

OBECNÉ PRINCIPY AUTOMATIZACE VELENÍ VOJSKŮM PVO

Vzrůstající rychlosti nepřátelských prostředků vzdušně kosmického napadení, hromadnost jejich použití a zlepšující se manévrovací možnosti zákonitě vyvolávají nutnost zvyšování celkové efektivity systému PVO.

Jednu z nejdůležitějších stránek pro efektivitu a zejména operativní využití soudobých i perspektivních sil a prostředků PVO je automatizace řízení jejich bojové činnosti.

Přestože jde o obor poměrně mladý, má už i tento za sebou určitou historii, započatou vznikem elektronické výpočetní techniky. Roz-

voj této techniky dovolil překročit rámec dřívější mechanizace, charakteristické pro zdokonalování někdejších technicko-organizačních principů velení a vstoupil prakticky do etap vědeckotechnické revoluce. Pro tuto druhou etapu je příznačný vývoj vysoce výkonné jednoúčelové výpočetní techniky, která umožňuje automatizovat jednu z nejpodstatnějších stránek velení, tzv. rozhodovací procesy.

V článku chci charakterizovat současné stadium vývoje v této oblasti, a z obecného hlediska principy automatizace velení vojskům PVO.

Základní východiska a principy konstrukce automatizovaných systémů velení (ASV)

Nejdříve bude vhodné si vytvořit schéma celkového procesu řízení bojové činnosti sil a prostředků PVO. Obecné schéma metodologie velení, aplikovatelné na všechny jeho fáze – viz obr. 1.

Vedle řešení operačně taktických problémů PVO, které se vztahují k otázkám zasazení, přeskupení, manévru, obnovy narušeného systému apod., kde je mimochodem účelné nadále využívat univerzální výpočetní techniky, je hlavním a rozhodujícím úkolem PVO boj s nepřitelem ve vzduchu.

Konečnou a nejdůležitější fází rozhodovacího procesu v užším pojetí můžeme charakterizovat takto:

Na základě kvalifikovaného odhadu vývoje situace ve vzduchu a s uvážením palebných

možností prostředků PVO, rozdělit vzdušné cíle optimálně tak, abychom postihli maximální množství těchto cílů při minimalizaci vlastních ztrát a při současném vyloučení případů:

- kdy palebnému prvku (jednotce PLRV nebo SL) objektivně může být a ve skutečnosti není přidělen cíl,
- kdy palebnému prvku objektivně nemůže a reálně je přidělován vzdušný cíl.

Rozdělování vzdušných cílů mezi aktivní a v daném okamžiku bojeschopné prostředky PVO můžeme tedy považovat za ústřední problém řízení bojové činnosti při odražení úderů vzdušného nepřítele. Stručně řečeno, že závisí na manévrovacích možnostech vzdušného nepřítele, které jsou dány jeho pohybovými vlastnostmi a cílovým chováním, a dále pak

závisí na úrovni technizace velení silám a prostředkům PVO. Přitom počítáme, že se nepřítel bude snažit dostat optimálním způsobem k předpokládaným objektům úderu při minimálních vlastních ztrátách. Je zřejmé, že čím kratší bude přiletová doba k hranici splnění úkolu nepřítel, tím věrohodnější bude předikce jeho nejbližší následné činnosti. A právě zde půjde o moment, pro který skýtá tato fáze velení, i přes značnou zátěž stochastického charakteru, určité možnosti optimalizace a automatizace. Vzhledem k bezprostřednímu projevu cílového chování a časové omezenosti vzdušného nepřítel, můžeme varietu jeho chování do značné míry redukovat, čímž automaticky zjednodušíme i varietu našich rozhodnutí pro rozdělení vzdušných cílů. Získání odpovídajících pravděpodobností vletu konkrétních cílů do konkrétních prostorů účinnosti prostředků PVO spolu v kombinaci s okamžitými potenciálními možnostmi zásahu těchto prostředků představuje určité hodnoty, se kterými můžeme pracovat v matematicko-logickém modelu a strojně početním řešením zadané úlohy. Poněvadž strojově můžeme řešit tuto úlohu pouze v diskrétních veličinách, složitý dynamický proces PVO převádíme na přetržitou posloupnost statických úloh, které řešíme cyklicky tak, že jednotlivá řešení jsou ve skutečnosti nepřetržitým upřesňováním návrhu na

rozhodnutí zodpovědného velitele. Čím kratší je zmiňovaný cyklus, tím je postih plynule se vyvíjející situace dokonalejší.

Takto vyslovená hlavní idea řešení nejzákladnější podstaty rozhodovacích procesů v PVO dala vlastní podnět ke konstrukci konkrétních ASV vojskům, které svým způsobem navazují na automatizované řízení zbraňových systémů.

Předpokládáme zde ovšem strojové zvládnutí poměrně složitěho informačního procesu, který předchází procesu rozhodnutí a z objemového hlediska představuje ve skutečnosti původní problém automatizace velení.

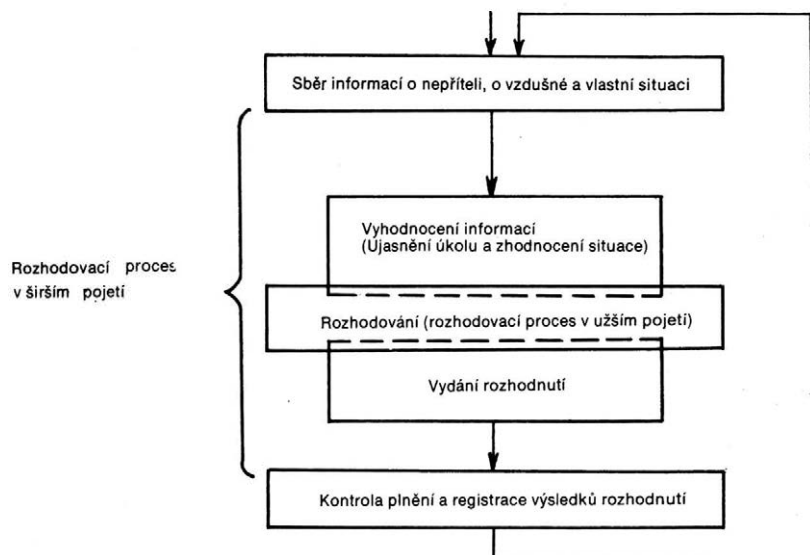
Prakticky probíhá tento informační proces (v souladu se schématem velení) ve 3 etapách:

1. Sběr, zpracování, zobrazení, uchování a předávání informací na velitelských stanovištích a tvorba uceleného informačního modelu bojové situace.

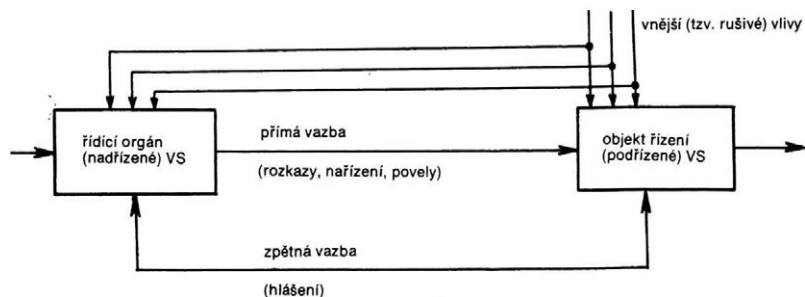
2. Zhodnocení situace na základě 1. etapy, zjištění zámyslu vzdušného nepřítel a vypracování návrhu na přijetí rozhodnutí.

3. Předání rozhodnutí vojskům a kontrola jeho plnění.

Jestliže alespoň jedna ze tří etap je plně zabezpečena technickými prostředky, mluvíme o automatizovaném (nebo v zastaralejší terminologii o poloautomatickém) systému. Pokud jsou všechny 3 etapy automatizovány, jde



Obr. 1



Obr. 2

o automatický systém. V automatizovaném systému řeší úlohu člověk s pomocí komplexu vzájemně svázaných technických zařízení, která zabezpečují výpočetní operace, zpracování zobrazení a dokumentaci informací. Výchozí údaje zavádí člověk, který rovněž vybírá varianty rozhodnutí. Automatický systém pracuje na základě programu vloženého do paměti elektronického počítače. To znamená, že tímto způsobem se řeší úlohy algoritmovatelné, s velkým objemem informací a s požadavkem velké rychlosti řešení.

Rada řešených úloh se v praktickém procesu velení různě prostupuje a proto uvedené vymezení nemůže být absolutní. Všeobecně můžeme však říci, že nižší organizační stupně (jednotky) se více blíží k automatickým systémům a to tak, že přechází v automatické zbraňové systémy, zatímco u vyšších organizačních stupňů velení půjde výlučně o systémy automatizované.

ASV, jejichž jádrem je vždy elektronický počítač, který pracuje na základě formální logiky, jsou konstruovány v intencích obecných principů řízení. Zjednodušený obvod řízení – viz obr. 2.

V ASV jsou uplatněny 4 základní principy řízení:

Informační princip, který spočívá v pruž-

ném proporcionálním vyrovnání (kompenzování) odchylek od původně předpokládaného průběhu procesu řízení a vnějších rušivých vlivů, jež působí na systém PVO.

Strukturální princip, který znamená koncipování ASV na základě hierarchické posloupnosti velení, kdy každému prvku velení, přesně a předem stanovíme určitý rozsah úkolů, jež musí plnit.

Funkční princip, který předpokládá racionální rozdělení řídicích funkcí mezi obsluhujícím personálem a technickými prostředky s ohledem na jejich možnosti při posluvnosti či souběžné práci.

Systémotechnický princip, nebo systémový přístup, který spočívá v tvorbě jednotného, uceleného a perspektivního systému. Tento zahrnuje určité oddělené podsystémy, zabezpečuje jejich styk a součinnost a současně umožňuje jejich další modernizaci.

Kromě toho jsou ASV PVO konstruovány s přihlédnutím k dalším principům, které s předchozími základními určitým způsobem souvisejí, nebo jsou od nich odvozeny. Jde např. o princip centralizace velení, unifikovaného vybavení velitelských stanovišť, vícevariantní využití různých podsystémů, tvorbu záložního systému velení apod.

Úkoly ASV vojskům PVO a ukazatelé jejich bojových možností

ASV vojskům PVO můžeme tedy definovat jako systém člověk – stroj, který představuje souhrn technických prostředků, obsluhujícího personálu i metod, zabezpečujících nejefektivnější řízení vojsk PVO.

Odhlédneme-li od specifiky jednotlivých organizačních stupňů, můžeme v souhrnu říci, že ASV jsou způsobilé plnit tyto úkoly:

- uvedení vojsk do odpovídajících stupňů bojové pohotovosti na základě rozkazů nadřízených VS,

- sběr, zpracování, zobrazení a předávání informací o nepříteli a vlastních vojscích,

- uvědomování vlastních vojsk, sousedů a nadřízených VS o vzdušné situaci,
- vypracování návrhu na rozdělení cílů mezi prostředky PVO k jejich sledování, rušení a ničení,
- stanovení úkolů podřízeným vojskům (formulaci a vydání povelů),
- řešení úloh přístrojového navedení SL na cíle a přívod stíhačů do prostoru letišť přistání,
- formulaci a předávání hlášení na nadřízená VS,
- dokumentaci vstupní a výstupní informace,
- zabezpečení sebekontroly a nácviků.

Typové funkční schéma ASV PVO – viz obr. 3.

Ukazatel bojových možností ASV, které v číselných hodnotách charakterizují vlastnosti ASV, jsou obdobné jako u zbraňových systémů. V obecné rovině můžeme mezi tyto ukazatele zahrnovat:

a) **určení a organické zařazení konkrétních ASV** v celkovém systému vedení silám a prostředkům PVO. Tento ukazatel současně udává kapacitu daného systému, tzn. kolik jednotek, útvarů nebo svazků lze automatizovaně řídit;

b) **kvalitu řešených úloh**, která určuje ve skutečnosti přesnost přijímaných řešení. Číselně je vyjadřujeme podle charakteru řešené úlohy. Tak např. při hodnocení kvality sběru a zpracování RL informace (RLI) můžeme ji vyjádřit střední kvadratickou chybou (σ_x , σ_y , σ_z). Kvalitu rozdělování vzdušných cílů mezi palebné prostředky můžeme hodnotit pravděpodobností rozdělení cílů (P_{re});

c) **bojovou pohotovost ASV**, kterou vyjadřujeme stupeň způsobilosti ASV řešit dané úlohy v libovolný časový moment. Prakticky je dána dobou potřebnou pro zapnutí příslušných aparatur při elektronapájení ze sítě nebo u vlastních zdrojů a to při normálním nebo tzv. zkráceném režimu;

d) **operativnost**, která vyjadřuje rychlost řešení různých úloh. Udává se zde doba nebo cyklus řešených úloh. Celková doba vedení (T_{vel}) je dána vztahem:

$$T_{vel} = t_{sběrRLI} + t_{práce na VS} + t_{přidělení cílů}$$

Doba potřebná pro zničení vzdušných cílů ($T_{zničení}$) je pak složena z doby vedení a cyklu střelby (T_c):

$$T_{zničení} = T_{vel} + T_c$$

e) **propustnou schopnost**, která vymezuje ve skutečnosti informační možnosti ASV, tzv. počet cílů, které můžeme se zadanou přesností a v určité časové jednotce zpracovat. Vyjadřuje vlastní kapacitu ASV z hlediska počtu zpracovávaných cílů. Užíváme zde obvykle značení λ – tedy označení z teorie hromadné obsluhy pro hustotu, resp. propouštěcí schopnost. Poněvadž v terminologii PVO pod pojmem propouštění cílů rozumíme jejich průlet bez postřelování, je výhodnější užívat pojmu „propustná schopnost“;

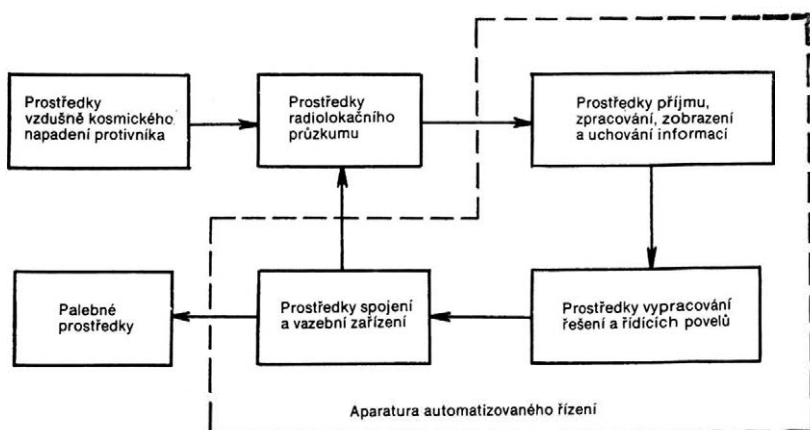
f) **odolnost proti radiolokačnímu rušení**, která udává schopnost ASV pracovat v podmínkách rušení a je vyjadřována koeficientem K_{opr} , daným poměrem propustné schopnosti systému v podmínkách rušení (λ v podmínkách rušení) k propustné schopnosti v podmínkách bez rušení (λ bez rušení):

$$K_{opr} = \frac{\lambda_{ruš.}}{\lambda_{bez ruš.}}$$

g) **odolnost ASV** v podmínkách palebného působení vzdušného nepřítelů na prvky PVO a **technickou spolehlivost** automatizovaných prostředků, která je rovněž koeficientem technické spolehlivosti, zjišťovaným zpravidla empiricky;

h) **mobilita**, která určuje manévrovací možnosti. Číselně ji vyjadřujeme dobou potřebnou pro svinování, přesuny a rozvíjení aparatur ASV;

ch) **efektivnost ASV**, která představuje integrální charakteristiku. Můžeme ji vyjadřovat jako přírůstek matematické naděje počtu



Obr. 3

zničených cílů, nebo např. porovnáním celkové efektivity rozdělení cílů (E_{rc}), kde

$$E_{rc} = \frac{E_{ASV}}{E_{ideálního\ rozdělení}}$$

Při porovnávání efektivity ASV s neautomatizovanými systémy vedení (NSV), můžeme pro vyjádření efektivity užít vztahu:

$$E_{rc} = \frac{E_{rcASV} - E_{rcNSV}}{E_{rcASV}};$$

Předpokládané druhotné vlivy ASV

Důsledkem přechodu od neautomatizovaného k automatizovanému způsobu vedení jsou kvalitativní změny v požadavcích i podmínkách dosavadních profesí velitelů a příslušníků štábů, které jsou namnoze tak významné, že vznikají zcela nové operátorské profese a činnosti.

Zavedení ASV podstatně zasahuje do organizační struktury, částečně mění styl a metodiku práce velitelů a štábů a v nevidané míře zvyšuje nároky na jejich morální politickou a teoretickou připravenost, fyzickou způsobilost a psychickou odolnost. Do značné míry se mění kvalitativní i kvantitativní skladba rozhodovacích procesů. Obecně chápáná a objektivně poměrně složitá dialektika vztahu člověk – stroj nabývá zcela konkrétní podoby a zřejmě ještě přinese celou řadu dosud neznámých problémů, jejichž řešení je určitou cenou, kterou je třeba platit za zrychlení a zkvalitnění rozhodovacích procesů. Nutnost trvalé pohotovosti vojsk PVO a z ní plynoucí zabezpečení kontinuity vedení klade mimořádné požadavky na organizační stránku přechodu z „klasického“ způsobu na ASV. Současně s tím je žádoucí, aby systém PVO, pro případ vyřazení centrálních prvků a vynucené decentralizace vedení, si zachoval určitou schopnost pracovat v původním, eventuálně v částečně modifikovaném režimu. Uchování co největší životnosti stacionárně uspořádaných ASV si vyžaduje řešit se zvláštní pozorností otázku jejich odolnosti a utajení. Konečně z logiky věci vyplývá, že existence nového a tak významného prvku v organizaci PVO bude mít zpětný vliv na některé základní otázky taktického a operačního rázu jako je např. problematika uskupení, součinnosti, zabezpečení bojové a operační činnosti atd. Pro ilustraci uvádím, že např. uskupení bude mimo jiné závislé i na možnostech telekódového spojení mezi jednotlivými prvky ASV, dále pak s ohledem na zvětšené možnosti přístrojového navádění SL a organizačně technického spojení VS útvarů PLRV a NS útvarů

i) **hospodárnost ASV** danou poměrem efektivity ASV k celkové hodnotě nákladů na konstrukci, výrobu, vybavení a exploataci.

Vidíme, že ASV několikanásobně převyšují původní „klasický“ systém vedení a to zejména v rychlosti a kvalitě řešených úloh. Kromě toho do značné míry usnadňují problematiku součinnosti mezi PLRV a SL (především z hlediska zajištění bezpečnosti vlastního letectva), svojí vícevariantností skrývají v sobě v podstatě určitý záložní systém vedení a tak zabezpečují jeho plynulost a nepřetržitost.

SL se usnadní a zjednoduší některé otázky součinnosti, vzrostou nároky na speciálně technické zabezpečení bezporuchového chodu ASV, na druhé straně ovšem se sníží požadavky na personální zabezpečení funkcí spojených s dosavadním „ručním“ způsobem sběru, zpracování a zobrazení informací apod.

Pokud jde o zásahy do organizační struktury, mám na mysli zabezpečení vysoce operativního a spolehlivého chodu ASV stejně hodnotným víceměnným provozem. V této souvislosti ASV nenahrazuje, ale pouze představuje práci x-pracovníků; tedy práci orientovanou na takovou kvalitu, kterou dřívejšími způsoby vedení nebylo možné v reálném čase vůbec dosáhnout. V rámci technické připravenosti kádru je nezbytné, mimo diferencované přípravy odborné o obsluhujiho personálu, řešit i určité jednotící momenty přípravy všech profesí, jejichž činnost přímo či nepřímo zavedení ASV ovlivňuje. Protože jednotlivé úkony v obsluze ASV jsou na sobě velmi úzce závislé a podmiňují se a protože splnění bojového úkolu v mnohém závisí na jednotlivci, který je navíc značně vzdálen od místa přímého dotyku s nepřítelem, je morálně politická motivace faktorem stále významnějším. Tato spolu s odpovídající technickou připraveností a fyziologickou způsobilostí (především zrakovou schopností) vytváří příznivé předpoklady pro psychickou odolnost jako další faktor, kterému je třeba věnovat mimořádnou pozornost. Proto všestranné znalosti, výborné intelektuální schopnosti a senzoricko-motorické návyky jsou nezbytnou podmínkou práce v mezích psychofyziologických možností člověka při obsluze ASV.

Zde chci ještě podotknout, že navádění ASV vyžaduje vždy komplexní přístup. To znamená posouzení všech souvislostí řízeného procesu a uskutečnění potřebných změn s respektováním jejich zájemných podmínek.

Zavedeme-li v našem případě zkrácená označení pro jednotlivá opatření pro (na sobě závislé) změny ve vedení, vyjde nám pyramida,

kteřá názorně ukazuje jejich závislost. Příslušné změny označíme:

- O – organizace,
- D – dislokace,
- K_u – kvalifikace,
- M – styl a metodika,
- BoPo – bojová pohotovost,
- U – utajení.



Pyramida ukazuje, že při změně jakékoliv podmínky, která je vždy v řádku na prvním místě, se musí změnit všechny, které ji v tomto řádku následují; tedy mění se všechny ukazatele předchozího řádku. Závislost je zde zcela evidentní. Zavedeme-li např. nové prostředky a neučiníme-li z toho plynoucí změny, bude

jejich využití brzdit nevyhovující organizace, nízká kvalifikace atd.

Ještě se chci vrátit poznámkou k dříve probíraným ukazatelům bojových možností ASV, které je zapotřebí neustále ověřovat a upřesňovat v praktické i teoretické činnosti.

Za nejdůležitější a rozhodující z nich považují bojovou efektivnost ASV, která dává celkový obraz o optimální (maximální) využitelnosti prostředků PVO. Měřitelná míra efektivnosti ASV může být tedy v konečné podobě dána počtem zničených vzdušných cílů před splněním jejich bojového úkolu (k celkovému počtu nalétávajících cílů). Poněvadž verifikace tohoto ukazatele je v mírových podmínkách problematická a můžeme se o ní pokoušet jen při cvičeních se skutečnými značovanými cíli, nezbyvá než míru efektivnosti vyšetřovat analyticky. Při tom volba dílčích ukazatelů, které mají podstatný vliv na výslednou účinnost, může být tato: pracovní doba na VS, cyklus střelby PLRV nebo navedení SL, celková doba práce od zjištění cíle do jeho zničení, konečná hranice uložení bojového úkolu a další ukazatele.



Přestože zaváděné ASV vojskům PVO jsou konstruovány tak, že dostatečně předstihují takticko-technické parametry soudobých prostředků vzdušné kosmického nepřítele a otvírají tak široké spektrum budoucích možností jejich využívání, nemůžeme zřejmě očekávat, že jejich existence bude mít za následek delší relativní stabilitu v této oblasti. Svým způsobem jsou pouze počátkem řetězu nových kvalitativních přeměn, které zasahují daleko větší šíří procesu řízení. Z trvalého prosazování dialektických zákonů vývoje, z nichž je odvozena jednota kontinuity a perspektivy i dynamické vyváženosti vývojových procesů, vyplývá, že v našem případě zcela přirozeně vzrostou tlaky na větší racionalizaci dalších souběžných rozhodovacích procesů ve velení vojskům PVO. I když je velmi obtížné učinit konkrétnější prognózu budoucího vývoje systémů řízení sil a prostředků PVO, můžeme usuzovat na některé nejpravděpodobnější vývojové trendy a inovace, které mohou racionalizaci velení provázet. Patří mezi ně především: uplatnění systémových přístupů při

zkoumání a řešení problematiky rozhodovacích procesů, rozšíření využití metod operační analýzy a hodnocení bojové efektivnosti, všeobecně rozšíření algoritmicke operačně taktických úloh, rozpracování teorie zdůvodněného rizika, zdokonalení prostředků a metod objektivní kontroly, rozpracování nových způsobů dezinformace nepřítele atd.

I když výčet není jistě vyčerpávající, je třeba připustit, že má v každém případě svá vnitřní relativní omezení. A proto můžeme usuzovat i na to, že po prudším procesu vývoje racionalizace velení a s ní souvisejících ASV může dojít k určitému zpomalení a nasycenosti limitované např. vyčerpáním bojových možností řízených prostředků PVO, kdy systém jako celek bude postupně nahrazen novou soustavou aktivních prostředků PVO. Původní cíl (účelová funkce systému) musí být však nejen zachován, ale bude mít vždy progresivní tendenci. Konkrétně v našem případě jde o maximální množství zničených nepřátelských vzdušných cílů.