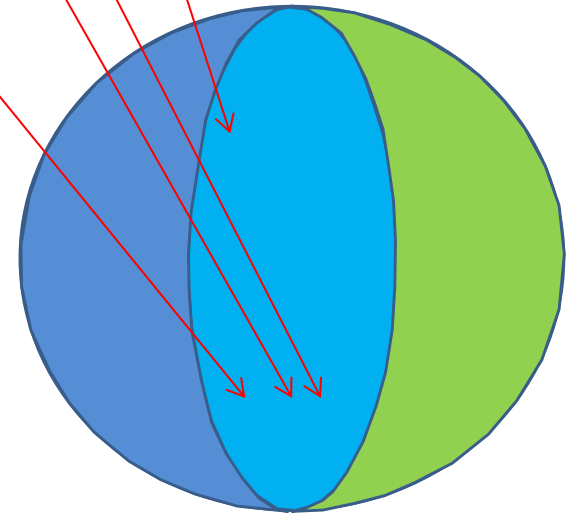
ISR

- INTEL,
- SURVEILLANCE,
- RECCE



ISTAR

- INTEL
- SURVEILLANCE
- TARGET ACQUISITION
- RECCE



EB v operaci

ISR

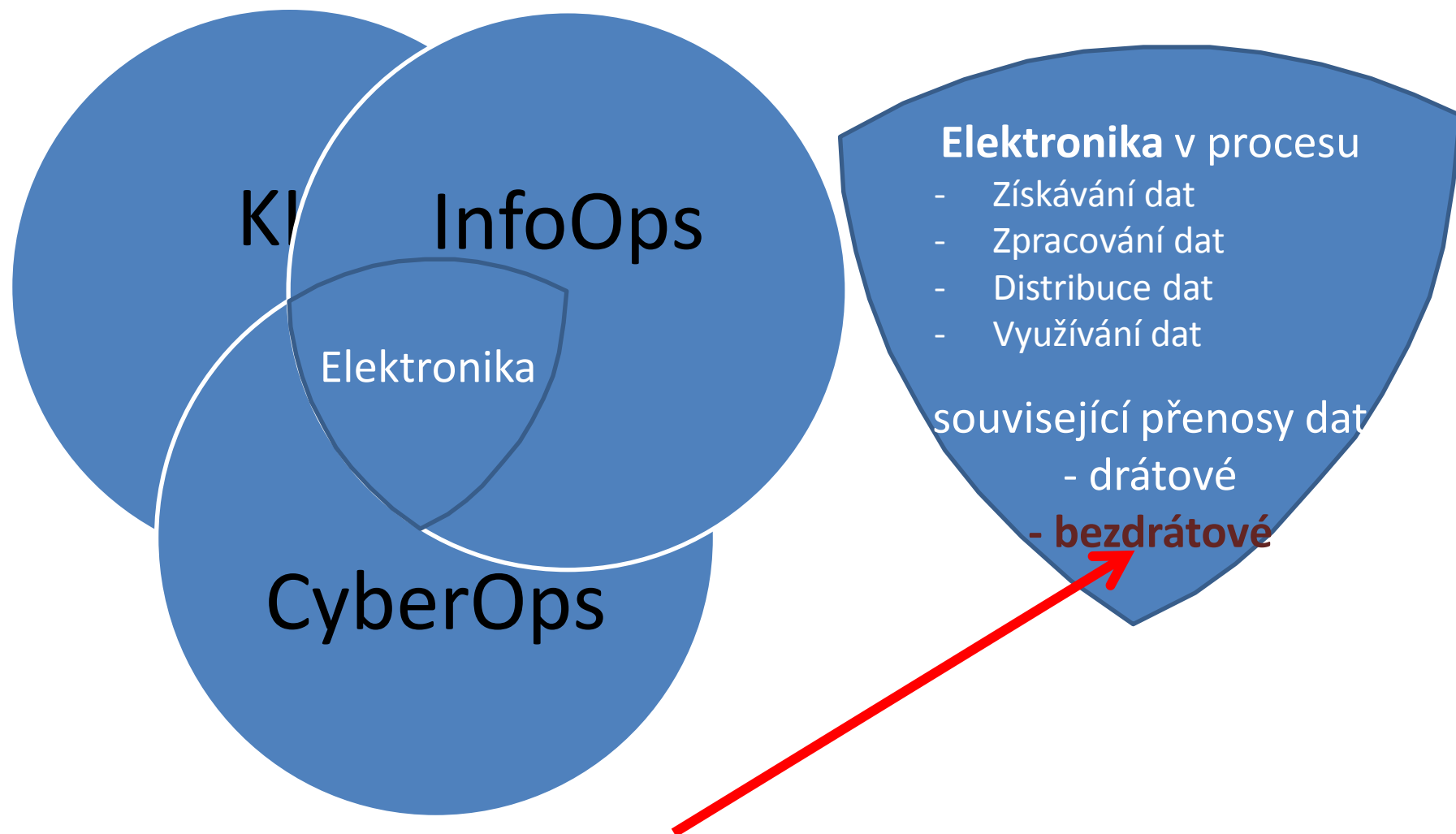
- Nepřetržité provádění pasivního EPz s cílem
 - Orientace v prostoru operace
 - Vyhledávání objektů protivníka
 - Varování vlastních sil
 - Případně aktivace všeho pz
- Plánování průzkumu
 - Analýza možných objektů protivníka a jejich prioritizace
 - Důležitost
 - Nebezpečnost
 - Analýza schopností 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 v kyberprostoru

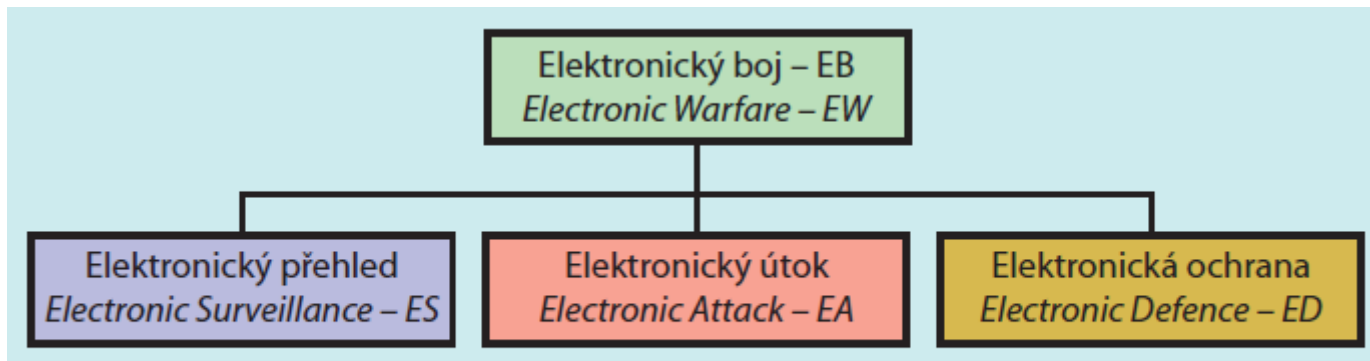
- Zabránit protivníkovi využívat
 - Chránit vlastní možnost využívat
- ## kyber doménu



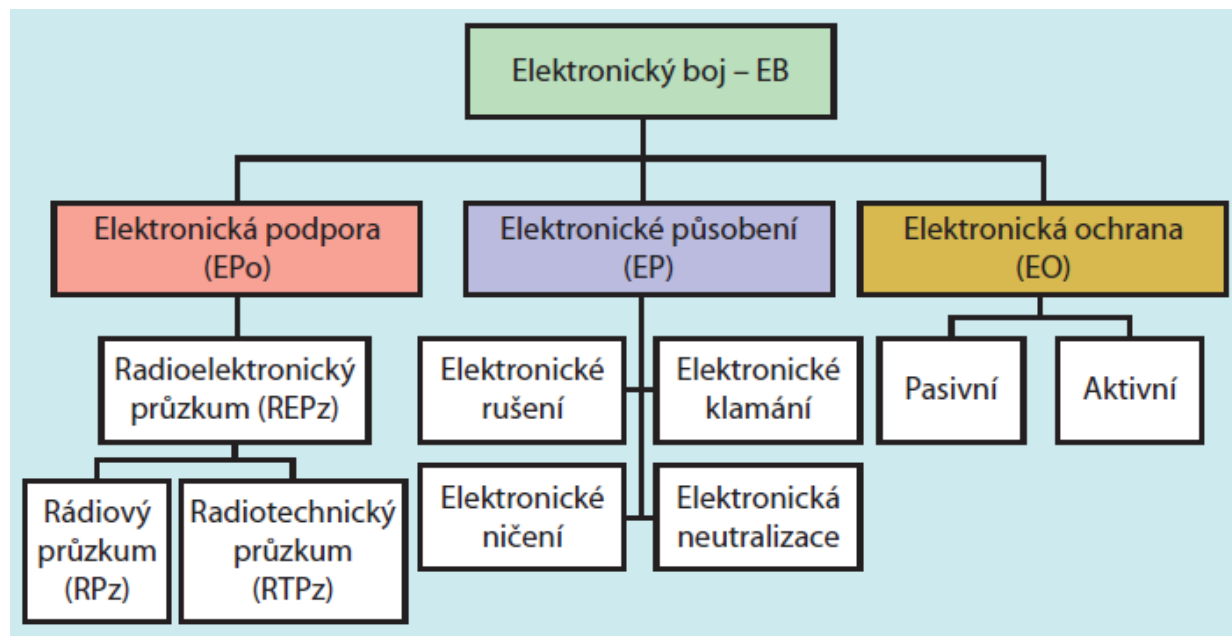
Cyber doména pracuje na elektronické bázi

Elektronický boj v AČR

EB v NATO a v ČR

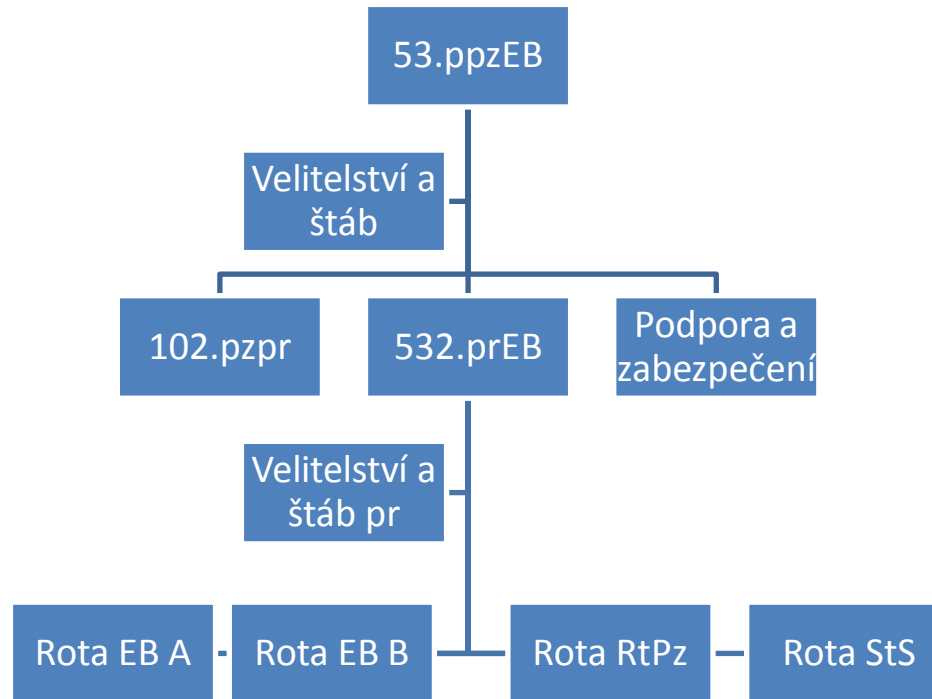


Aktuální rozdělení elektronického boje v rámci NATO



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

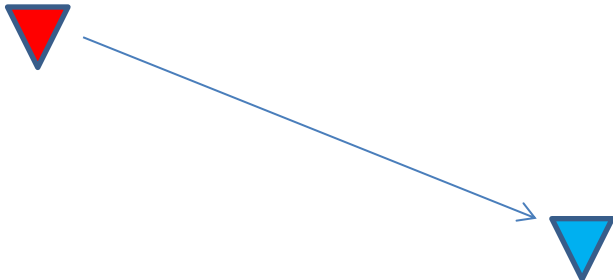
- Koordinace
 - Působení na protivníka
 - Ochrany vojsk
- Využívání výsledků rušení

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

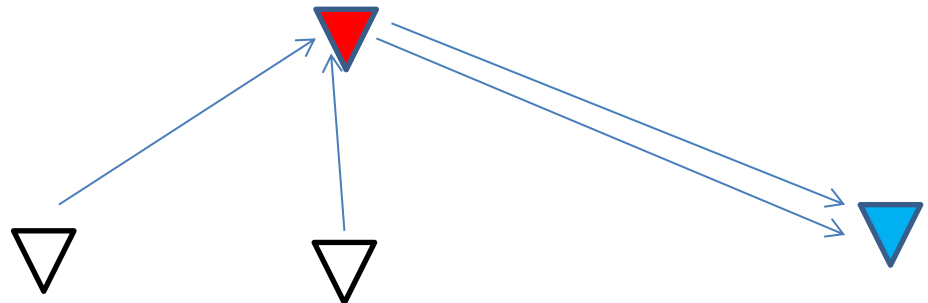
Možnosti:

- Zjištění nehomogenit ve vzduchu

Požadavky

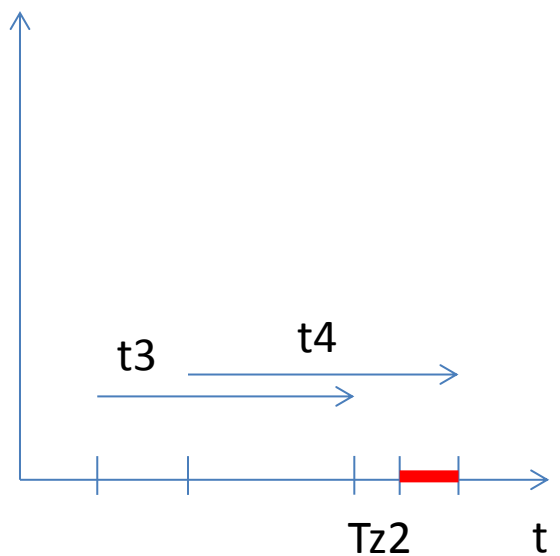
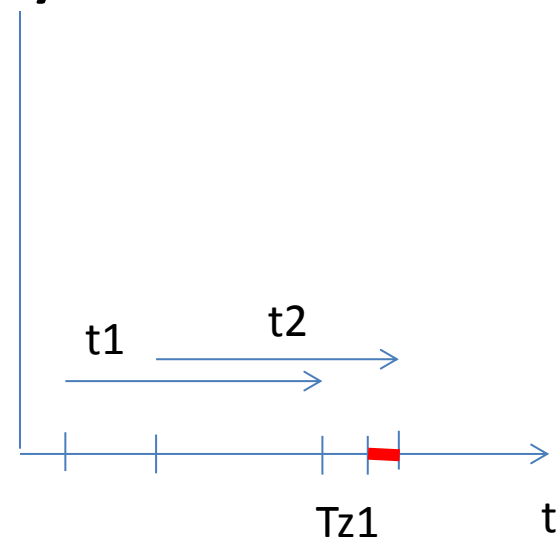
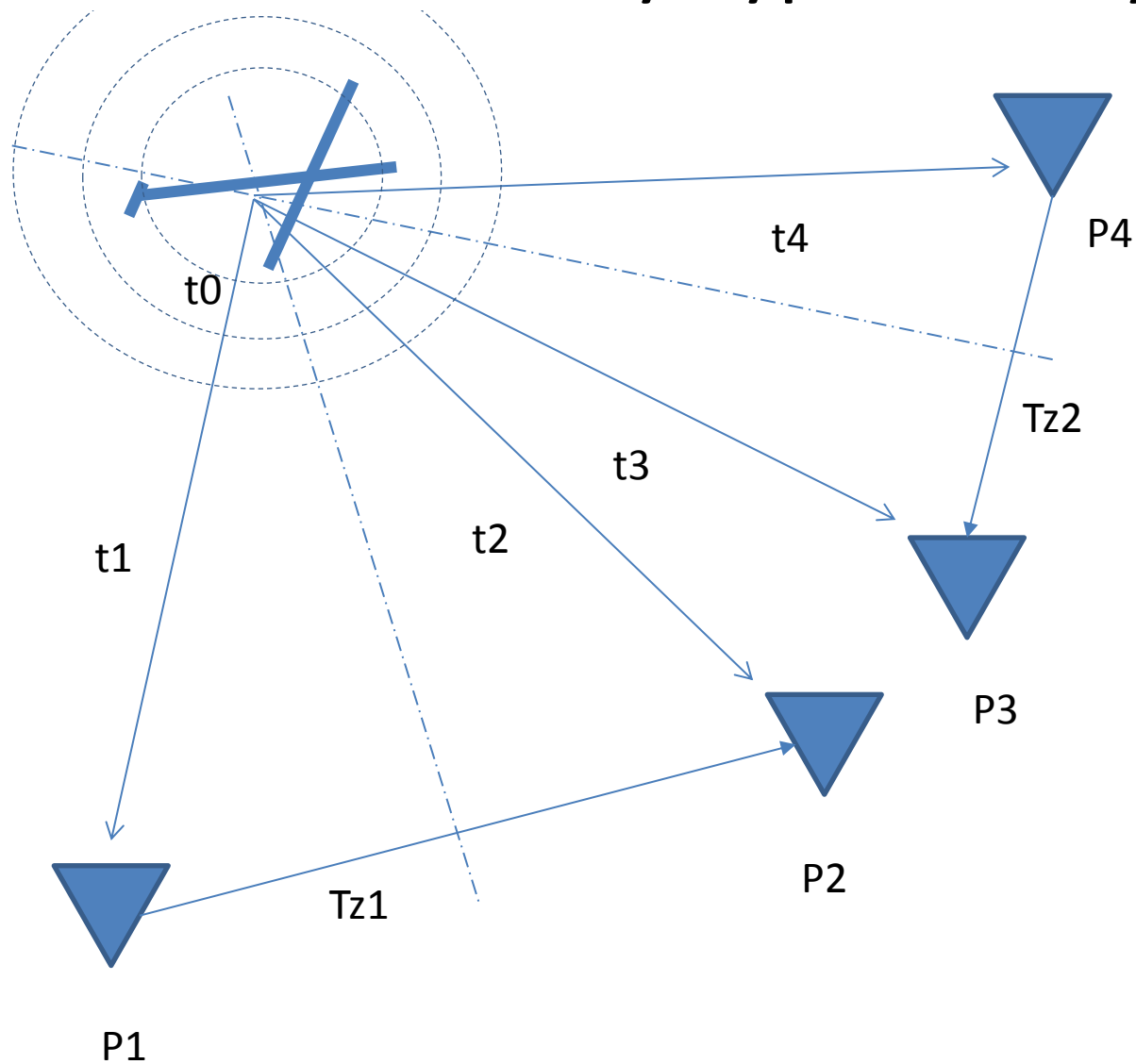
- Řádově vyšší citlivost
- Schopnost rozlišovat změny fáze signálu

Princip: zachycení signálu odraženého objektem

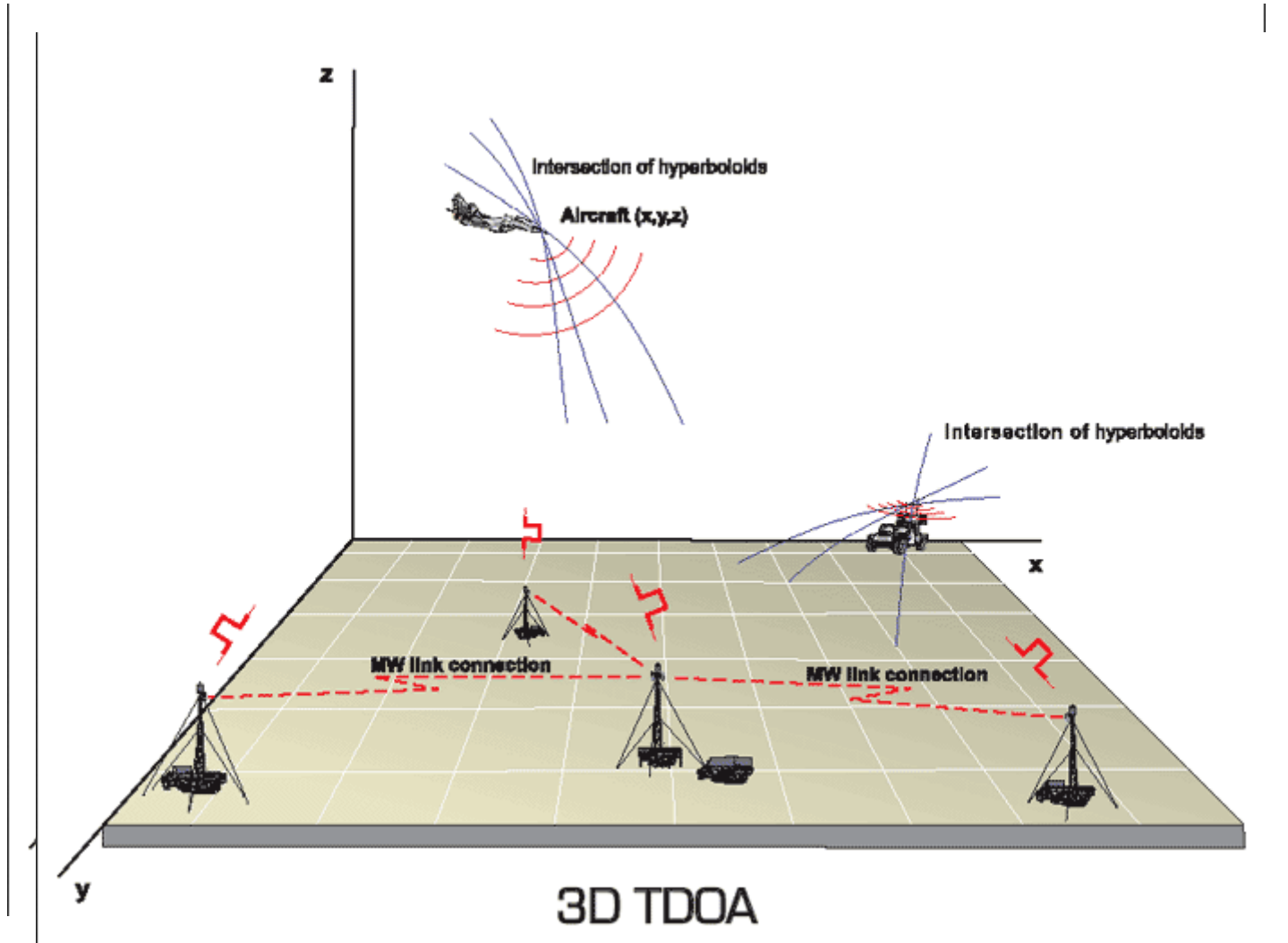


Princip PSS

časoměrný hyperbolický systém



Princip PSS Věra



CS/CZ PSS



KoPáč

Ramona



Tamara



Věra



© Tamara (Foto: oficiální zdroj)



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 NOV2012 3-36 ELECTRONIC WARFARE
- NATO Electronic Warfare
http://nato.int/cps/en/natohq/topics_80906.htm?selectedLocale=en

Závěr

Otázky a odpovědi

Q&A

