

MODELOVÁNÍ DĚLOSTŘELECKÉ PALBY

Dělostřeleckou palbu chápeme jako značně složitý stochastický systém, jehož přímé zkoumání na originálu je v plném rozsahu v mírové době prakticky neuskutečnitelné. Jde tedy o oblast, která přímo vyžaduje aplikaci zprostředkovaných metod výzkumu, založených na principech modelování. V závislosti na cílech a úkolech zkoumání můžeme vytvářet různé typy modelů. Pro naše potřeby je účelné sestavit symbolický model. V něm jsou vlastnosti objektů vyjádřeny symbolicky matematickými vztahy. Pomocí nich můžeme sledovat změny vlastností palby, v závislosti na stavu a změnách jednotlivých parametrů, které jsou dány strukturou modelu. Vzhledem k velkému množství sledovaných otázek půjde o model značně složitý. Základem celé jeho struktury je fundamentální model účinku dělostřelecké palby.

Model účinku dělostřelecké palby je symbolickým modelem, který zobrazuje závislost mezi účinkem palby a účinnostními pa-

rametry, jimiž je velikost účinku ovlivňována. Účelem jeho konstrukce je zjistit v daných konkrétních podmínkách účinek palby, aniž by byla skutečně vedena.

Řešení účinnostního modelu je založeno na principech statistického modelování střelby. Současný stav poznatků z oblasti teorie střelby a řízení palby pozemního dělostřelectva umožňuje zjistit pro libovolné podmínky střelby potřebné vstupní údaje, na jejichž podkladě můžeme vypočítat náhodné souřadnice bodů výbuchů konvenčních střel nebo ničivých elementů kontejnerové střely. Porovnáním těchto souřadnic se souřadnicemi cílů, jimiž je tvořena bojová sestava cíle jako celku, zjistíme, který z elementárních cílů je vyřazen. Z celkového počtu vyřazených cílů vyplyne potom palebný účinek simulované palby. Vzhledem k velkému rozsahu nezbytných výpočtů řešíme tuto úlohu na samočinném počítači.

Popis a funkce modelu

Celý postup řešení modelu účinku palby metodou statistického modelování na samočinném počítači — viz obr.

Úvod celého modelu představuje **čtení výchozích podkladů**. Při něm ze vstupního média zavedeme všechny nezbytné údaje, charakterizující palbu, která má být simulována. Jsou to především základní informace, vyplývající z rozhodnutí střílejšího

a z povelů pro střelbu. Zejména udáváme ráže a druh děla, střely, zapalovače, náplně a dráhy střely, délku střelby, počet dělostřeleckých jednotek a jejich děl, spotřebu střel pro dělo, směr a délku, počet dalek a velikost dálkového skoku, počet směrů a interval vějíře. Tyto údaje nám umožní modelovat palbu v souladu s obecnými zásadami řízení palby, které konkré-

tizujeme rozhodnutím střelcejšího v povelu k palbě.

Kromě těchto dat čteme celý soubor číselných charakteristik chybové soustavy, kterou je doprovázena sledovaná palba. V údajích, jež vyplývají z výsledků podrobné teoretické analýzy, zavádíme do modelu podmínky přesnosti, odpovídající obecným i konkrétním podmínkám. Při palbě dělostřeleckým oddílem s kontejnerovou municí to např. může být pravděpodobná oddílová, baterijní a dělová dálková i stranová chyba, pravděpodobná dálková a šířková úchylka rozptylu střel i dálková a šířková úchylka rozptylu ničivých prvků kontejneru.

Významným souborem vstupních dat jsou údaje o cíli. Obsahují v první řadě druh cíle, jeho rozměry a podrobnější popis. Přitom vycházíme ze znalosti organizace, takticko-technických dat výzbroje a zásad bojového použití nepřátelských jednotek, které při modelované palbě aplikujeme na konkrétní taktickou situaci a terénní podmínky. Popis zahrnuje především celkový počet elementárních cílů, druhy těchto cílů a jejich dílčí počty. Nakonec je popsána bojová sestava, kterou cíl jako celek zaujímá. Při tom udáváme polohu každého elementárního cíle pravouhlými souřadnicemi jeho středu. Počátek cílové pravouhlé souřadnicové soustavy Oxz volíme ve středu cíle a její osa Ox je prodlouženou spojnicí středu palebného postavení se středem cíle.

Výchozí podklady zahrnují dále informace o účinku použitých střel na daný cíl. Udáváme je pomocí upravených rozměrů oblasti ničivého účinku konvenční střely nebo prvku kontejnerové střely na každý z elementárních cílů. Za upravenou oblast ničivého účinku považujeme pravouhelník, jehož strany jsou rovnoběžné s osami souřadnicové soustavy Oxz. Rozměry označujeme jako hloubku 2h a šířku 2š ničivého účinku.

K zjištění palebného účinku musíme znát náhodnou polohu výbuchů střel. Jejich souřadnice (ξ, ζ) , jež měříme od středu cíle jako počátku, můžeme zjistit pokusně skutečnou střelbou. Tomuto nevhodnému postupu se vyhýbáme simulací střelby na počítačím stroji pomocí podprogramu **generování náhodných odchylek**. Teorie střelby dokázala, že náhodné chyby mají normální (Gaussovo) pravděpodobnostní rozložení s nulovými očekávanými hodnotami a známými pravděpodobnými chybami.

K simulování skutečné střelby využijeme generovaných náhodných odchylek normované normálně rozložené náhodné veličiny X, která má nulovou očekávanou hodnotu $M(x) = 0$ a jednotkovou pravděpodobnou

úchylku $E(x) = 1$. Toto normované rozložení má hustotu pravděpodobnosti

$$f(x) = \frac{\rho}{\sqrt{\pi}} \exp \{-\rho^2 x^2\},$$

kde: ρ = konstanta = 0,4769.

Získáme-li náhodným výběrem posloupnost odchylek zvláštních hodnot $\{a_i\}$ této náhodné veličiny od její očekávané hodnoty, můžeme je snadnou transformací převést na náhodné odchylky $\{\xi_i\}$ zvláštních hodnot náhodné veličiny $\{\xi\}$, jež mají pravděpodobnostní rozložení s hustotou

$$f(\xi) = \frac{\rho}{E\xi \sqrt{\pi}} \exp \left(-\rho^2 \cdot \frac{\xi^2}{E\xi^2} \right),$$

kde: $E\xi$ = známá pravděpodobná úchylka tohoto pravděpodobnostního rozložení. Platí transformační rovnice

$$\xi_i = a_i \cdot E\xi.$$

K zjištění náhodných odchylek a_i , které přísluší normovanému normálnímu pravděpodobnostnímu rozložení, využijeme poznatků, vyplývajících z centrální limitní poučky počtu pravděpodobnosti. Obsah této věty můžeme vyjádřit tak, že rozložení součtu dostatečně velkého počtu nezávislých, libovolně rozložených náhodných veličin se neomezeně přibližuje rozložení normálního. Podle této poučky má tedy součet dostatečně velkého počtu náhodných čísel A_i , rozložených rovnoměrně v intervalu $[0; 1]$ s očekávanou hodnotou $M(A_i) = 0,5$ a střední úchylkou $\delta(A_i) = 1/\sqrt{12}$ již také normální pravděpodobnostní rozložení. Podprogramy generace náhodných čísel $\{A_i\}$ patří k stabilnímu vybavení soudobých samočinných počítačů. Pro naše účely plně stačí generovat šest takových náhodných čísel $\{A_i\}$. Jejich součet má normální rozložení a náhodná odchylka je dána vztahem

$$a_i = \left(\sum_{j=1}^6 A_j - 3 \right) \cdot \frac{1}{\rho}.$$

Celý proces generování náhodných odchylek pozůstává tedy z postupného generování šestic náhodných čísel $\{A_j\}_1^6$, z nichž každé je rovnoměrně rozloženo v intervalu $[0; 1]$. Jejich dosazením do tohoto vztahu získáme náhodnou odchylku $\{a_i\}$ normované normálně rozložené náhodné veličiny od její očekávané hodnoty. Zjištěním potřebného počtu těchto náhodných

odchylek $\{a_i\}$ je proces generování ukončen. Výsledky mohou být dále využity k výpočtu náhodných souřadnic bodů výbuchů.

Náhodné chyby, kterými je dělostřelecká palba vždy doprovázena, způsobí náhodné rozptýlení jejích výbuchů a vytvoří tak určitý chybový obrazec. V něm je každý výbuch odchýlen od cíle o svou vlastní, individuální chybu výstřelu. **Výpočet souřadnic výbuchů** je dalším úkolem výpočetního programu. Počátek vodorovné pravouhlé souřadnicové soustavy $\{O\xi\}$ zvolíme ve středu cíle a její osu $\{O\xi\}$ jako prodlouženou spojnicí středu palebného postavení se středem cíle. Je totožná se souřadnicovou soustavou Oxz k popisu cíle při čtení výchozích podkladů. Dvojice souřadnic $\{\xi, \zeta\}$ představuje polohu bodu výbuchu a současně také velikost jeho individuální chyby výstřelu. Postup výpočtu těchto náhodných chyb závisí na charakteru chybové soustavy, který vyplývá z toho, jakou dělostřeleckou jednotkou a jakou municí vedeme střelbu.

Ve zcela obecném případě střelby dělostřeleckého oddílu kontejnerovou municí třemi dálkami zaměřovače a jedním směrem vhodně upraveným vějířem mohou být náhodné souřadnice bodu výbuchu prvku kontejnerové střely zapsány ve tvaru

$$\begin{aligned} -\xi &= \xi_o + \xi_b + h_{\xi d} + \xi_d + \xi_s + \xi_e, \\ -\zeta &= \zeta_o + \Delta h_{\zeta b} + \zeta_b + h_{\zeta d} + \zeta_d + \zeta_s + \zeta_e, \end{aligned}$$

kde: ξ_o, ζ_o = dálková a stranová náhodná oddílová chyba, která se opakuje systematicky u všech výstřelů celé oddílové palby,

ξ_b, ζ_b = dálková a stranová náhodná baterijní chyba, která se opakuje systematicky u všech výstřelů jednotlivé baterie, ale která má u každé baterie svou vlastní, individuální hodnotu,

ξ_d, ζ_d = dálková a stranová náhodná dělová chyba, která se opakuje systematicky u všech výstřelů jednotlivého děla, ale má u každého děla svou vlastní individuální hodnotu,

ξ_s, ζ_s = dálková a stranová náhodná chyba rozptylu střel, která se náhodně mění u každého výstřelu, ale opakuje se systematicky pro všechny ničivé prvky kontejnerové střely,

ξ_e, ζ_e = dálková a stranová náhodná chyba rozptylu ničivého prvku kontejnerové střely, která se mění náhodně u každého prvku,

$h_{\xi d}, h_{\zeta d}$ = změny dálky a směru daného děla, které vyplývají z použitého dálkového skoku a intervalu vějíře,

Δh_{ξ} = oprava směru příslušné baterie při střelbě dělostřeleckého oddílu.

K praktickému výpočtu souřadnic výbuchů využijeme normovaných náhodných odchylek dálkových $\{a_i\}$ a stranových $\{b_i\}$, generovaných v předchozí operaci. Aplikujeme při tom rovnici $\xi_i = a_i \cdot E_{\xi}$ a každou dílčí náhodnou chybu ve vztahu poslední rovnice nahradíme součinem generované náhodné odchylky normovaného rozložení $\{a_i\}$ nebo $\{b_i\}$ s odpovídající pravděpodobnou chybou, která charakterizuje známé pravděpodobnostní rozložení jednotlivých dílčích náhodných chyb. Tak dostaneme ve zkoumaném obecném případě střelby dělostřeleckého oddílu kontejnerovou municí pracovní výpočetní vztah

$$-\xi = a_o \cdot Ex_o + a_{\beta} \cdot Ex_b + h_{\xi d} + a_{\delta} \cdot Ex_d + a_{\delta} \cdot \dot{u}d + a_{\delta} \cdot \dot{u}x,$$

$$-\zeta = b_o \cdot Ez_o + \Delta h_{\zeta} + b_{\beta} \cdot Ez_b + h_{\zeta d} + b_{\delta} \cdot Ez_d + b_{\delta} \cdot \dot{u}b + b_{\delta} \cdot \dot{u}z,$$

kde: Ex_o, Ez_o = pravděpodobné dálkové a stranové chyby oddílové,

Ex_b, Ez_b = pravděpodobné dálkové a stranové chyby dělové,

$\dot{u}d, \dot{u}b$ = pravděpodobné dálkové a šířkové úchytky rozptylu střel,

$\dot{u}x, \dot{u}z$ = pravděpodobné dálkové a šířkové úchytky rozptylu ničivých prvků (jejich velikosti byly zavedeny ze vstupního média při vstupní operaci čtení výchozích podkladů a nemění se během celého výpočtu),

a, b , = hodnoty, získané dříve popsaným generováním náhodných odchylek (mění se postupně u každého jednotlivého výstřelu současně se změnou velikosti odpovídajícího indexu, tzn. je také ovlivněno jejich zařazení v jednotlivých cyklech, jimiž je operace výpočtu souřadnic výbuchů tvořena),

o = náhodné odchylky, které se opakují systematicky, beze změny u všech výstřelů celé oddílové palby,

- β = hodnoty, které se opakují pouze u výstřelů dané baterie (se změnou čísla střelecké baterie mění se tento index i jejich hodnota),
 δ = použijeme u těch hodnot, které se opakují jen u výstřelů jednoho děla (u výstřelů každého dalšího děla je již jejich hodnota jiná),
 δ = hodnoty, které je nutné měnit při každém výstřelu,
 ε = hodnoty, které se mění u každého z ničivých prvků kontejnerové střely.

V závislosti na konkrétní situaci při simulované palbě obecný výpočetní vztah podle potřeby vhodně upravujeme. Tak např. při samostatné baterijní střelbě jedním směrem odpadá první sčítanec, který obsahuje oddílové chyby, a baterijní oprava směru, používaná při střelbě oddílu je nulová. Obdobně při střelbě konvenční municí, jež se nerozpadá na ničivé prvky, vynecháme poslední člen — náhodné úchyly rozptylu těchto ničivých prvků.

V dalším zjišťujeme, zda byl palbou vyřazen některý z elementárních cílů. Tento cíl považujeme za vyřazený tehdy, vybuchla-li konvenční střela nebo ničivý prvek kontejnerové střely v takové vzdálenosti od jeho středu, že byl zasažen jejím ničivým účinkem. Z geometrického hlediska dojde k vyřazení elementárního cíle tehdy, je-li výbuch v oblasti ničivého účinku střely, opsané kolem středu elementárního cíle. Obsah ničivého účinku jsem uvedl jako pravouhelník o stranách 2h, 2š, které jsou rovnoběžné se souřadnicovou soustavou Oxz. Rozhodovací podmínku o vyřazení můžeme matematicky formulovat takto: libovolný j-tý z množiny elementárních cílů, kterými je daný cíl jako celek tvořen, je vyřazen i-tým výstřelem palby právě tehdy, jsou-li současně splněny nerovnosti.

$$\begin{aligned} - |x_j - \xi_i| &< h_j, \\ - |z_j - \zeta_i| &< \delta_j, \end{aligned}$$

kde: x, z = souřadnice elementárního cíle, 2h, 2š = hloubka a šířka ničivého účinku konvenční střely nebo ničivého prvku kontejnerové střely, ξ, ζ = souřadnice výbuchu.

Elementární cíl, u něhož současně platí obě nerovnosti, je vyřazen. Pokud je splněna pouze jedna podmínka nebo není splněna žádná, nastal výbuch tak daleko od daného elementárního cíle, že nebyl jeho ničivým účinkem zasažen, a není proto vyřazen.

K tomu, zda byly podmínky splněny a zda byl elementární cíl vyřazen nebo neznáme již všechny potřebné podklady. Souřadnice elementárních cílů (x, z) a jejich rozměry 2h, 2š byly postupně zavedeny ze vstupního média při čtení výchozích podkladů. Souřadnice náhodných výbuchů (ξ, ζ) jsme zjistili v předchozí operaci na základě generování náhodných odchylek a s pomocí známých pravděpodobných chyb a odchylek, jež charakterizují přesnost simulované palby.

Následujícím úkolem je **výpočet palebného účinku**, kterého bylo simulovanou palbou dosaženo. Pod tímto pojmem rozumíme poměr počtu vyřazených k celkovému počtu všech elementárních cílů, kterými je daný cíl jako celek tvořen. Platí vztah

$$u = \frac{v}{k},$$

kde: u = palebný účinek,

v = počet vyřazených elementárních cílů,

k = celkový počet elementárních cílů, jimiž je cíl jako celek tvořen.

Počet vyřazených elementárních cílů jsme zjistili předchozí operací. Kritériem pro vyřazení je splnění podmínek nerovnosti, jež cyklicky sledujeme postupným opakováním pro každý z množiny elementárních cílů ($j = 1, 2, \dots, k$) a pro každý z množiny výbuchů ($i = 1, 2, \dots, N$). Jsou-li u některého z elementárních cílů podmínky nerovnosti splněny, vložíme do paměti jeho číslo (j). Pokud toto číslo v paměti uloženo není, nebyl cíl zatím ještě vyřazen. Proto můžeme dosavadní počet vyřazených elementárních cílů zvětšit o jednotku. Pokud je již číslo (j) v paměti uloženo, byl tento elementární cíl některým předchozím výbuchem palby vyřazen. Počet vyřazených elementárních cílů v tomto případě nezměníme a ověřujeme platnost rozhodovací podmínky u dalšího elementárního cíle (další výbuch). Po ukončení celého rozhodovacího cyklu pro všechny elementární cíle i výbuchy palby zjistíme celkový počet vyřazených cílů (v). Při čtení výchozích podkladů byl do paměti uložen celkový počet elementárních cílů (k). Máme tedy k dispozici potřebné údaje pro výpočet palebného účinku podle vztahu

$$u = \frac{v}{k}.$$

Tím je celý výpočet palebného účinku ukončen a zbývá poslední operace — **tisk získaných výsledků**. Pro kontrolu i další využití je účelné ve vstupním dokumentu zachytit kromě těchto výsledků také základní vstupní údaje. Takto upravený výstupní dokument přehledně shrnuje komplexní údaje o podmínkách, za nichž byla simulována palba vedena a udává i její výsledek pomocí dosaženého palebného účinku. Vytisťením výstupního materiálu jsme celé modelování palby ukončili.

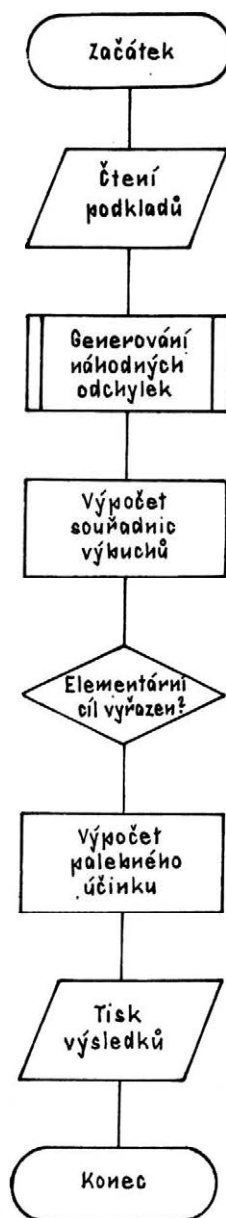
Pro ilustraci uvedu konkrétní příklad modelování palby dělostřeleckým oddílem 155mm SHKH vz. 77, jejímž úkolem je zničit palebné postavení nepřátelské obrněné baterie 155mm SHH. Struktura cíle a rozložení jeho prvků — viz **tabulku**.

Hodnoty ostatních vstupních údajů — viz **výstupní dokument**. Pomocí zpracovaného programu — viz **obr.** — byla pro zvolené podmínky (na počítači EC-1030) simulována dělostřelecká palba. Její náhodný výsledek — viz výstupní dokument, ze kterého vyplývá, že simulovanou palbou byly vyřazeny čtyři samohybná děla, jeden obrněný transportér a dvě nákladní auta, tj. celkem 7 z 11 elementárních cílů (jimiž byl cíl jako celek tvořen). Palebný účinek je tedy $7/11 = 0,6364$. Palebný úkol zničit obrněnou baterii byl tedy splněn. Pro možné kalkulace poměru sil jsme simulováním získali potřebné údaje o nenávratných ztrátách jednotlivých druhů bojové techniky, které byly nepříteli touto palbou způsobeny.

Využití modelu dělostřelecké palby

Model můžeme využít především v **základní podobě**, kterou jsem popsal. V tomto případě získaný výsledek určí palebný účinek, kterého dosáhla palba simulovaná za daných konkrétních podmínek, nebo účinek, kterého by dosáhla skutečná palba, kdyby byla za těchto podmínek opravdu vedena. Této možnosti můžeme využít při rozehrávání situací (na taktických cvičeních) k reálnému posouzení účinků cvičně vedených paleb a ke kvalifikovanému ocenění materiálních ztrát, jež byly palbou způsobeny. Tím také můžeme objektivně zjistit poměr sil v jednotlivých obdobích cvičení a vyvodit odpovídající závěry pro odborné informace (návrhy) i rozhodnutí velitelů.

Výstupní dokument může obsahovat i tisk souřadnic bodů výbuchů. Jejich grafickým znázorněním můžeme získat dokonalou představu o tom, jak vypadá náhodné rozložení výbuchů při jednorázové palbě, ve-



Tabulka

Druh elementárního cíle	Souřadnice elementárního cíle	
	x	z
SHH 155	— 5	131
SHH 155	25	75
SHH 155	45	27
SHH 155	36	— 50
SHH 155	50	— 83
SHH 155	30	— 130
OT	— 15	— 1
OT	— 25	— 6
NA	— 45	40
NA	— 5	90
NA	5	— 96

Výstupní dokument

M O D E L U C I N K U

PALEBNY	RAZE A DRUH	152 SHKH 77		DALKA	10 000			
SYSTEM	STRELA OF	ZAPALOVAC NZ 11		NAPLN	3			
	POCET ODDILU	1 BATERII	3	DEL	6			
	DALEK	3 SMERU	1					
	SPOTREBA	20 DALKOVY SKOK	75	INTERVAL	39			
CIL	OBRNENA BATERIE	HLOUBKA	150	SIRKA	200			
	DRUH EL. CILE		SHD	OT	NA			
	POCET		6	2	3			
	HLOUBKA UCINKU		3.7	3.5	6.2			
	SIRKA UCINKU		3.7	3.5	6.2			
CHYBOVA	EXO = 69.6 EXB = 33.4 EXD = 22.8 UD = 25.0							
SOUSTAVA	EZO = 36.7 EZB = 26.9 EZD = 6.0 US = 5.8							
VYSLEDEK	VYRAZENY ELEMENT CILE							
PALBY	CISLO	1	3	4	6	9	10	11
	DRUH	SHD	SHD	SHD	SHD	OT	NA	NA
	PALEBNY UCINEK	U = 0.6364						

dené s plnou dotací střeliva celou dělostřeleckou jednotkou.

Simulovat nemusíme však pouze jedinou palbu. Podrobnou analýzou celé soustavy dělostřeleckých paleb, která se vyskytuje např. v období komplexního palebného ničení, je možné získat průkazné objektivní podklady k dalšímu teoretickému rozpracování a vyvození doporučení k praktické činnosti při řízení palby.

Popsaný model účinku dělostřelecké palby můžeme také použít jako stavební prvek při konstrukci složitějších modelů. Stá-

vá se tak podsystémem dalšího, nadřazeného systému.

Akumulací modelů účinku je možné vytvořit např. složitý model palebné činnosti. Vycházíme při tom ze skutečnosti, že jednotlivý palebný účinek, získaný na výstupu popsaného modelu, je zvláštní náhodná proměnná hodnota, kterou je palebná účinnost. Při mnohonásobném opakování palby simulované za přibližně stejných podmínek zobrazují získané palebné účinky palebnou účinnost. Její číselné charakteristiky zjistíme statistickým zpracováním získaného

souboru náhodných palebných účinků. Tento postup je novou metodou hodnocení palebné účinnosti, kterou můžeme nazvat metodou simulační. Její předností je to, že při ní zjistíme nejen očekávaný palebný účinek, ale i jeho rozptyl, jehož výpočet klasickými metodami hodnocení byl nesmírně obtížný. Touto metodou získáme dokonalou představu o hodnotě palebného účinku, jež můžeme při vedení palby s největší pravděpodobností očekávat, a skutečnou hodnotu, která se může od očekávané lišit.

Ve výstavbě těchto systémů můžeme s využitím základního modelu palby dále pokračovat a blížit se tak ke skutečné složité bojové situaci. Získané výsledky je mož-

né využít k teoretickým rozborům a hledání optimálních postupů v přípravě a řízení palby. Mluvíme potom o **experimentování na modelech palby**. Postupujeme tak, že model palebné účinnosti mnohokrát cyklicky opakujeme. Při každém cyklu měníme jednotlivé účinnostní parametry, které představují podmínky střelby. Sledováním změn, jež odpovídají očekávaným palebným účinkům zjišťujeme, jak se vliv jednotlivých podmínek střelby projevuje. Hodnoty účinnostních parametrů, při nichž očekávaný palebný účinek dosahuje maxima, potvrzují optimální podmínky střelby. To nám umožňuje formulovat doporučení pro praktická opatření.

V míru je účelné nahradit přímé zkoumání dělostřelecké palby zkoumáním zprostředkovaným, které uskutečňujeme na symbolickém modelu. Takovým základním symbolickým modelem je model účinku dělostřelecké palby, jenž zobrazuje závislost mezi účinkem palby a účinnostními parametry. Jeho účelem je zjistit v daných konkrétních podmínkách účinek palby, aniž by musela být skutečně vedena. Řešení modelu uskutečňujeme simulováním palby na samočinném počítači. Pomocí generovaných náhodných čísel zjišťujeme náhodné souřadnice výbuchů. Jejich porovnáním se souřadnicemi jednotlivých elementárních cílů zjistíme, který z nich byl vyřazen. Z počtu vyřazených cílů vyplyne potom palebný účinek simulované palby. Přímou v této podobě slouží model ke zjištění palebného účinku. Může být však také použit k výstavbě složitějších modelů, jakým je např. účinnostní model palby. Experimentování na těchto modelech poskytuje podklady pro kvalifikovaná doporučení optimálních postupů při řízení palby.