

VYUŽITÍ MATEMATICKÉHO MODELU BOJOVÉ ČINNOSTI V PŘÍPRAVĚ VELITELŮ A ŠTÁBŮ

Metoda matematického modelování je výhodná především při zkoumání procesů, jejich podstaty a souvislostí v rozsáhlých a složitých systémech. Jejich modely mají pro teorii i praxi přednost v tom, že umožňují experimentovat s podstatně nižšími materiálními a finančními náklady. Kybernetický přístup ke zkoumání takových jevů předpokládá:

- tvorbu a studium modelů,
- ověřování výsledku tohoto studia na originálech.

Většinou je pracováno s modely, které jen přibližně zobrazují skutečnost. Zjednodušení objektivní reality příslušným modelem vyplývá z poznání, že je jednak nad lidské síly zachytit všechny stránky studované skutečnosti, jednak je to zbytečné, a proto i nevhodné. Nemožnost úplného zobrazení je dána současným stavem našeho poznání a úrovní technických prostředků, kterých k modelování používáme. Zbytečnost vyplývá z toho, že v praktických rozhodnáních neřešíme všechny problémy najednou, a nevhodnost z toho, že získání informací, které jsou irelevantní z hlediska modelovaného zobrazení, je spojeno s určitými finančními náklady.

Z toho nepřímě vyplývá, že neexistuje jeden univerzální model, který by právě řešil námi studovanou problematiku. V určitém modelu zobrazujeme jen ty jevy a procesy, jejichž podstatu chceme bezprostředně poznat. Pomocí modelů nejen poznáme zkoumanou skutečnost, ale snažíme se o její ovládnutí. Záměrné zjednodušení skutečnosti neznamena znehodnocení použitelnosti modelu pro řešení praktických úloh. Naopak, toto zjednodušení je obvykle předpokladem možnosti řešení úlohy. Pro tvorbu jakýchkoli modelů, tedy i modelů bojové činnosti, je rozhodující účel, který jeho konstrukci sledujeme.

Pod pojmem matematického modelu bojové činnosti rozumíme takový systém matematických prostředků, který popisuje bojové sestavy, procesy boje a prostředí bojiště tak, že jeho studiem získáváme nové kvantitativní a kvalitativní charakteristiky zkoumané bojové činnosti.

V obecné metodice matematického modelování bojové činnosti jsou matematicky popisovány **tři základní komponenty**:

Bojové sestavy obou bojujících stran, ve kterých popisujeme druh útvaru nebo jednotky, jeho složení, taktické a prostorové charakteristiky, početní stavy a takticko-technické parametry zbraní a bojové techniky.

Procesy bojové činnosti – představují popis jednak komponent látkově energetických, tj. palba, pohyb, zásobování, apod., jednak informačních, tj. průzkum, hlášení, plánování, rozhodování, atd.

Prostředí bojiště tvoří terén, meteorologická, radiační, chemická situace, apod.

Podrobnost popisu základních složek bojové činnosti je u každého matematického modelu ovlivněna vlastnostmi originálu a subjektivními hledisky při konstrukci vlastního modelu.

Matematický model bojové činnosti, který předkládáme k využití v přípravě velitelů a štábů, je koncipován jako dvoustranné, jednostupňové cvičení, umožňující modelovat bojovou činnost na operačním a taktickém stupni. Popisy bojových sestav, procesů boje a prostředí bojiště, realizované v tomto modelu v souladu se současnými zásadami vedení boje, tvoří soubor pravidel hodnocení bojové činnosti počítačem.

Charakteristika matematického modelu bojové činnosti

Algoritmus modelu je naprogramován v jazyce Fortran v operačním systému DOS-V na počítači ADT 4 500. Doba výpočtů na počítači neomezuje činnost cvičících. Modelování bojové činnosti probíhá v čase blízkém reálnému. Model je modulární konstrukce. Kromě řídicího modulu zahrnuje vstupní, výsledkové, pracovní, obslužné a pomocné moduly.

Proces hodnocení bojové činnosti pomocí matematického modelu je spojen s rozsáhlou interakcí cvičících a jmenovaných s počítačem. K zadávání vstupních dat a usnadnění dialogu s ním slouží vstupní a výstupní formuláře.

V závislosti na druhu a rozsahu modelovaného cvičení lze zvolit podrobnost hodnocení, tj. stanovit organizační stupeň, který bude v procesu modelování uvažován jako nedělitelný celek. V modelu lze rozlišovat bojovou situaci jednotky v síle nejméně roty, baterie. U každého útvaru a jednotky je veden přehled o početním stavu osob, zbraní a bojové techniky, stavu zásob munice i PHM.

Pro modelování je boj rozdělován na po sobě následující časové úseky – etapy boje. Jedna etapa trvá 1 až 6 hodin. Prostorově je bojiště děleno na jednotlivé úseky – sektory. Sektor je definován jako relativně samostatná část bojiště, ve které je boj veden za stejných podmínek. Jednotlivé sektory jsou vymezeny pro každou etapu boje zvlášť.

Základem hodnocení výsledků je posouzení boje v sektoru za etapu. Výsledek v dané etapě je souhrnem výsledků z jednotlivých sektorů vymezených pro tuto etapu. Celkové hodnocení je uskutečňováno na základě výsledků boje v jednotlivých etapách. Při modelování situací volíme podle nabídky počítače (dialogovým režimem) odpovídající postup simulace boje v dané etapě. Po simulaci jejich určitého počtu se lze vrátit k libovolné předcházející etapě a simulovat boj znovu s jeho změněnými parametry, podle upraveného rozhodnutí, případně simulovat boj podle jiné varianty rozhodnutí. Konstrukce modelu umožňuje simulovat boj s prakticky neomezeným počtem etap.

Matematický model bojové činnosti lze využívat v řadě forem přípravy velitelů i štábů a případně i v některých formách plnění přípravy vojsk:

- **ve velitelské a polní přípravě velitelů a štábů:**

- v taktických prověrkách a štábních nácvicích pro jejich přípravu a pro hodnocení rozhodnutí cvičících;

- ve válečných hrách, velitelsko-štábních cvičeních (na mapách i v terénu) a skupinových cvičeních pro jejich přípravu, hodnocení rozhodnutí a výsledků boje stran a pro rozpracování, případně upřesnění dalšího průběhu cvičení;

- **v polní přípravě vojsk** při plánování taktických cvičení s vojsky, při stanovování výsledků boje v průběhu cvičení na základě zhodnocení rozhodnutí cvičících stran a pro upřesňování dalšího průběhu cvičení podle vyhodnocení výsledků boje v jednotlivých obdobích cvičení;

- **pro přípravu posluchačů vojenských škol** v učebně výchovném procesu k rozvíjení operačně taktického způsobu myšlení, rychlého rozhodování a hodnocení bojové situace.

Příklad použití matematického modelu bojové činnosti

K ukázké matematického modelování bojové činnosti a výsledků simulace na počítači jsme využili první část cvičení C-77, z fondů VAAZ.

Pro modelování byla zvolena rozlišovací úroveň prapor, oddíl pro obě strany. Definovány byly 33 jednotky červené strany a 15 jednotek modré strany. Na základě situací řešených na cvičení bylo modelování bojové činnosti na počítači rozděleno do tří období a každé z nich jsme modelovali ve třech etapách boje.

První období – organizace a plánování boje, ovládnutí čáry zasazení předsunutým odřadem divize, přesun a rozvinování hlavních sil divize, palebná příprava zteče.

Etapu 00 – výchozí situace.

Etapu 01 – činnost divize ve výchozím prostoru, její přesun po čáru rozvinutí do praporních proudů.

Etapu 02 – ovládnutí čáry zasazení předsunutým odřadem divize, rozvinutí hlavních sil, palebná příprava zteče.

Druhé období – průlom obrany nepřítelů do hloubky postavení brigád prvního sledu.

Etapu 03 – průlom předního okraje obrany.

Etapu 04 – dokončení průlomu postavení praporů prvního sledu.

Etapu 05 – zasazení druhých sledů pluků a průlom postavení brigádních záloh.

Třetí období – odrážení divizní protizteče.

Etapu 06 – ničení brigádních záloh, příprav k odrážení protizteče částí sil divize, ničení druhého sledu divize nepřítelů při přesunu a rozvinování k protizteči.

Etapu 07 – odrážení protizteče.

Etapu 08 – zasazení PTZ a POZ divize k odrážení protizteče, rozvíjení útoku hlavními silami divize k obklíčení jednotek, které vedou protizteč.

Etapu 00 je nezbytnou počáteční etapou modelování boje. Obsahuje vložení údajů o jednotkách obou stran, uvažovaných na cvičení a zpracování podkladů pro rozehrání zpráv o nepříteli ve výchozí situaci cvičení.

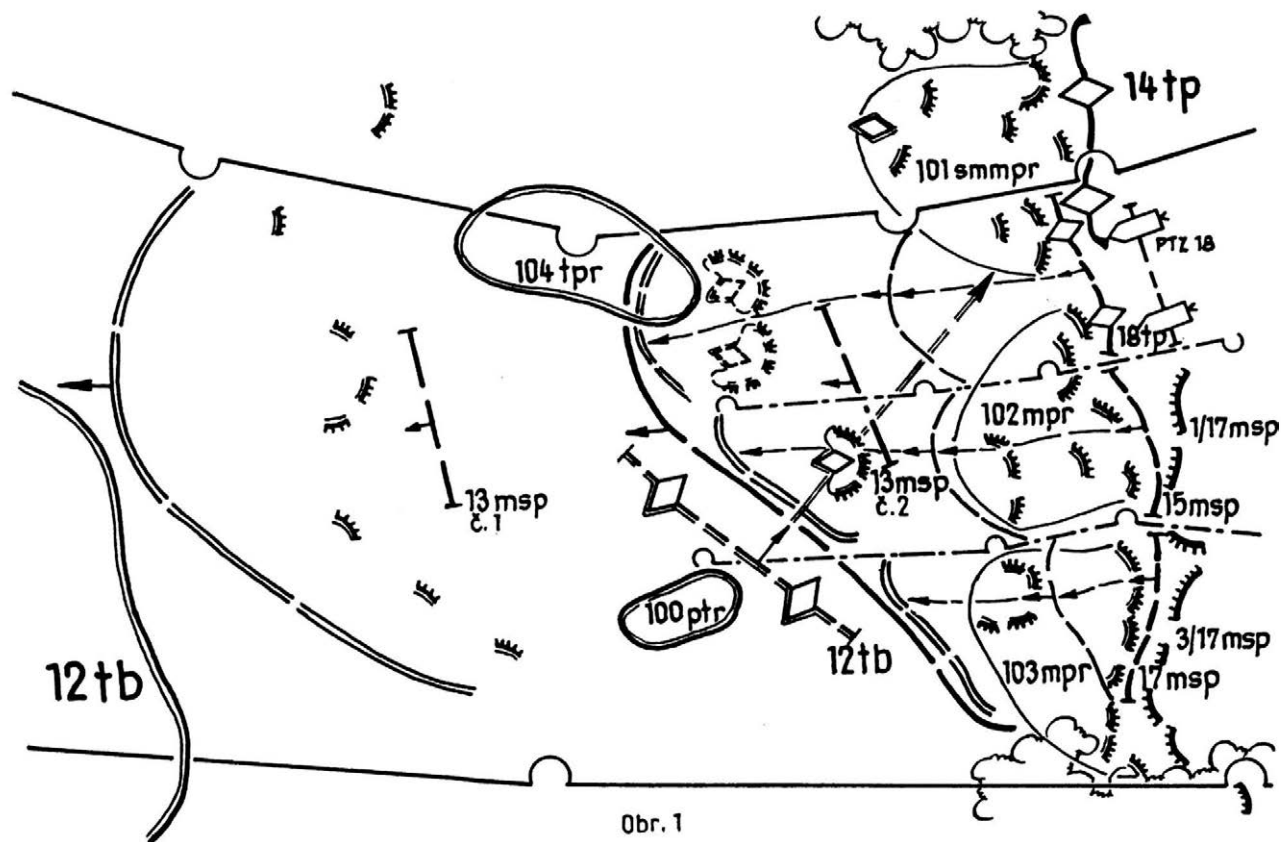
Etapu 01 zabezpečuje zpracování podkladů pro upřesnění zpráv o nepříteli před zahájením palebné přípravy zteče.

Etapu 02 zahrnuje hodnocení výsledků boje předsunutého odřadu, stanovení velikosti ztrát divize při přesunu a rozvinování, rozsahu ztrát nepřítelů způsobených palebnou přípravou zteče, vyhodnocení spotřeby munice, PHM do zahájení zteče a zpracování podkladů pro rozehrání zpráv o nepříteli. Boj byl modelován v osmi sektorech. Ve třech sektorech je hodnocen boj předsunutého odřadu divize a jednotek v dotyku, v dalších pěti sektorech jsou vyhodnoceny výsledky palebné přípravy zteče a palebného působení nepřítelů na hlavní síly divize při rozvinování. Výsledky jaderného ničení jsme vyhodnotili mimo model a do modelované situace byly vloženy.

V etapách 03 až 08 je modelován boj hlavních sil divize. Hodnocení bylo uskutečňováno v hodinových etapách boje. Výsledkem modelování je stanovení velikosti postupu útočící strany, rozsahu ztrát obou stran a zpracování podkladů pro rozehrání zpráv o nepříteli na konci každé etapy boje. Pro modelování jsme v jednotlivých etapách definovali od 8 do 10 sektorů boje. Z toho v 7 až 9 sektorech byl hodnocen boj praporů prvního sledu divize a pravého souseda, v 1 až 2 sektorech ztráty ostatních prvků bojových sestav obou stran. Výsledky jaderného ničení jsou vyhodnocovány mimo model a do modelované situace vloženy. V etapě 08 je navíc vyhodnocena spotřeba munice a PHM za předcházejících 6 hodin boje.

V modelovaných situacích bylo v plném rozsahu respektováno rozhodnutí velitele divize a záměr modré strany autorského řešení. Výsledky modelování byly v jednotlivých obdobích cvičení porovnány s řešením jeho zpracovatelů. Situaci na konci prvního období (etapa 02) – viz **obr. 1**.

Prostorové plnění bojového úkolu divize je v modelu definováno postupem útočící strany v jednotlivých sektorech za etapu boje. Výsledky získané modelováním a jejich porovnání s autorským řešením – viz **tabulku 1** a **obr. 2** za druhé období cvičení (etapa 03 a 05), za třetí období cvičení (etapa 06–08) – viz **tabulku 2** a **obr. 3**.



Tabulka 1

Jednotka	Postup za etapu boje (km)			Celkem (km)	Autor (km)
	03	04	05		
1/18.tp	3.3	2.7	3.9*	6.9—9.9	7.1
2/18.tp***	—	—	2.8	10.6	12.0
3/18.tp	4.9	2.9	1.8	9.6	11.0
3/15.msp	2.7	3.0	1.1**	6.8	4.6**
1/15.msp***	—	—	3.1	9.1	8.8
2/15.msp	2.8	3.2	1.7	7.7	4.4
2/17.msp	1.6	0.4	0.8	2.8	2.0
3/17.msp	0.8	0.3	1.2	2.3	1.0

* v součinnosti s pravým sousedem obkličuje části 101. smnpr.

** vyváděn do druhého sledu.

*** druhé sledy pluků zasazované na počátku etapy 05.

Tabulka 2

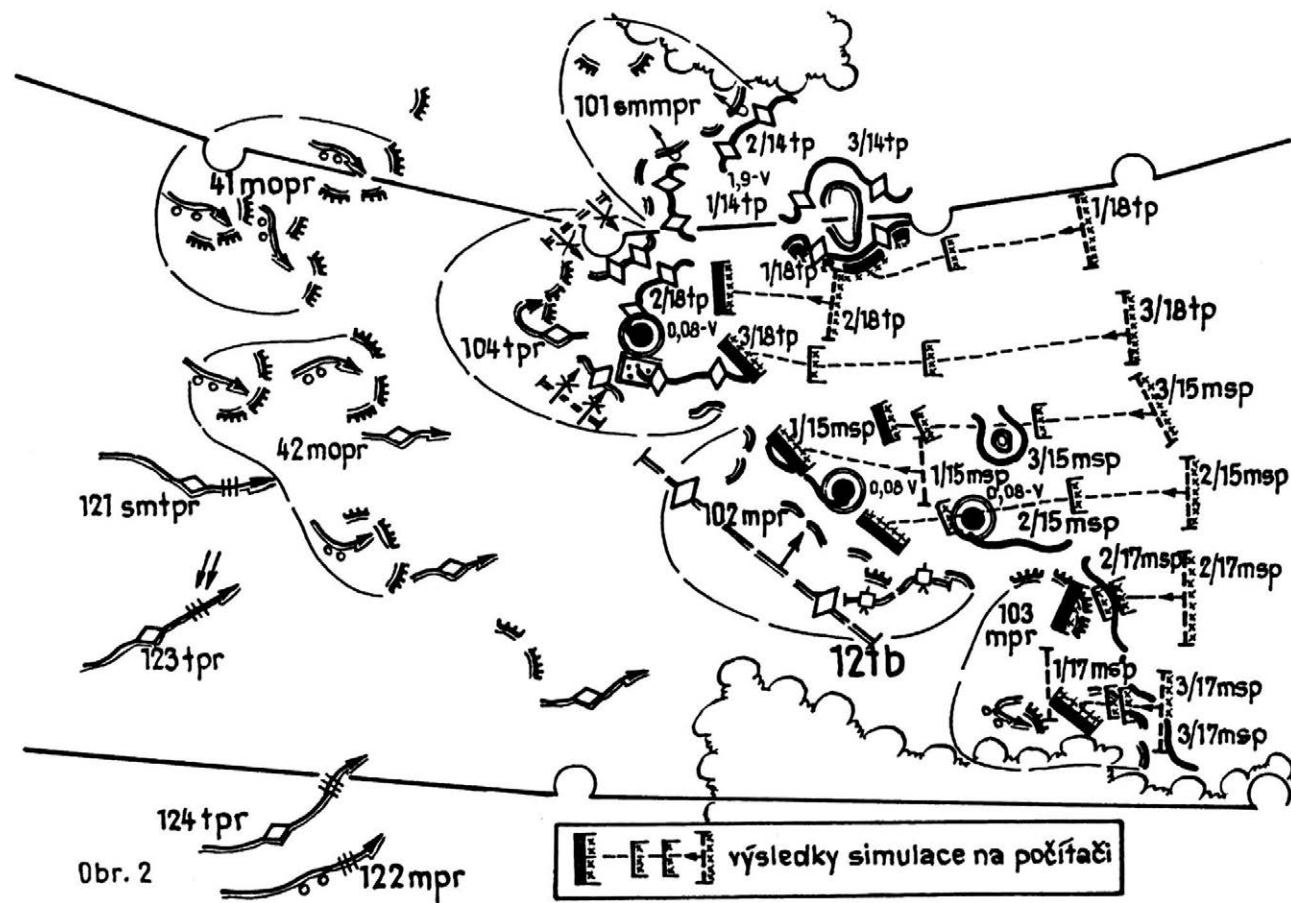
Jednotka	Postup za etapu boje (km)			Celkem (km)	Autor (km)
	06	07	08		
2/18.tp	0.8	1.6	3.7	6.1	5.0
3/18.tp	0.2	0.3	1.3	1.8	1.3
1/15.msp	0.0	—2.3	—0.5	—2.8	—1.5
3/15.msp*	—	—	—0.4	—0.4	—0.5
2/15.msp	0.0	—1.3	—0.2	—1.5	—0.5
2/17.msp	1.1	2.0	2.7	5.8	7.5
1/17.msp	2.0	2.3	5.4	10.7	9.5

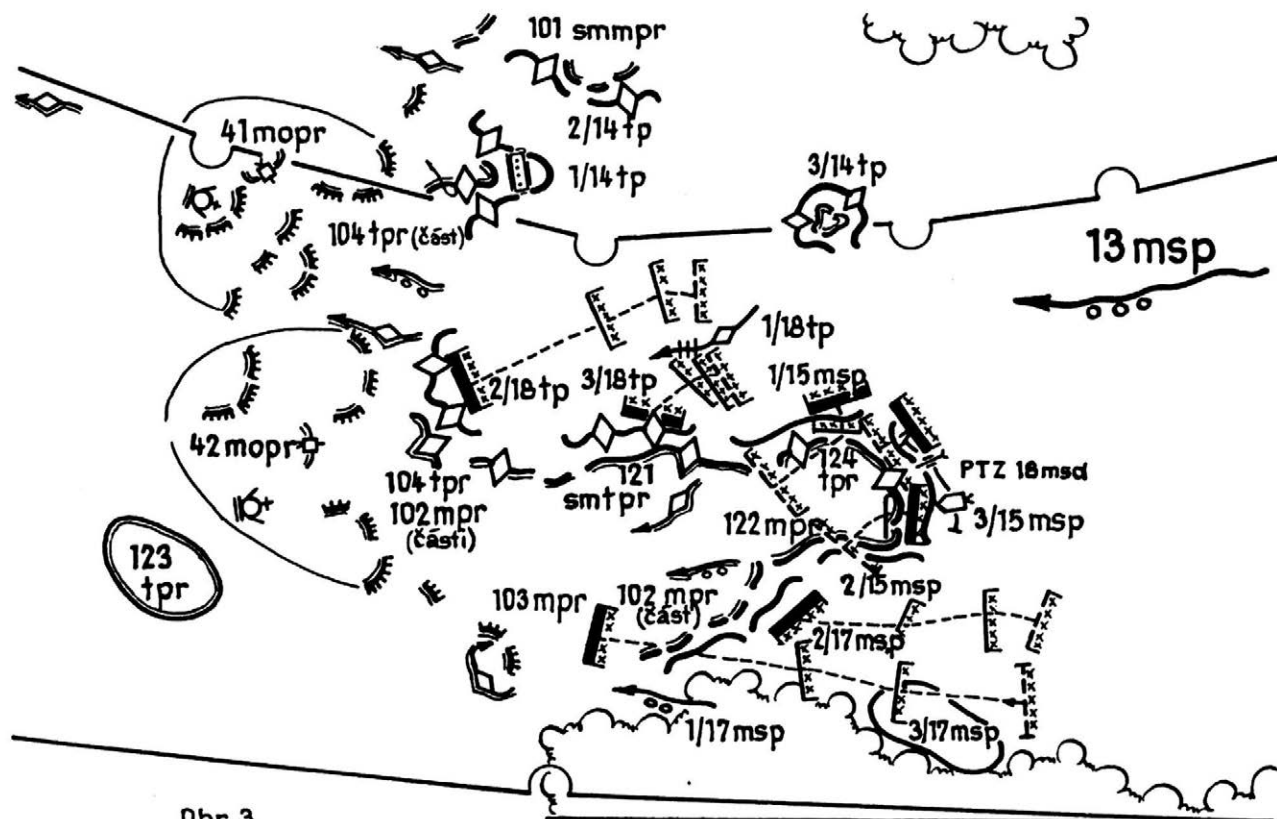
* druhý sled pluku při odrážení protizteče.

Ztráty jsou hodnoceny modelem v deseti kategoriích zbraní, bojové techniky a osob, podle typů prostředků ničení, kterými byly způsobeny. Celkové ztráty za hodnocenou část cvičení – viz **tabulku 3**.

V autorském řešení byly ztráty červené strany rozehrávány v odlišných kategoriích osob, zbraní a bojové techniky. Hodnoty rozehraných ztrát – viz **tabulku 4**.

Porovnání ztrát získaných modelováním s rozehranými bylo uskutečněno ve sloučených kategoriích – viz. **tabulku 5** – porovnání ztrát červené strany.





Obr.3

Tabulka 3

	T	BVP	OT	PTRŠ	Osoby	OT	Dělo- stře- lectvo	PVO	Týlo- vá vozidla	Spe- ciální vozidla
Strana červená										
Ztráty	44.4		38.9	7.8	377.2	10.6	36.0		4.9	7.3
%	20.8		19.8	10.9	19.9	3.8	12.0		2.2	3.3
Strana modrá – první sled divize										
Ztráty	20.5	24.4	6.1	29.9	268.6	11.1	7.1	0.5	5.8	2.5
%	38.0	33.8	21.7	35.6	44.8	7.4	10.1	2.3	4.0	2.4
Strana modrá – druhý sled divize										
Ztráty	29.0	4.1	0.1	3.3	25.0	4.2	1.7	0.2	3.8	3.2
%	26.4	8.9	1.3	6.9	7.7	4.2	7.1	5.0	4.3	4.0

Tabulka 4

	T	BVP	OT	Osoby	Dělo- střelectvo	Vozidla
Ztráty	30.0	8.0	51.0	408.0	39.0	105.0
%	14.0	6.7	26.0		13.0	

Tabulka 5

Autor	T	BVP. OT	T. BVP. OT	Dělo- střelectvo
Model				
Ztráty				
Autor	30.0	59.0	89.0	39.0
Model	44.4	49.5	93.9	36.0
%				
Autor	14.0	9.0	11.0	13.0
Model	20.7	8.3	11.6	12.0

Porovnání ztrát v ostatních kategoriích není možné vzhledem k jejich odlišnému obsahu v modelu bojové činnosti a autorského řešení. Ztráty modré strany jsme nemohli porovnat.

Pro stanovení rozsahu ztrát matematickým modelem činnosti bylo zapotřebí definovat hodnoty jaderného a palebného ničení realizovaného oběma stranami v průběhu boje. Pro červenou stranu byly převzaty z autorského řešení a v souladu s plánem palebného ničení rozpracovány do jednotlivých etap a sektorů boje. Pro modrou stranu byly stanoveny odhadem na základě zámyslu, situace a možností modré strany, uváděných v dokumentaci cvičení. Hodnoty palebného ničení uvažované při modelování boje – viz **tabulku 6**.

Tabulka 6

	1. období		2. období		3. období		Celkem	
	Č	M	Č	M	Č	M	Č	M
Nepřímá palba (JVN)	17224	5184	11016	1920	7614	3792	35854	10896
Střely s koncovým navedením		8		19		3		30
Vrtulníkové vzlety	30	10	14	16	16	26	60	52
Letounové vzlety	8	10	12	16	12		32	26

Ztráty jsou v modelu hodnoceny v jednotlivých sektorech boje a jsou rozděleny na jednotky v souladu s jejich účastí v boji. Při hodnocení etapy boje je modelem vykonána sumarizace ztrát podle prostředků ničení, kterými byly způsobeny. Závěrem jsme udělali sumarizaci ztrát obdobným způsobem za celou modelovanou bojovou činnost. Rozdělení ztrát červené strany v % celkových ztrát podle prostředků ničení – viz **tabulku 7**. Rozdělení ztrát modré strany v % celkových ztrát – viz **tabulku 8**.

Tabulka 7

	T	BVP	OT bojové	PTRS	Osoby	OT velitelské	Dělostřelectvo	PVO	Týlová	Speciální
									vozidla	
Přímá střelba	31.9		27.9	46.1	47.9	19.8	8.3		0.0	0.0
Nepřímá palba	29.0		24.1	31.6	14.0	32.7	47.5		25.6	27.3
Letectvo	7.0		7.5	0.0	3.1	37.0	23.1		58.8	54.5
Boj. vrtulníky	23.8		9.9	18.4	12.9	9.9	1.0		0.0	0.0
Minové pole	4.8		5.7	3.9	4.6	0.6	0.3		0.0	0.0
Jaderné údery	3.5		24.9	0.0	17.5	0.0	19.8		14.7	18.2
Celkem	100		100	100	100	100	100		100	100

Tabulka 8

	T	BVP	OT bojové	PTŘS	Osob	OT vel.	Dělo- stře- lectvo	PVO	Týl. voz.	Spec. voz.
Přímá střelba	22.6	51.4	69.6	52.2	52.6	30.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Nepřímá palba	7.2	19.6	23.2	19.9	17.9	29.6	98.8	100	38.3	31.6
Letectvo	25.4	11.3	0.0	12.7	7.2	20.1	0.0	0.0	41.6	42.1
Bitevní vrt.	8.2	15.1	5.4	13.2	21.5	13.2	1.2	0.0	0.0	0.0
Minové pole	3.5	2.6	1.8	2.0	0.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Jaderné údery	33.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	20.1	26.3
Celkem	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Ze samotné definice matematického modelu bojové činnosti vyplývají určitá omezení. Model je konstruován pro řešení převážně standardních situací. V extrémních případech se mohou výsledky odchýlovat od skutečného vývoje situace. Matematický model bojové činnosti je konstruován s otevřenými algoritmy a umožňuje uživateli ovlivnit výsledky při řešení extrémních situací.

Při srovnání dosud využívaných výpočetních úloh a propočtů v procesu rozhodování s matematickým modelem bojové činnosti lze soudit, že tento model umožňuje nejen předpovídat průběh a výsledky boje podle různých variant rozhodnutí, ale i na základě jejich rozboru přijímat nejvhodnější řešení.

Efektivnost využívání matematického modelu bojové činnosti je do značné míry závislá na připravenosti uživatele k modelování, který by měl být seznámen s principy modelu, umět kvantifikovat proměnné parametry prostředí bojiště, bojových sestav a procesů boje podle požadavků vstupních formulářů a kvalifikovaně využívat výstupní údaje. Kvantifikace vstupních parametrů je časově nejnáročnější částí práce s modelem bojové činnosti. Vstup datových souborů, zpracování modelovaných situací na počítači a tisk výstupních sestav probíhá, z hlediska časových norem pro práci štábu, v čase blízkém reálnému.

Vypracovaný model je prvním statistickým modelem bojové činnosti pro taktický a operační stupeň v ČSLA. Soudíme, že metodologie a metodika matematického modelu bojové činnosti odpovídají současným poznatkům a technickým možnostem v této oblasti.

...rozšiřovat využívání výpočetní techniky, prostředků automatizace a malé mechanizace. Zvýšit pozornost na připravenost obsluh, rozšiřování programů a zkracování doby pro zpracování vstupních údajů. Zadávat úlohy k řešení variantních propočtů a kalkulací ve vazbě na obsah hodnocení situace a přípravu rozhodnutí.

(Směrnice pro operační a mobilizační přípravu ve výcvikovém roce 1988–1989)
