

K OPTIMALIZACI ROZHODNUTÍ LETECKÉHO VELITELE

Podstata velení letectvu spočívá v přijetí včasného, zdůvodněného rozhodnutí a jeho důsledném uvedení do života v konkrétních podmínkách činnosti. Kvalita rozhodnutí se dosahuje podrobným studiem a zhodnocením situace. Při tom je nezbytné využít metod kvantitativního a kvalitativního hodnocení činitelů ovlivňujících možnost dosažení požadovaného výsledku. Včasnost a kvalita rozhodnutí je základním předpokladem splnění uloženého úkolu.

Tvorba objektivních podkladů pro rozhodování velitelů s využitím vědeckých metod a moderních technických prostředků představuje důležitou cestu dalšího zvyšování úrovně velení.

Zajímavý příspěvek k řešení tohoto úkolu představuje analytický model vypracovaný na VS 032. Pomocí počítače ZPA-600 simuluje dvoustrannou bojovou činnost frontového letectva při ničení pozemních cílů.

Účel zpracovaného modelu

Základ soudobých operací tvoří kombinace paleb a manévřů. V boji o palebnou převahu plní frontové letectvo důležitou roli. V bezjaderném období války, za dostřelem dělostřelectva, úlohu rozhodující.

Největší překážkou v plnění tohoto úkolu letectvem bude činnost nepřátelské PVO a údery protivníka na naše letiště.

Překonání těchto překážek řeší letectvo převážně vlastními silami a prostředky, vyčleněním určitého počtu vzletů na zabezpečení bojové činnosti. Řešit, v jakém poměru rozdělit vzlety tak, aby výsledná efektivnost bojové činnosti byla maximální ve prospěch pozemních vojsk, představuje jednu z klíčových úloh optimalizace rozhodovacího procesu leteckého velitele.

Z tohoto důvodu cílem zpracování matematického modelu byla tvorba objektivních podkladů pro efektivní rozdělení vzletů frontového letectva.

Idea matematického řešení

Použití nelineárních diferenčních rovnic vysvětlíme na zjednodušeném deterministickém modelu. Pro snazší objasnění uvedeme matematické řešení pouze pro jeden typ letounu na každé straně.

Předpokládejme, že strana „Východní“ (dále „V“) disponuje před začátkem operace A letouny jednoho typu a strana „Západní“ (dále „Z“) celkem B letouny druhého typu. Každý typ letounu je charakterizován určitými vlastnostmi. U obou stran letectvo plní tyto základní úkoly:

1. ničení PVO protivníka;
2. ničení letounů na letištích;
3. ničení ostatních pozemních cílů.

Počty letounů vyčleněné k plnění těchto úkolů označíme A_1, A_2, A_3 pro stranu „V“ a B_1, B_2, B_3 pro stranu „Z“.

V průběhu boje se tyto počty budou měnit. Jde tedy o veličiny závislé na čase vedení bojové činnosti, který označíme T . Pro celkový počet letounů jedné i druhé strany můžeme psát:

$$A(T) = \sum_{i=1}^3 A_i(T)$$

$$B(T) = \sum_{i=1}^3 B_i(T).$$

Počty letounů určíme v diskrétních časových okamžicích $T, T + \Delta, T + 2\Delta, \dots$. Rozborem byla stanovena hodnota $\Delta = 3$ h.

Během časového intervalu Δ však nemusí být všechny letouny použity. Počty, které v intervalu Δ vzlétnou, si označíme

$$\bar{A}_i(T) \quad \text{pro stranu „V“,}$$

$$\bar{B}_i(T) \quad \text{pro stranu „Z“, kde } i = 1, 2, 3.$$

Hodnotu těchto veličin vypočítáme pomocí zadaného bojového úsilí μ_{vi}, μ_{zi} a x počtů letounů, které nebyly zničeny.

$$\bar{A}_i(T) = p(\mu_{vi}, A_i(T)),$$

$$\bar{B}_i(T) = p(\mu_{zi}, B_i(T)),$$

kde p je označením určité funkce.

V důsledku činnosti PVO dosáhne cílů pouze část letounů. Jejich počty označíme:

$$\bar{\bar{A}}_i(T) \text{ a}$$

$$\bar{\bar{B}}_i(T).$$

Tyto letouny splní zadaný úkol. Předpokládejme, že PVO protivníka bude působit pouze při letu k cíli. Pak počty letounů, které se vrátí na letiště, jsou rovny počtům, které splnily úkol.

Účinnost PVO η_v, η_z definujeme jako poměr mezi počtem letounů, které prostředky PVO zničily, a počtem letounů, které prostorem proletěly. Z rozdělení

úkolů vidíme, že PVO je ničena. Hodnota její účinnosti se tudíž bude v čase měnit. Účinnost PVO dále závisí i na množství letounů v náletové situaci. Je tedy funkcí dvou veličin $T, \bar{B}$ respektive $T, \bar{A}$. Její vyjádření je jako součet součinu dvou funkcí jedné proměnné a konstanty, vyjadřující účinnost hlavního PVO v prostorech cílů. Pro stranu „V“, na kterou útočí B letounů, je účinnost dána vztahem:

$$\eta_v(T, \bar{B}) = R_v(T) \cdot k_v(\bar{B}) + \eta_{ov};$$

obdobné vyjádření je i pro stranu „Z“. $R_v(T)$ a $R_z(T)$ jsou počty baterií PLŘS jedné i druhé strany v čase T ; $k_v(\bar{B})$ resp. $k_z(\bar{A})$ jsou funkce vyjadřující míru vlivu počtu letounů v náletové situaci na účinnost PVO. Obecně, vzletne-li tedy A letounů, pak po průniku přes PVO jich zůstává

$$\bar{A} - (1 - \eta_z) \cdot \bar{A}.$$

Míru narušení účinnosti PVO údery letounů $\bar{A}_1, \bar{B}_1$ vyjadřuje funkce f , která ovlivňuje velikost funkcí $R_z(T)$, $R_v(T)$ a tedy i $\eta_z(T)$, $\eta_v(T)$ takto:

$$R_z(T + \Delta) = f(\bar{A}_1(T), R_z(T)),$$

$$\eta_z(T + \Delta) = R_z(T + \Delta) \cdot k_z(\bar{A}) + \eta_{oz}.$$

Obdobné rovnice platí i pro účinnost PVO strany „V“. Obecně platí, že:

$$0 \leq \eta(T + \Delta) \leq \eta(T) \leq 1.$$

Z celkového počtu letounů vyčleněných k ničení PVO úkol plní jen ta část, které se podařilo proniknout přes PVO a ta tedy sníží účinnost PVO na hodnotu $\eta(T + \Delta)$. S touto účinností pak PVO působí proti letounům, které vzletly s úkolem ničit letouny na letištích a ostatní pozemní cíle, až do doby $T + \Delta$.

Počty zničených letadel na zemi jsou závislé jak na počtu útočících letounů protivníka, tak i na počtech v intervalu $(T, T + \Delta)$ proměnná. Předpokládejme však, že na letištích máme střední počty letounů označené $\tilde{A}_i$ pro stranu „V“ a $\tilde{B}_i$ pro stranu „Z“. Můžeme ukázat, že platí:

$$\tilde{A}_i = \tilde{A}_i(A_i, \bar{A}_i, \bar{A}_i, T_{vi}),$$

$$\tilde{B}_i = \tilde{B}_i(B_i, \bar{B}_i, \bar{B}_i, T_{vi}),$$

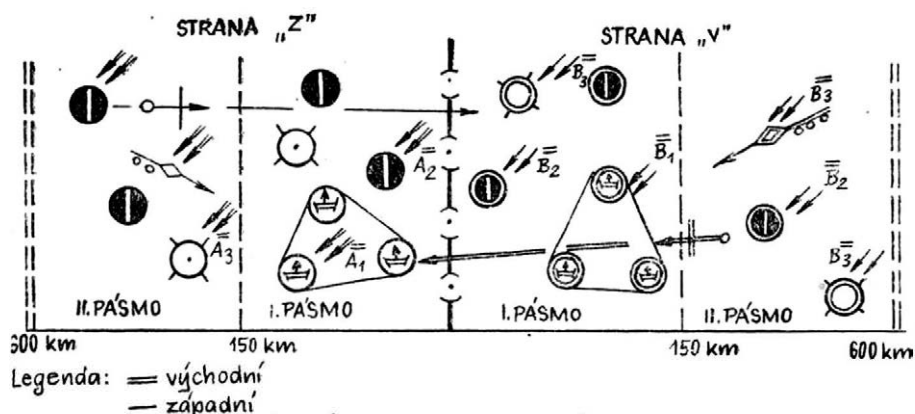
kde T_{vi} a T_{zi} jsou doby letů k cílům a zpět.

Počet letounů zničených na letištích A_i^+ , B_i^+ udává funkce Z :

$$A_i^+ = Z(\tilde{A}_i, \bar{B}_i),$$

$$B_i^+ = Z(\tilde{B}_i, \bar{A}_i).$$

Veličina, která nás hlavně zajímá, je množství škod způsobených bojovou činností letectva. Ve výpočtu vycházíme z toho, že při jednom vzletu letoun strany „V“ zničí dv a letoun strany „Z“ dz jednotkových cílů. Celkovou hodnotu výsledků bojové činnosti letectva strany „V“ do okamžiku T označíme $U_v(T)$ a obdobně stranu „Z“ $U_z(T)$.



Obr. 1. ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA PROSTORU BOJOVÉ ČINNOSTI

Počet letounů, které jsou k dispozici na začátku dalšího časového intervalu, tedy v době $(T + \Delta)$, je určen jako rozdíl mezi počtem, který byl k dispozici v čase T , a počty letounů zničených na letištích a prostředky PVO.

Počáteční podmínky pro A_i a B_i jsou určeny zadáním $U_v(0) = U_z(0) = 0$. Bojové úsilí μ_{vi} a μ_{zi} a počáteční parametry PVO jsou rovněž zadány.

V zadání vlastního modelu se může využít 6 typů letadel pro stranu „V“ a 4 pro stranu „Z“ (obr. 2). K vyjádření vlivu taktického doletu na plnění úkolů jsou prostory obou stran rozděleny do pásem (obr. 1).

Vícepásmovost a větší počet typů letounů, se kterými můžeme v modelu pracovat, si vyžádaly zpracování rozsáhlého počtu složitých rovnic. Jejich odvození i konkrétní tvary funkcí jsou uvedeny v popisu matematického modelu.

Obr. 2

Záhlaví vstupního formuláře

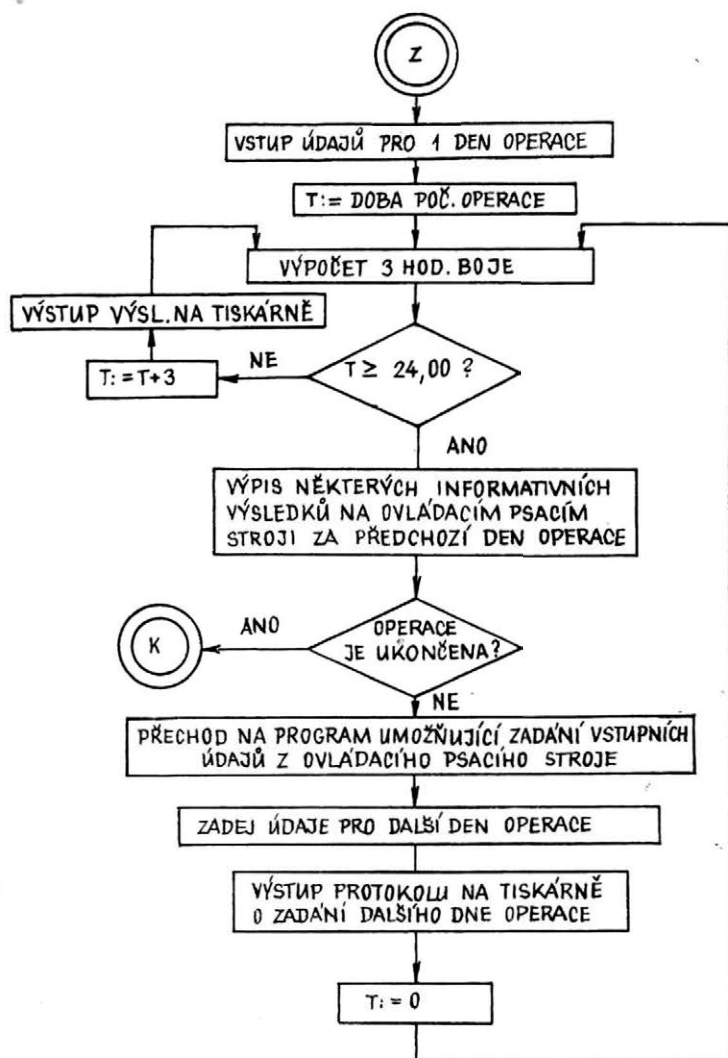
Typ letounu	Letouny rozmístěné na letištích v pásmu do 150 km						Letouny rozmístěné na letištích v pásmu od 150 do 600 km							
	Počet letounů v I. pásmu	Počty letounů působících						Počet letounů ve II. pásmu	Počty letounů působících					
		do 150 km			od 150 do 600				do 150 km			od 150 do 600		
		Ničí			Počet vzletů (let. den)	Ničí			Ničí			Počet vzletů (let. den)	Ničí	
		PVO	Letouny na let.	Ostatní cíle		Letouny na let.	Ostatní cíle		PVO	Letouny na zemi	Ostatní cíle		Letouny na let.	Ostatní cíle
Letouny strany „V“														
Letouny strany „Z“														

Realizace výpočtů na počítači ZPA-600

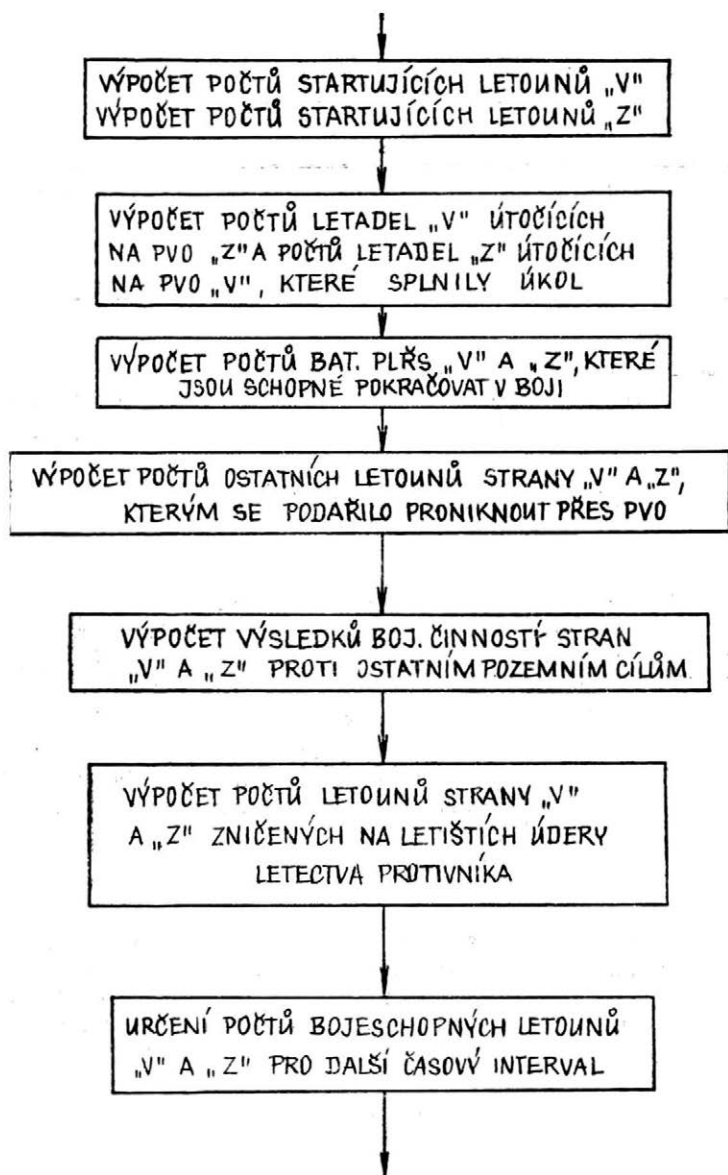
Hrubé blokové schéma výpočtů na počítači uvádí **obr. 3 a 4**.

Základem pro výpočet jednotlivých variant jsou údaje zadané velitelem na vstupním formuláři (**obr. 2**).

Čas potřebný k vyplnění vstupního formuláře netrvá déle než 5–10 minut. Stejnou dobu trvá i děrování. Vzhledem k tomu, že délka časového kroku je rovna 3 hodinám, je nutné pro 24 hodin bojové činnosti řešit soubor rovnic 8krát. Doba



Obr.3. HRUBÉ BLOKOVÉ SCHÉMA PROGRAMU



Obr. 4. HRUBÉ SCHÉMA BLOKU „VÝPOČET 3 h BOJE“

řešení jednoho souboru na počítači je závislá na vstupních údajích a pohybuje se v rozmezí 3–5 s. Tudiž vlastní výpočet pro 24 h bojové činnosti proběhne v rozmezí 24–40 s.

Pro ilustraci použitelnosti modelu byly propočítány 3 varianty zadání. Výsledky jsou zpracovány graficky na **obr. 6, 7, 8**.

Pomocí modelu získáme i podklady pro grafy obdobného charakteru strany „Z“.

Záhlaví výstupních údajů z počítače

Den operace

Čas hodiny	Počet letounů schopných boje strany „Východní“						Škody způsobené straně „Západní“		Počet baterií a účinnost PVO (%) strany „Východní“
	Typ						V pásmu		
	1	2	3	4	5	6	I.	II.	

Čas hodiny	Počet letounů schopných boje strany „Západní“ ¹				Škody způsobené straně „Východní“ ²		Počet baterií a účinnost PVO (%) strany „Západní“
	Typ				V pásmu		
	1	2	3	4	I.	II.	

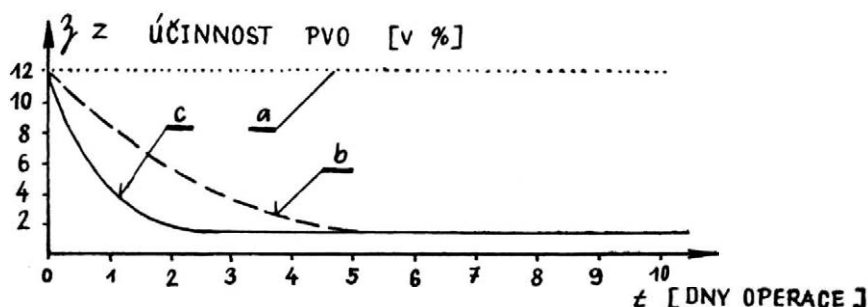
Jisté nepravidelnosti na křivkách b a c v obr. 8 jsou způsobeny změnami v zadání úkolů v průběhu výpočtu. (Při zničení letounů strany „Z“ v určitém pásmu byly predisponovány letouny určené k úderům na letiště na ničení ostatních pozemních cílů. Změny v zadání vycházejí z ovládacího psacího stroje).

Z výsledků řešení si můžeme učinit závěr o použitelnosti modelu:

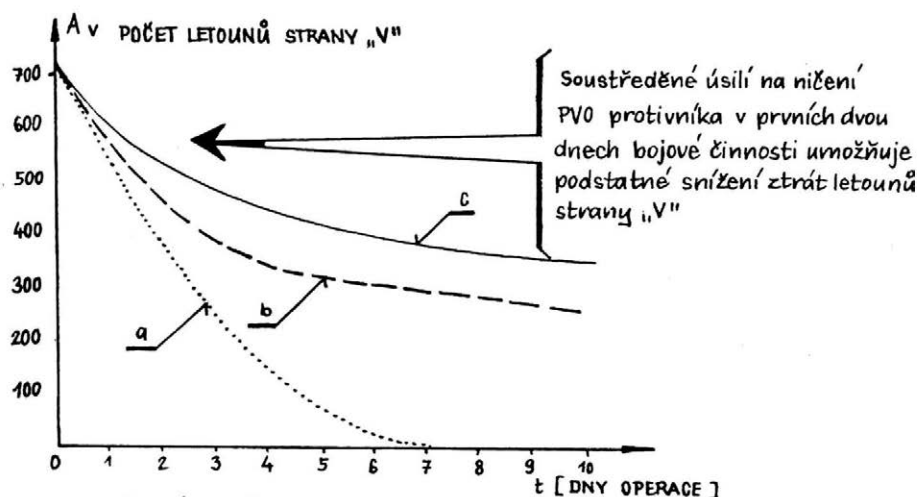
Výpočtem dostatečného počtu variant je dána veliteli možnost optimalizovat rozdělení vzletů na úkoly. Dále výpočty umožňují hodnotit průběh ztrát letounů obou stran. V případě přijetí rozhodnutí klasickou metodou, model umožní vyčíslit podklady pro jeho objektivnější hodnocení.

Závěr

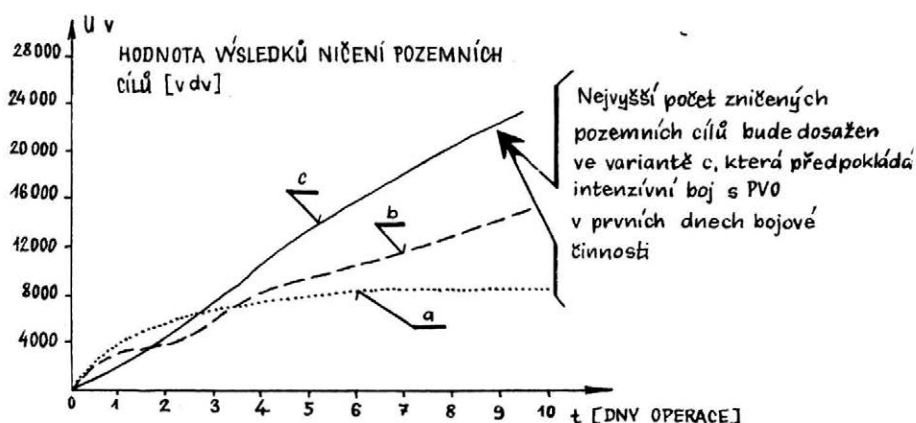
Složitost bojové činnosti letectva si vynutila při matematickém řešení modelu některá zjednodušení. Proto výsledky mohou být jen jedním z podkladů velitele. Konečné rozhodnutí se neobejde bez zkušeností, talentu, předvídavosti a dalších kvalit, které jsou vlastní jen člověku. Moderní počítač však umožňuje v krátkém



Obr. 8. VYPOČÍTANÉ HODNOTY ÚČINNOSTI PVO STRANY „Z“



Obr. 7. VYPOČÍTANÝ PRŮBĚH ZTRÁT LETOUNŮ STRANY „V“



Obr. 8. VYPOČÍTANÉ HODNOTY BOJOVÉ ÚČINNOSTI LETECTVA PŘI NIČENÍ POZEMNÍCH CÍLŮ

Legenda k obr. 6, 7 a 8

— % vzletů vyčleněných stranou „V“ na ničení PVO strany „Z“

a) 0 %

b) ---- 15 % po dobu 5 dnů

c) ——— 30 % první den, 20 % druhý den

časе zpracovat velké množství informací a výpočtů, což nejen není v možnostech velitelů, ale ani celých štábů.

Zpracovaný model je dílčím příspěvkem k využití počítačů pro zvýšení kvality velení letectva.

Modelu můžeme využít při velitelsko-štábních cvičeních a v přípravě posluhačů na vysokých vojenských školách. Práce je k dispozici na VS 032.