

Kritéria palebné účinnosti

V soudobém boji, kdy vojska v dříve nebývalé míře mají ve výzbroji vysoce výkonné palebné systémy, nesmírně vzrůstá význam palby pro rozdrčení nepřítele a dosažení vítězství. Tuto skutečnost zdůrazňují naše platné řády, které dále přímo stanoví, že **prvořadou povinností všech velitelů je dovedná organizace a řízení palby všeho druhu**. Při podrobném zkoumání způsobů, kterými můžeme splnění těchto úkolů dosáhnout, narážíme nezbytně na problémy **palebné účinnosti**. Ty, obecně řečeno, zahrnují celý komplex otázek, které souvisí s posouzením možného účinku palby a s rozбором podmínek, kterými je tento možný účinek ovlivňován. Tím dávají podklad pro praktickou činnost velitelů, štábů a jednotek a usměr-

ňují ji k tomu, aby připravovaná palba měla v dané konkrétní situaci co největší účinek.

Základním problémem celé teorie palebné účinnosti jsou otázky **kritérií palebné účinnosti**. Velmi podrobně byly tyto otázky rozpracovány pro palebnou činnost pozemního hlavního dělostřelectva. I když v některých ohledech jde o otázky speciálního charakteru, přesto většina z nich má zcela obecnou platnost, takže je můžeme aplikovat na palebnou činnost libovolných palebných systémů. Cílem článku je proto seznámit čtenáře alespoň s těmi hlavními, zcela obecnými zásadami, jejichž znalost přispěje k hlubšímu pochopení a dovednějšímu používání při praktické organizaci a řízení palby.

Některé základní pojmy

Palebnou činnost dělostřelectva nazýváme zcela obecně **střelbou**. Střelbou můžeme plnit velice různorodé a mnohotvárné úkoly, jako např. osvětlování terénu, udávání cílů, jejich zastřelení a následné umlčení nebo ničení. Ze všech takových úkolů mají zvláštní význam právě poslední z vyjmenovaných příkladů, které spojují střelbu cílově s různými nepřátelskými objekty a různými taktickými palebnými úkoly. V takových případech, kdy bezprostředním úkolem střelby dosáhneme palebného účinku v cíli, mluvíme o **střelbě účinné** nebo stručně o **palbě**. Je tedy pojem palba podřízen obecnějšímu pojmu střelba.

Z této definice palby je zřejmé, že předmětem jejího působení jsou **cíle**. Cílem se stává v průběhu bojové činnosti každý objekt tím okamžikem, kdy na něj

plánujeme střelbu. Při studiu cílů je důležité zavedení pojmu **elementární cíl**. Elementárním cílem nazýváme nejmenší prvek, na který můžeme daný cíl rozložit. Tak např. při palbě na skupinu nepřátelské živé síly představuje každý jednotlivý bojovník jeden elementární cíl. Elementárnímu cíli dáváme tvar pravoúhelníku o šířce 2š a hloubce 2h a umísťujeme jej tak, aby jeho šířka byla kolmá na výstřelnou rovinu. Charakteristikou vlastností elementárního cíle je ta skutečnost, že následkem každého jednotlivého výstřelu buď zcela ztrácí svou bojeschopnost, resp. bojovou použitelnost, nebo ji neztrácí vůbec. V prvním případě říkáme, že je elementární cíl palbou vyřazen, v opačném, že není vyřazen. Neříkáme tedy vůbec možnost částečného vyřazení.

Pomocí zavedeného pojmu elementárního cíle můžeme dále definovat cíle skupinové a jednotlivé.

Skupinový cíl se skládá ze skupiny elementárních cílů, rozmístěných nerovnoměrně na určité uzavřené oblasti, jejichž průměr může být značný a jejich tvar bývá nepravidelný. Skupinovým cílem je např. ohnisko odporu, pochodový proud, soustředění tanků, dělostřelecké baterie apod. Palbou může být úplně vyřazen celý skupinový cíl nebo pouze jeho část nebo nemusí být vyřazen vůbec v závislosti na tom, kolik z celkového počtu jeho elementárních cílů bylo vyřazeno.

Jednotlivý cíl je buď jediný nebo malá skupina elementárních cílů, které jsou rozmístěny blízko sebe. Tak za jednotlivý cíl považujeme např. tank s osádkou, bezzákluzové dělo s obsluhou apod. Při palbě na jednotlivý cíl předpokládáme proto pouze dvojitý výsledek (obdobně jako u elementárního cíle) tj. buď vyřazení celého jednotlivého cíle, nebo jeho nevyřazení vůbec.

Úkolem palby je dosáhnout stanoveného **palebného účinku** v cíli. Tento účinek spočívá ve vyřazení určitého počtu elementárních cílů, které tvoří daný cíl. Označíme-li počet palbou vyřazených elementárních cílů jako r , může tato hodnota r sloužit k ohodnocení účinku dané palby, neposkytuje však úplnou informaci. Máme-li např. dvě palby se stejným počtem vyřazených elementárních cílů $r_1 = r_2 = 25$, zdálo by se, že při obou bylo dosaženo stejného účinku. Takové tvrzení je však správné pouze tehdy, jsou-li oba cíle složeny ze stejného počtu elementárních cílů. Tvoří-li však první cíl 50, kdežto druhý 100 elementárních cílů, je účinek každé z palb různý. V prvním případě bylo palbou vyřazeno 50 % a v druhém pouze 25 % z celkového počtu elementárních cílů. Dokonalejší informaci o účinku palby získáme, vezmeme-li v úvahu i celkový počet elementárních cílů. **Palebným účinkem** u rozumíme potom poměr počtu vyřazených elementárních cílů r k jejich celkovému počtu m . Platí

$$u = \frac{r}{m}.$$

Počet vyřazených elementárních cílů může být $r = 0, 1, \dots, m$.

Palebný účinek musí uplatňovat nerovnost $0 \leq u \leq 1$.

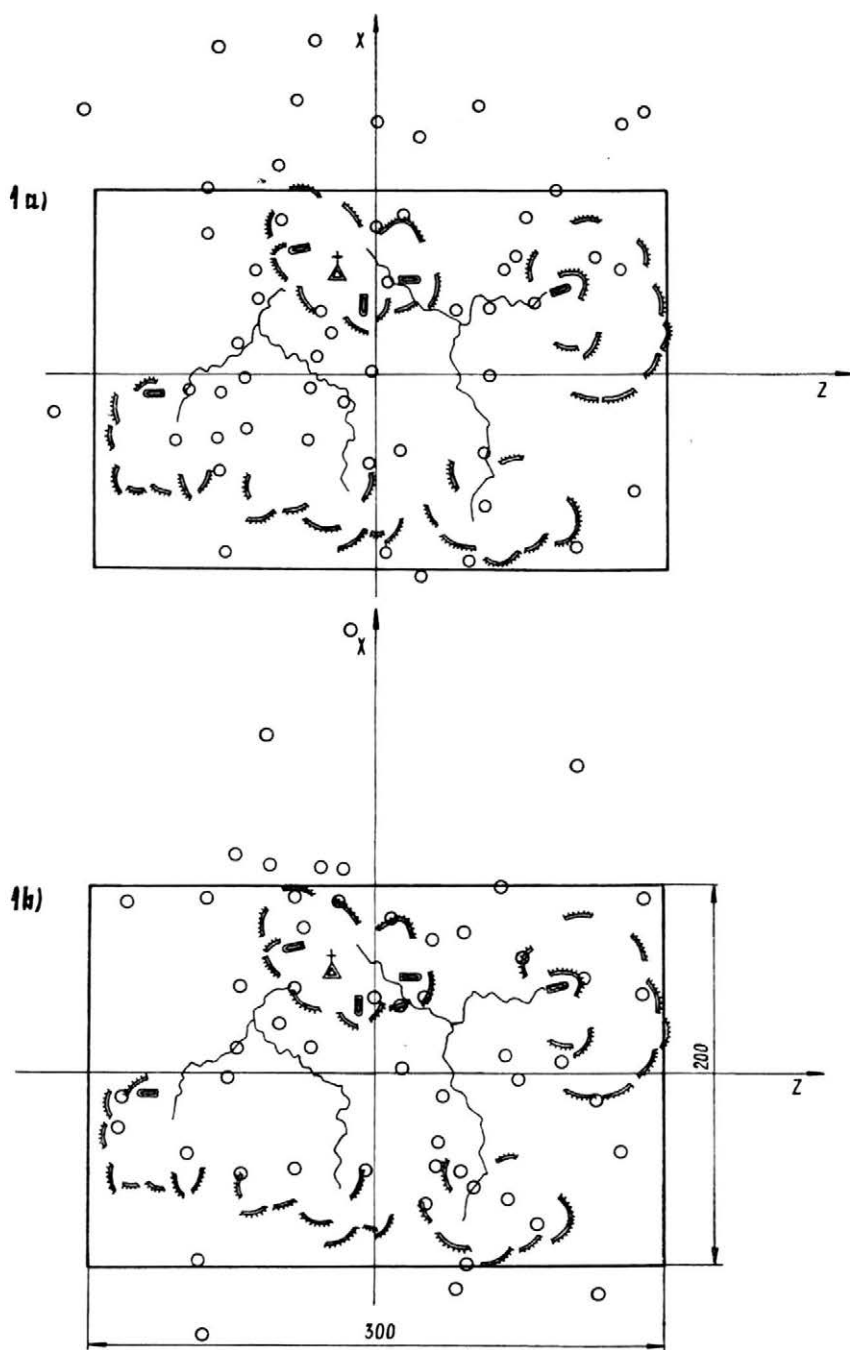
V každém konkrétním případě závisí palebný účinek na mnoha jevech v celém procesu přípravy a uskutečnění palby, jejichž působení i výsledek je v každém jednotlivém případě zcela neurčitý. Takovým jevům se zcela obecně říká **náhodné jevy**, čímž se zdůrazňuje jejich náhodný, přede nedeterminovaný charakter. Veličina, jejíž hodnoty se takto náhodně mění, se nazývá **náhodná proměnná**. Jednotlivé hodnoty, kterých náhodná proměnná může nabýt, se jmenují zvláštní hodnoty náhodné proměnné. Takovými zvláštními hodnotami jakési náhodné proměnné jsou i jednotlivé palebné účinky. O tom se můžeme přesvědčit zcela jednoduše tak, že budeme určitou palbu několikrát po sobě za zdánlivě zcela stejných podmínek opakovat. Změříme-li po každém takovém opakování palby hodnotu získaného palebného účinku, zjistíme, že dosažené palebné účinky kolísají v určitém rozmezí. Výsledky takového pokusu znázorňuje obr. 1.

Při tomto pokusu byla dvakrát za dosažitelných stejných podmínek opakována palba oddíl 122 mm houfnic vz. 38 na ohnisko odporu čtyř. Prvky pro palbu byly určeny úplnou přípravou za standardních podmínek, dálka střelby činila 7 km. Na úsek 300×200 bylo upraveným vějířem a třemi dálkami vypáleno při každém pokuse z úsporných důvodů pouze 54 ran. Rozmístění jejich dopadů znázorňují na obrázcích kroužky, jejichž poloměr odpovídá poloměru účinku střely na krytou živou sílu. V prvním případě padlo z celkového počtu 54 vystřelených ran 12 mimo úsek a 15 do bezprostřední blízkosti nebo přímo do zákopů, kdežto v druhém činily tyto počty 10 a 20 ran. Rozmístění jednotlivých výbuchů bylo při obou pokusech různé a žádná z ran nepadla na stejné místo. Dosažený palebný účinek byl u obou palb různý.

Je zřejmé, že časté opakování popsaných pokusů přímo střelbou je příliš nákladné. Vzhledem k tomu, že podrobným rozбором chybové soustavy při dělostřelecké palbě získáme dostatek vstupních údajů, můžeme získat dostatečně přesné výsledky, aniž bychom skutečnou střelbu v plném rozsahu realizovali. Graf (obr. 2) znázorňuje získané palebné účinky při desetinasobném opakování simulované palby na nekrytou živou sílu.

Vidíme, že hodnoty palebných účinků kolísají kolem určité střední hodnoty. Za tuto střední hodnotu můžeme považovat aritmetický průměr, vypočítaný z daného počtu pokusů, tj. hodnotu

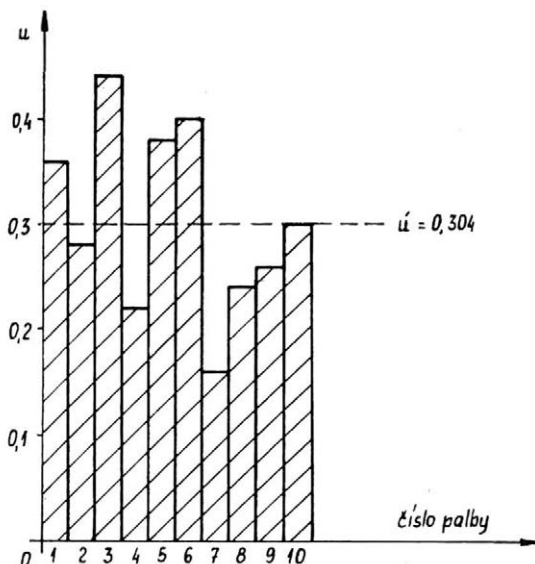
$$u = \frac{0,36 + 0,28 + 0,44 + 0,22 + 0,38 + 0,40 + 0,16 + 0,24 + 0,26 + 0,30}{10} = 0,304$$



Obr. 1. Palba oddílu na úsek kryté živé síly

Se značnou pravděpodobností můžeme předpokládat, že při dostatečně velkém počtu opakovaných pokusů se bude střední palebný účinek blížit vypočítané hodnotě 0,304. Ze získaných výsledků nemůžeme sice určit přesně, které hodnoty dosáhne palebný účinek při další palbě, ale můžeme s velkou pravděpodobností očekávat, že v daných podmínkách bude se pohybovat jeho hodnota kolem vypočítané střední hodnoty 0,304.

Z příkladu je zřejmé, že jednotlivé palebné účinky $u_1, u_2 \dots, u_n$ představují zvláštní hodnoty určité náhodné proměnné, kterou nazýváme **palebnou účinností** (nebo krátce jenom účinností) a kterou označujeme U . Palebnou účinnost U můžeme tedy definovat jako spojitou náhodnou proměnnou, nabývající jednotlivých zvláštních hodnot u , které nazýváme palebnými účinky.



Obr. 2. Palebné účinky při opakované palbě

Kvantitativní kritéria palebné účinnosti

Pro kvantitativní posouzení palebných účinností paleb nestačí porovnávat jenom jejich palebné účinky. Kdybychom tak postupovali např. v předchozím příkladě, museli bychom považovat třetí a čtvrtou z paleb, uvedených na obr. 2., za účinnostně zcela neekvivalentní palby, což by však byl závěr mylný. Je tedy i palebný účinek u neúplnou informací o účinnosti palby. Abychom získali správný obraz, vycházíme z dříve uvedené definice palebné účinnosti, která zdůrazňuje její náhodný charakter a pro její kvantitativní charakterizování použijeme obvyklých číselných charakteristik náhodných proměnných. Nazýváme je souhrnným názvem **míry palebné účinnosti** a zahrnujeme pod nimi míru polohy a míru rozptýlu.

Jako **míra polohy** slouží očekávaná hodnota (střední hodnota) palebného účinku, kterou nazýváme **očekávaným palebným účinkem** a označujeme R . Tato hodnota udává polohu středu rozložení palebné účinnosti, tj. polohu středu, kolem něhož jsou jednotlivé palebné účinky jako zvláštní hodnoty palebné účinnosti rozptýleny. Při velkém počtu opakování podobných paleb můžeme s pravděpodobností blízkou se k jedné předpokládat, že dosažený střední palebný účinek se bude velmi značně blížit očekávanému palebnému účinku R . Při palbě na **skupinový cíl** udává očekávaný palebný účinek R , jaká část z elementárních cílů, tvořících daný skupinový cíl, bude palbou s největší pravděpodobností vyřazena. Tak např. zjistíme-li,

že očekávaný palebný účinek činí $R = 0,25$, můžeme s největší pravděpodobností očekávat, že palbou vyřadíme 25 % elementárních cílů, které daný skupinový cíl tvoří. Při palbě na **jednotlivý cíl** představuje palebná účinnost typ náhodné proměnné, která může dosahovat pouze dvou zvláštních hodnot, a to hodnoty nulové tehdy, není-li jednotlivý cíl palbou vyřazen a hodnoty jedné v případě, že je vyřazen. Označíme-li pravděpodobnost vyřazení jednotlivého cíle jako p a pravděpodobnost opačného jevu (tj. že jednotlivý cíl nebude vyřazen) jako $q = 1 - p$, bude očekávaný palebný účinek

$$R = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p,$$

tj. bude číselně přímo roven pravděpodobnosti vyřazení jednotlivého cíle. Proto také často místo názvu očekávaný palebný účinek používáme u jednotlivého cíle termínu **pravděpodobnost vyřazení cíle**, při čemž jako označení ponecháváme symbol R .

Rozptýl palebné účinnosti kolem očekávaného palebného účinku je charakterizován **mírou rozptýlu**, za níž považujeme **disperzi palebného účinku** D . Podle velikosti této disperse můžeme usuzovat, jak budou skutečné hodnoty jednotlivých palebných účinků u dané konkrétní palby rozptýleny kolem očekávaného palebného účinku neboli jaké odchylky ve skutečných účincích můžeme od vypočítaného očekávaného palebného účinku očekávat.

Bude-li např. účinnost dané palby charakterizována hodnotami $R = 0,30$ a $D = 0,0004$, můžeme očekávat, že skutečný palebný účinek bude nejpravděpodobněji dosahovat hodnoty 0,30 a že se s pravděpodobností 0,997 nebude od této hodnoty odchýlovat více než $\pm 3 \sqrt{0,0004} = \pm 0,06$ tj. že bude s uvedenou vysokou pravděpodobností ležet mezi hodnotami 0,24 a 0,36. Jinými slovy můžeme při této palbě na skupinový cíl očekávat, že bude vyřazeno 24 až 36 % elementárních cílů, přičemž nejpravděpodobnější je vyřazení 30 % elementárních cílů.

Při přísném teoretickém posuzování palebné účinnosti několika paleb musíme znát obě uvedené míry palebné účinnosti. Míra polohy, tj. očekávaný palebný účinek nám ukazuje, jakou hodnotu palebného účinku můžeme s největší pravděpodobností očekávat a míra rozptylu, tj. disperze palebného účinku, nás informuje o tom, jak může být skutečný palebný účinek od očekávaného odchýlen. Z hlediska palebné účinnosti tedy bude výhodná ta palba, u níž bude očekávaný palebný účinek dosahovat dosti vysoké hodnoty a naopak jeho disperze bude malá.

Přesný výpočet měr palebné účinnosti je i při použití moderní výpočetní techniky záležitostí velice komplikovanou. Zejména velké potíže působí výpočet disperze palebného účinku, takže bývá realizován jen u zásadních teoretických výpočtů. Při řešení ostatních problémů se spokojujeme jenom s výpočtem očekávaného palebného účinku, pro který byly odvozeny vhodné přibližné metody, zaručující sice nutnou přesnost výsledku, ale

při tom mnohem jednodušší co do provedení, než metoda přesná. Proto se dále nebudeme již k disperzi D podrobněji vracet a pod pojmem **míry účinnosti v užším slova smyslu** budeme rozumět pouze míru polohy tj. **očekávaný palebný účinek** R . Při kvantitativním posuzování dvou paleb A, B , budeme potom také vycházet pouze ze vztahu jejich očekávaných palebných účinků R_A, R_B . Bude-li při tom platit $R_A < R_B$, řekneme, že palba A je méně účinná než palba B , což zapíšeme symbolicky $A < B$. Pokud bude naopak $R_A > R_B$, považujeme palbu A za účinnější a píšeme $A > B$. Konečně při rovnosti $R_A = R_B$ považujeme obě palby za ekvivalentní z hlediska účinnosti a píšeme $A \approx B$.

Uvedme pro ilustraci krátký příklad. Výpočtem jsme zjistili, že při palbě na tentýž úsek se stejnou spotřebou střeliva je u jednoho oddílu očekávaný palebný účinek $R = 0,20$ a u druhého je $R = 0,30$. Z hlediska palebné účinnosti je v tomto případě výhodnější plnit palebný úkol druhým oddílem, protože má větší míru účinnosti. U prvního oddílu můžeme předpokládat, že skutečný palebný účinek se bude pohybovat kolem hodnoty 0,20, tj. že bude vyřazeno kolem 20 % všech elementárních cílů na daném úseku, kdežto u druhého oddílu bude skutečně palebný účinek blízký hodnotě 0,30, čili bude vyřazeno kolem 30 % elementárních cílů.

Numerický výpočet očekávaného palebného účinku R se uskutečňuje pomocí různých přibližných metod. V této souvislosti je nutné výsocy ocenit zásluhou práci sovětských vědců a zejména akademika A. N. Kolmogorova, kteří rozsáhle teoreticky analyzovali otázky účinnosti dělostřelecké palby a vypracovali prakticky použitelné jednoduché výpočetní metody. Z nich jmenujme alespoň metodu, která využívá parabolické hustoty postřelování, při níž je očekávaný palebný účinek R definován pomocí vztahu

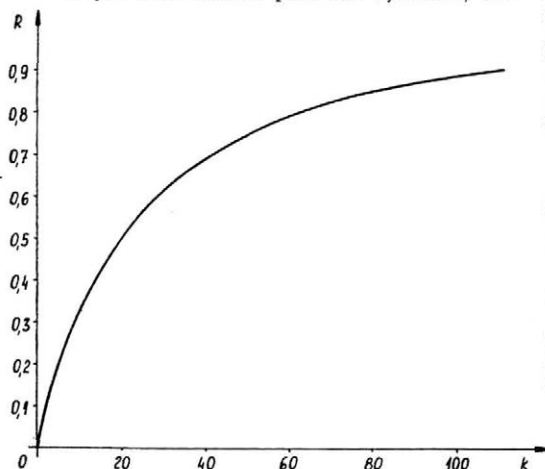
$$R = f(k),$$

kde k je účinnostní koeficient. Grafické znázornění této závislosti očekávaného palebného účinku na velikosti účinnostního koeficientu uvádí **obr. 3**.

Z grafu je zřejmé, že jde o nelineární rostoucí funkci. Chceme-li např. zvětšit očekávaný palebný účinek R z hodnoty 0,2 na 0,3, zjistíme z grafu, že musíme hodnotu účinnostního koeficientu k zvětšit z 4,8 na 8,4 tzn. 1,75krát.

Pro další sledování je výhodné ještě vyjádřit účinnostní koeficient k vztahem

$$k = \frac{N \cdot S \cdot \tau}{Exo' \cdot Ezo'}$$



Obr. 3. Graf funkce $R = f(k)$

kde N je nutná spotřeba střeliva,
 s obsah elementárního cíle,
 τ rektifikační funkce,
 Exo' , Ezo' úsekové redukované chy-
 by prvků.

Dosadíme-li tento vztah do předchozího výrazu pro očekávaný palebný účinek R , dostaneme

$$R = f \left(\frac{N \cdot s \cdot \tau}{Exo' \cdot Ezo'} \right)$$

Argumentům, na nichž je podle tohoto vztahu závislý očekávaný palebný účinek

R a tím také palebná účinnost, říkáme **parametry palebné účinnosti** nebo stručně **účinnostní parametry**. Změní-li se libovolný z vyjmenovaných účinnostních parametrů, změní se zcela nutně i palebná účinnost. Protože je každý dělostřelecký velitel povinen v rámci své působnosti vyvinout všechno úsilí k tomu, aby byla zabezpečena potřebná účinnost palby, všimneme si dále, jak jednotlivé parametry ovlivňují očekávaný palebný účinek a ukažeme, jak můžeme prostřednictvím jejich změn regulovat vhodně jeho hodnotu.

Účinnostní parametry a jejich vliv na palebnou účinnost

a) Prvním ze zkoumaných účinnostních parametrů je **spotřeba střeliva** N . Očekávaný palebný účinek R je rostoucí funkcí spotřeby střeliva; při zvětšování spotřeby střeliva N se také (pokud ostatní účinnostní parametry zůstávají beze změn) zvětšuje očekávaný palebný účinek R . Průběh závislosti očekávaného palebného účinku R na spotřebě střeliva N znázorňuje **obr. 4**. Na svislé ose tohoto obrázku je očekávaný palebný účinek R a na vodorovné ose poměr spotřeby střeliva N ke spotřebě N_0 , která představuje nutnou spotřebu pro dosažení očekávaného palebného účinku $R = 0,30$. Z obrázku je zřejmé, že ke zvýšení očekávaného palebného účinku z hodnoty 0,3 na hodnotu 0,5 je nutné zvětšit spotřebu střeliva 2,34krát, na hodnotu 0,6 již 3,37krát a na hodnotu 0,7 dokonce 4,94krát.

Z obrázku je vidět, že očekávaný palebný účinek sice neroste se zvětšováním spotřeby střeliva lineárně, ale při malých změnách spotřeby střeliva se zakreslená křivka natolik blíží přímce, že ji můžeme přímkou nahradit a závislost považovat pro praktické přibližné spotřeby za závislost lineární. Tak můžeme přibližně počítat s tím, že změna spotřeby střeliva o 5 % vyvolá změnu očekávaného palebného účinku o hodnotu 0,01.

Pomocí spotřeby střeliva můžeme poměrně snadno palebnou účinnost regulovat. K podstatnějším změnám očekávaného palebného účinku dochází však teprve při značných úpravách spotřeby střeliva, což může nepříznivě ovlivnit celý proces zásobování střelivem. Střelivo je nejen nutné vyrobit, ale také dopravit až k bojujícím jednotkám, a to pod rušivými úderů nepřátelského letectva, raketových prostředků a dělostřelectva. Každé zvýšení spotřeby střeliva celý tento proces podstatně komplikuje a je tedy z hlediska hospodárnosti nežádoucí. Proto považujeme zvyšování palebné účinnosti prostřed-

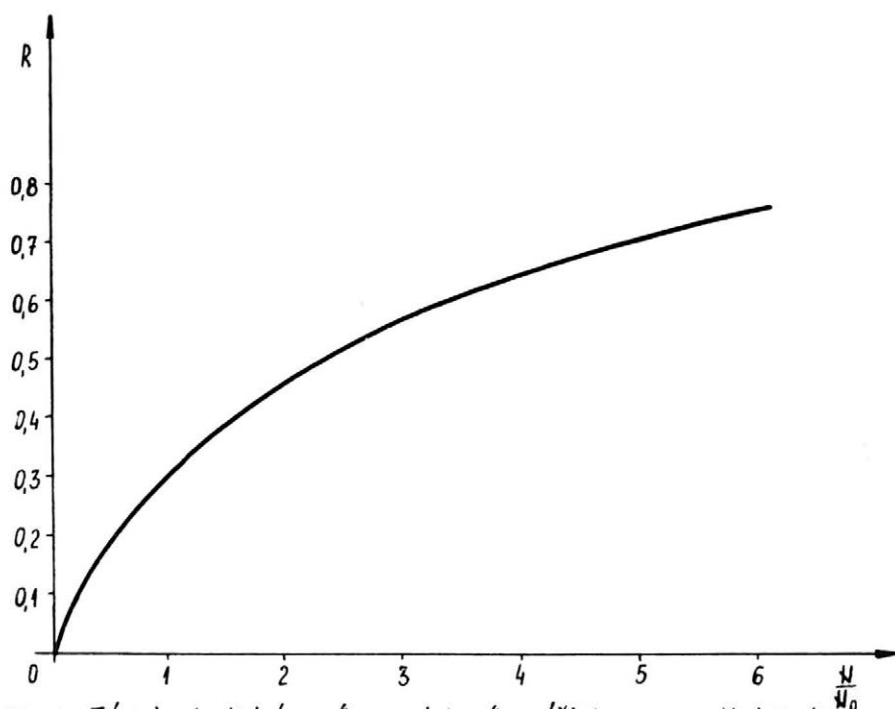
nictvím růstu spotřeby střeliva za opatření výjimečné, které používáme pouze tehdy, není-li regulace jinou cestou řešitelná.

b) Dalším účinnostním parametrem je **obsah elementárního cíle** s . Z dříve uvedeného vztahu pro výpočet očekávaného palebného účinku vyplývá, že změny obsahu elementárního cíle mají na palebnou účinnost zcela stejný vliv jako změny spotřeby střeliva. Můžeme tedy opět počítat s tím, že zvětšením (zmenšením) obsahu elementárního cíle o 5 % se očekávaný palebný účinek zvýší (sníží) přibližně o hodnotu 0,01.

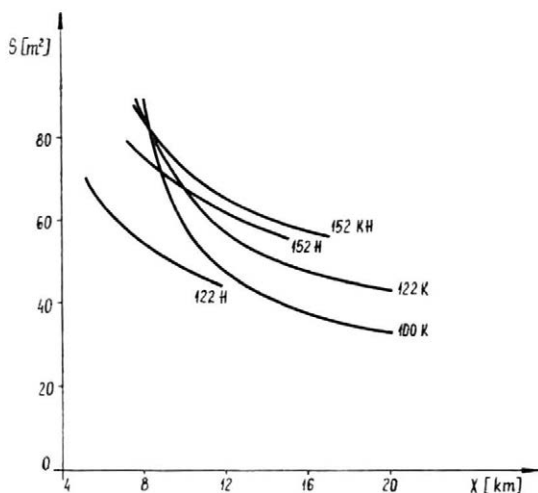
Elementárním cílem rozumíme pravoúhelník, jehož hloubka a šířka je součtem skutečných rozměrů cíle a odpovídajících rozměrů oblasti ničivého účinku střely. Ke změně obsahu elementárního cíle dochází proto buď úpravami vlastní velikosti cíle, nebo úpravami oblasti ničivého účinku střely. Zatímco na první z nich žádný vliv nemáme, můžeme poměrně dobře využít druhých, a to prostřednictvím konstrukčních nebo exploatačních opatření.

Z hlediska konstrukčního má zvláštní význam zlepšování dosavadních a zavádění nových, výkonnějších typů střel a zapalovačů. Jestliže byl v minulosti převážně žádán mohutný účinek střel na živou sílu nekrytou nebo krytou v zákopech, vystupuje dnes do předí méně důležitý požadavek zvýšení účinku střel na živou sílu krytou slabým pancířem (tj. v obrněných transportérech, samohybných dělech apod.).

Exploatační opatření představují dovedné využití prostředků, které má střelec k dispozici, uskutečňované s cílem dosáhnout co největšího účinku střel. Patří sem zejména optimální volba druhu a ráže děla i střely, druhu a nastavení zapalovače, velikosti náplně a způsobu provedení účinné střelby. Význam těchto opatření je zřejmý z údajů na **obr. 5**.



Obr. 4. Závislost očekávaného palebného účinku na spotřebě střeliva



Obr. 5. Obsah oblasti ničivého účinku střel na obrněné cíle

Při střelbě na obrněné transportéry a samohybná děla závisí velikost oblasti ničivého účinku střely na druhu a ráži děla a dále střelby. Při stejné dálce střelby mají větší účinek kanóny než houfnice. Tak např. pro dálku 10 km je u 122 mm houfnice vz. 38 obsah oblasti ničivého účinku $s = 48 \text{ m}^2$, kdežto u 100 mm kanónu vz. 53 (tedy menší ráže) je již $s = 58 \text{ m}^2$ a u 122 mm kanónu vz. 31 činí dokonce $s = 68 \text{ m}^2$.

Při střelbě na živou sílu nekrytou dosahujeme účinku především střepinami. Jejich množství i charakter rozletu závisí podstatně na druhu výbuchu. V tabulce 1 jsou údaje o velikosti oblasti ničivého účinku střel při použití různých způsobů účinné střelby. Základ tvoří velikost oblasti při nárazové střelbě se zapalovačem nastaveným na tříštivý účinek, která je označena jako 100 %.

Na ležící živou sílu je tedy všeobecně nejvýhodnější časovací střelba s rádiovým zapalovačem, popřípadě střelba na odraz. Pokud používáme nárazové střelby, závisí velikost oblasti ničivého účinku střely také na účinku doletu (viz obr. 6).

Oblast ničivého účinku při střelbě na živou sílu nekrytou

Živá síla	Střelba		
	nárazová	odrazová	časovací (RZ)
stojící volně v terénu	100 %	80 %	80 %
stojící v odkrytém zákopu	100 %	100 %	100 %
ležící volně v terénu	100 %	115 %	125 %
ležící v terénu v granátových jamách	100 %	150 %	180 %

Nejvýhodnější v tomto případě je střelba minomety nebo houfnicemi s co nejmenší náplní.

Důležitou roli hraje také způsob vedení účinné střelby, zejména její překvapivé zahájení a velká mohutnost palebného přepadu, jejichž smyslem je překvapit nepřítel a nedat mu možnost ukryt se nebo vzdálit se z postřelovaného prostoru. Je-li např. při palebném přepadu živé síly dělostřeleckým oddílem, zahájeným se ztrátou překvapení a vedeným metodickou palbou, očekávaný palebný účinek $R = 0,3$, vzroste tato hodnota až na $R = 0,4$ v těch případech, kdy přepad byl zahájen překvapivě a veden palbou ráz na ráz. Z tohoto hlediska je k palbě na nekrytou živou sílu, zejména pokud je rozmístěna na dosti velkých úsecích, nejvýhodnější používat raketomety. Válečné zkušenosti zdůrazňují i vysoký morální účinek raketometné palby na nepřátelskou živou sílu.

Tyto skutečnosti ukazují, že všechna opatření, vedená s cílem zvětšit obsah oblasti ničivého účinku střely, značnou měrou ovlivňují palebnou účinnost. Je proto nezbytně nutno věnovat jim při přípravě a řízení palby vysokou pozornost.

c) **Rektifikační funkce τ** , vyskytující se ve výrazu pro očekávaný palebný účinek, zahrnuje vliv vzájemného poměru rozměrů elementárního cíle a velikosti pravděpodobných rozptylovaných úchylek. Vzhledem k tomu, že se hodnota této funkce mění pouze ve velmi omezeném rozsahu ($1,0 \leq \tau < 1,1$), může vyvolat zcela nepatrné změny palebné účinnosti. Proto můžeme její vliv zanedbat.

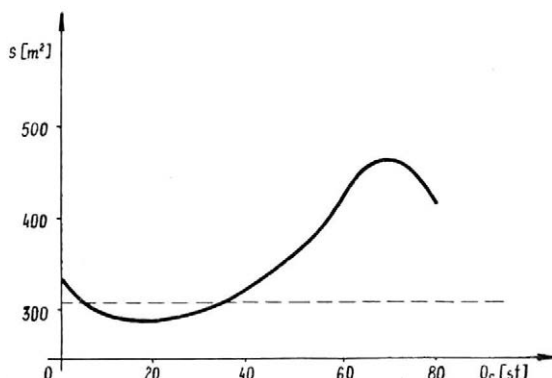
d) Velice důležitým účinnostním parametrem jsou **úsekové redukované chyby prvků Exo', Ezo'**. Jak je zřejmé z dříve uvedeného vztahu, dochází při pětiprocentním zvětšení (zmenšení) úsekových redukovanych chyb prvků ke snížení (zvýšení) očekávaného palebného účinku přibližně o hodnotu 0,01. Z toho vyplývá, že

střílející musí udělat při přípravě palby všechna opatření ke zmenšení velikosti Exo', Ezo'.

Velikost úsekových redukovanych chyb prvků závisí zcela obecně na množství jednotek, použitých ke střelbě, na přesnosti určení prvků pro účinnou střelbu, na rozptylu střel a na velikosti a tvaru úseku. Všimněme si dále podrobněji těchto jednotlivých složek.

Při úplné přípravě, která je základním způsobem určení prvků pro účinnou střelbu, klesající velikosti Exo', Ezo' a tedy roste účinnost palby při **zvětšování počtu dělostřeleckých jednotek**, střílejících na daný cíl náložmo. Tak při samostatné palbě jednou baterií na malé úseky je očekávaný palebný účinek přibližně o 0,02 nižší, než při palbě vedené za jinak zcela stejných podmínek celým oddílem. Naproti tomu palba skupiny tří dělostřeleckých oddílů, vedená náložmo na oddílový úsek, má míru účinnosti přibližně o 0,02 vyšší, než obdobná palba, vedená na tentýž úsek jediným oddílem.

Čím vyšší je **přesnost prvků pro účinnou střelbu**, tím menší jsou hodnoty Exo',



Obr. 6. Obsah oblasti ničivého účinku střely na nekrytou živou sílu

Ezo' a tím vyšší je účinnost palby. Změny účinnosti jsou přitom tím podstatnější, čím menší jsou rozměry úseku. Tak při současném desetiprocentním zvýšení přesnosti určení prvků ve směru i v dále vzroste hodnota očekávaného palebného účinku přibližně o 0,04 při palbě na jednotlivý cíl, o 0,03 při palbě na baterijní úsek, o 0,02 při palbě na oddílový a o 0,01 při palbě na skupinový úsek. Z těchto údajů vyplývá, že dělostřelečtí velitelé, štáby i jednotky musí věnovat velkou pozornost všem opatřením, která vedou ke zvýšení přesnosti prvků při palbě na jednotlivé cíle, baterijní a oddílové úseky. Přitom u palby na jednotlivé cíle má zvláštní význam přesnost ve směru, kdežto v ostatních případech přesnost dálková. Při palbě na rozměrné úseky vliv přesnosti prvků na účinnost silně klesá, takže není třeba klást na ni zvláštní požadavky.

Opatření, která vedou ke zvýšení přesnosti určení prvků, zahrnují zejména co nejpřesnější

- určení souřadnic cíle,
- topografickogeodetické připojení a orientaci palebných postavení,
- zjištění a započítávání povětrnostních podmínek střelby,
- zjištění a započítávání balistických podmínek střelby,
- technickou přípravu ke střelbě.

Kvalitativní kritéria palebné účinnosti

Doposud jsme si všímali pouze kvantitativního hodnocení palebné účinnosti a ukázali jsme, jakých kritérií při něm používáme. Z celého rozboru vyplývá, že jejich aplikace představuje spíše teoretickou a přitom poměrně úzce odbornou záležitost. Pro praktické všeobecné využití je zpravidla vhodnější posuzovat palebnou účinnost z hlediska kvality jejího pravděpodobného výsledku. Tomuto posuzování říkáme **kvalitativní hodnocení palebné účinnosti**.

Při kvalitativním hodnocení používáme v současné době dvou základních možných kvalit palebné účinnosti, a to **umlčení** a **zničení**. Tyto základní kvality slouží současně přímě jako **kvalitativní kritéria** palebné účinnosti.

Pojem **umlčení cíle** je všeobecně v odborné literatuře definován jako dosažení takového palebného účinku, který dočasně cíl zbavuje bojeschopnosti, omezuje jeho směr nebo mu narušuje velení.

Obdobně **zničení cíle** je definováno jako dosažení takového palebného účinku, při němž cíl úplně ztrácí svoji bojeschopnost.

Uskutečnění všech těchto opatření je v silách dělostřeleckých velitelů, štábů a jednotek, takže představuje velmi významnou cestu ke zvýšení účinnosti palby. Dělostřelecké předpisy proto přímo zdůrazňují, že povinností každého dělostřeleckého velitele je vždy určovat prvky pro palbu tím nejpřesnějším způsobem, který má v dané situaci k dispozici.

Rozptyl střel poměrně velice slabě ovlivňuje účinnost nepozorované dělostřelecké palby. Současné desetiprocentní zvětšení dálkového i šířkového rozptylu vyvolá pokles očekávaného palebného účinku přibližně pouze o 0,004. Takovou změnu můžeme považovat za zanedbatelně malou. Proto není nutné činit žádná zvláštní opatření ke zmenšení rozptylu.

Čím větší jsou **rozměry úseku** a čím jeho tvar lépe odpovídá charakteru rozptylovaného obrazce, tím je palba účinnější. Z tohoto hlediska jsou pro dělostřeleckou palbu vhodnější úseky, jejichž hloubka je větší než šířka. Pro raketometnou palbu závisí nejvhodnější tvar úseku na dále střelby. Při malých dálkách střelby je výhodnější úsek hlubší než širší, kdežto při velkých dálkách je tomu naopak. Na střední dálky je potom optimální úsek čtvercový. Při průzkumu cílů je také nutné věnovat patřičnou pozornost zjišťování skutečných rozměrů úseku.

Obě definice základních kvalit jsou sice velmi názorné, avšak postrádají dostatečnou preciznost, nutnou zejména k odvození požadavků na spotřebu střeliva a způsob postřelování k jejich praktickému naplnění. Kvalita (umlčení nebo zničení) je v nich sice vázána na kvantitu (dosažení palebného účinku), avšak patřičná velikost kvantitativního kritéria není konkretizována. Pro exaktní definování kvalitativních kritérií je proto nutné upřesnit, jakých hodnot musí kvantitativní kritérium dosahovat. Vzájemné sklovení obou kritérií bylo umožněno díky rozsáhlým výzkumným pracím sovětských vojenských odborníků během Velké vlastenecké války i v poválečném období. **Tabulka 2** např. uvádí některé údaje o průměrných hodnotách palebných účinků, dosažených při dělostřelecké palbě na různé typy cílů v některých útočných operacích Sovětské armády.

Průměrné palebné účinky dosahované během průlomu obklíčení Leningradu, byly příliš nízké. Cíle při nich ztrácely bojeschopnost pouze na poměrně krátkou do-

Tabulka 2

Průměrné hodnoty palebných účinků na různé typy cílů

Název operace, doba, front, armáda	Charakter nepřátelské obrany	Průměrný palebný účinek na		
		živou sílu		dělостřelecké a minometné baterie
		krytou	nekrytou	
Průlom obklíčení Leningradu, 12. 1. – 30. 1. 1943 2. úderná armáda	Předem vybudovaná obrana	0,06 až 0,13	0,13 až 0,18	0,10 až 0,12
Orelská útočná operace, 12. 7. – 18. 8. 1943 Západní front, 11. GA	Předem vybudovaná obrana	0,16 až 0,27	0,25 až 0,32	0,19 až 0,24
Lublinsko-brestská útočná operace 18. 7. – 2. 8. 1944 Běloruský front, 47. A	Předem vybudovaná zákopová obrana	0,22 až 0,31	0,28 až 0,35	0,22 až 0,27

Tabulka 3

Požadované hodnoty očekávaného palebného účinku

Kvalitativní kritérium	Druh cíle	Očekávaný palebný účinek
Umlčení	živá síla krytá, dělостřelecké a minometné baterie, tanky, OT, SHD	0,2 – 0,25
	živá síla nekrytá	0,3
Zničení	živá síla krytá i nekrytá dělостřelecké a minometné baterie, tanky, OT, SHD	0,5 – 0,6
	méně důležité jednotlivé cíle	0,7
	odpalovací zařízení, děla s jadernou municí a důležité jednotlivé cíle	0,9

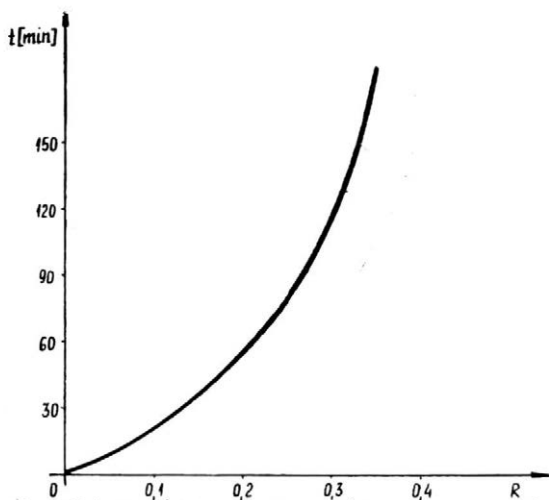
bu (15 až 20 minut). Na základě těchto zkušeností byly již v dalších operacích průměrné palebné účinky zvýšeny, což se kladně projevilo i v prodloužení doby, kterou cíle potřebovaly k obnově své bojeschopnosti (45 až 120 minut).

Na základě podrobného rozboru těchto poznatků byly pro jednotlivá kvalitativní kritéria stanoveny požadované velikosti očekávaného palebného účinku R. Uvádí je **tabulka 3**.

Dobu, kterou průměrně cíl po těchto ztrátách potřebuje k obnově bojeschopnosti, udává graf na **obr. 7**.

Umlčení cíle tedy dosahujeme tehdy, vyřadíme-li palbou (v závislosti na jeho druhu) 20 až 30 % jeho živé síly a bojové techniky. Při těchto ztrátách můžeme očekávat, že je zbaven bojeschopnosti přibližně na dobu až dvou hodin. Během této doby musí vlastní jednotky svou bojovou činností maximálně využít dosažených výsledků palby.

Ke zničení skupinového cíle dochází při vyřazení 50 až 60 % jeho živé síly a bojové techniky. Z grafu na **obr. 7** je zřejmé, že průměrná doba, potřebná k obnově bojeschopnosti, je po těchto ztrá-



Obr. 7. Průměrná doba pro obnovení bojeschopnosti cíle

tách tak vysoká (vyšší než 8 hodin), že prakticky můžeme cíl považovat za vyřazený z bojové činnosti.

Zničení jednotlivého cíle vyžaduje, aby pravděpodobnost vyřazení alespoň jeho rozhodujícího prvku dosahovala hodnoty 0,7 až 0,9 v závislosti na jeho důležitosti. Tím máme morální jistotu, že cíl bude z bojové činnosti vyřazen navždy nebo opět alespoň na velmi dlouhou dobu.

Z údajů uvedených v tabulce 3 je zřejmé, že ke zničení všech typů cílů musí očekávaný palebný účinek dosahovat mnohem vyšších hodnot než při umlčení. Z dřívějšího rozboru vlivu účinnostních parametrů vyplývá, že tatového podstatného zvýšení účinnosti jsme schopni dosáhnout hlavně úpravami spotřeby střeliva. Vezmeme-li za základ spotřebu střeliva pro umlčení cíle, potom s pomocí údajů obr. 4 můžeme zjistit, že ke zničení téhož cíle za jinak stejných podmínek je nutné u nekryté živé síly zvýšit spotřebu střeliva 2,34krát a u kryté živé síly, dělostřeleckých a minometných baterií, tanků, OT a SHD dokonce 3,04 až 4,38krát. Je zřejmé, že takové rozsáhlé zvýšení spotřeby střeliva podstatně ovlivní palebné možnosti dělostřelectva. Tak např. oddíl 122 mm houfnic vz. 38 může na střední dálky střelby s jedním palebným průměrem umlčet krytou živou sílu na 9,6 ha, kdežto zničit je schopen se stejným množstvím střeliva průměrně pouze úsek živé síly kryté o rozloze 3 ha.

Při stanovení palebných úkolů dělostřelectva je tedy nutné pečlivě uvážit, které cíle jsou z hlediska zámyslu všeojskového velitele tak důležité, že je nutné jejich zničení, a které stačí jenom umlčet. U cílů, určených k umlčení, je třeba dále vzít v úvahu, kdy musí být daný cíl vzhledem k předpokládané činnosti vlastních vojsk zbaven bojeschopnosti a na základě toho stanovit dobu zahájení palby.