

616-001:45:623.45

NÁVRH OBJEKTIVNÍHO KRITÉRIA RANIVOSTI PRO HODNOCENÍ ÚČINKŮ MALORÁŽOVÝCH STŘEL NA ŽIVOU SÍLU

Ludvík JURÍČEK
Vojenská akademie, Brno

Souhrn

Předložený návrh OKR vychází z balistických experimentů provedených na našem pracovišti. Základem tohoto kritéria jsou některé rozměrové charakteristiky střelného kanálu od zkoumaných střel v bloku NM. Tvar a rozměry experimentálně získaných střelných kanálů vypovídají mnohé o chování střely při jejím průniku náhradní tkání. Hodnota OKR je silně závislá na stabilitě střely při jejím postupu v bloku NM.

Klíčová slova: Objektívni kritérium ranivosti (OKR); Průnik; Stabilita střely; Náhradní materiál (NM).

An Objective Woundability Criterion (OWC) Suggestion for Small Calibre Ammunition Effect Evaluation

Summary

The presented OWC suggestion results from ballistic experiments completed in our place of work. This woundability criterion is based on particular fire channel dimension characteristics along with investigated projectiles within the AM block. The shape and dimensions of the experiment fire channels testify to projectile behaviour while penetrating through the alternative tissue. The value of OWC itself is highly dependent on projectile stability while penetrating through the AM block.

Key words: Objective woundability criterion (OWC); Penetration; Projectile stability; Alternative material (AM).

Úvod

Účinek, kterého může střelná zbraň dosáhnout, představuje nejen míru její nebezpečnosti, ale také její **užitnou hodnotu** pro zcela konkrétní účely.

Obecně je pro uživatele a výrobce ručních palných zbraní žádoucí stanovit snadno kontrolovatelnou **fyzikální veličinu**, která by pomohla palné zbraň rozdělit do určitých výkonnostních tříd. Jako míra pro účinek střely v cíli byla zvolena **kinetická energie dopadající střely** (E_d). Je ovšem jasné, že tento přístup je značným zjednodušením, protože účinek střely v cíli závisí vedle její **dopadové kinetické energie** na řadě dalších faktorů.

Ke kvantifikovanému hodnocení ranivých účinků malorážových střel na živou sílu se používá u nás i ve světě řada **kritérií ranivosti**. Tato kritéria prošla svým vlastním vývojem a bylo nutné při jejich sestavování postupovat odděleně u **střeliva určeného pro obranu** (krátké kulové zbraně) a **výkonného puškového střeliva**, a to s ohledem na odlišné konstrukční znaky a jejich balistické parametry. Kromě analyticky odvozených kritérií ranivosti se stal základním hodnotícím přístupem **střelecký experiment** založený na **balistické simulaci** skutečného

střelného poranění na **fyzikálním modelu** zastupujícím **biologický cíl**.

Kritéria ranivosti střeliva určeného pro obranu

Pro svou jednoduchost a v mnoha případech dostatečnou přesnost se v minulosti osvědčily metody měření hloubek vniknutí střely do různých pevných materiálů, ale také nejrůznějších plastických médií, která se svými fyzikálními a mechanickými vlastnostmi nejvíce blíží vlastnostem biologických tkání.

Nejpoužívanější pevné náhradní materiály pro tyto účely jsou bezsukové jedlové nebo smrkové dřevo, ocelový a duralový plech předem definovaných tloušťek. Z plastických materiálů našly v balistickém experimentu největší uplatnění vedle jílu (hlíny), želatiny, mýdla a plastelíny také směs petrolátu s parafinem.

Experimentálně získané charakteristiky popisující proces pronikání střely do bloku náhradního materiálu (NM) se staly základem pro odvození nejrůznějších kritérií a metodik hodnocení ranivosti (účinků) střeliva tohoto typu na živou sílu.

Nejdůležitější a nejpoužívanější kritéria ranivosti pro hodnocení střel byla použita B. Kneubühlem (1990) k ocenění některých typických zástupců střel

liva určeného pro osobní palné zbraně. Výsledky jsou seřazeny do tabulky 1.

Tabulka 1

Porovnání vybraných kritérií ranivosti malorážových střel nábojů pro osobní palné zbraně

Druh náboje	Typ střely	m_q	v_d	I	E_d	W_K	C/L	W_{TK}	RII	PIR	StP	RSP	KO
		[g]	[ms ⁻¹]	[Ns]	[J]	[cm ⁻³]	[l]						
9mm Para	VMR	8,0	322	$\frac{2}{8}$	415	10,8	0,69	3,30	11,3	85	14,0	26,5	6,60
	TMHSp	7,5	369	2,77	511	12,4	1,63	7,70	28,2	140	23,9	39,5	7,04
38 Spec.	PbR	10,2	249	2,54	316	9,4	0,37	1,97	4,8	65	11,8	29,0	6,51
	TMHSp	6,2	354	2,19	388	9,7	1,72	7,09	28,9	106	18,2	31,2	5,62
	PbSWC	10,2	252	2,57	324	9,5	1,17	2,02	6,7	76	13,1	32,2	6,59
	PbSWC	9,7	220	2,13	235	7,4	0,59	2,30	9,0	64	11,0	30,4	5,47
357 Magnum	PbR	10,2	351	3,58	628	15,7	0,70	3,92	21,0	129	23,5	40,8	9,18
	TMHSp	8,1	420	3,40	714	16,3	1,62	9,98	40,8	196	33,4	48,5	8,72
	TMHSp	10,2	343	3,50	600	15,2	1,45	6,11	22,3	165	28,1	49,9	8,97
45 ACP	VMR	14,9	263	3,92	515	14,9	-	3,53	4,3	117	27,8	64,4	12,72
	TMHSp	13,0	275	3,58	492	13,9	1,98	5,41	18,0	81,9	36,9	81,9	11,61

Poznámky:

m_q – hmotnost střely (g)

v_d – dopadová rychlost střely (ms⁻¹)

I – impuls síly (Ns)

E_d – dopadová energie střely (J)

W_K – kritérium účinnosti podle Weigela (1975)

C/L – objem dutiny v hlině podle Caranta a Legrain (1979)

W_{TK} – kritérium účinnosti podle K. Selliera

RII – Relative Incapacitation Index

PIR – Power Index Rating podle E. A. Matunase

StP – Stopping Power podle J. S. Hatcher (1927)

RSP – Relative Stopping Power podle J. S. Hatcher (1935)

KO – KO kritérium podle J. Taylora (1948)

Z analýzy struktury vztahů pro výpočet uvedených kritérií ranivosti pistolových a revolverových střel vyplývá velký význam balistického experimentu při určování podstatných složek hodnotícího kritéria. Toto platí především pro kritéria W_K a C/L , u kterých je ústřední veličinou objem dutiny vytvořené střelou v bloku NM.

Kritéria W_{TK} , PIR, StP, RSP a KO byla odvozena analyticky s využitím vhodně zvolené fyzikální veličiny. Těmi jsou nejčastěji celková kinetická energie nebo hybnost dopadající střely. Zvláštní postavení mezi uvedenými kritérii ranivosti má kritérium RII (Relative Incapacitation Index). Toto kritérium v sobě zahrnuje kromě objemu dočasné dutiny vytvo-

řené střelou v tkáních také její tvar a polohu vzhledem k umístění vitálních orgánů uložených v hloubce zasažené živé síly. Získání těchto parametrů je ovšem velmi nákladné, protože je spojeno se studiem značného počtu skutečných střelných poranění nebo rozsáhlými balistickými experimenty.

Kritéria ranivosti puškových střel

Vývoj kritérií ranivosti (Casualty Criterion) umožňujících stanovit stupeň tkáňového poškození zasažené živé síly puškovou střelou probíhal ve třech relativně samostatných vývojových etapách:

1. Posouzení účinnosti puškových střel podle toho, zda jejich dopadová energie E_d je postačující k proražení ekvivalentní překážky určité tloušťky.

Pozn.: Praxe ukazuje, že ranivost puškové střely nemůže být obecně popsána jediným energetickým ukazatelem, jak se může zdát z uvedené etapizace vývoje kritérií ranivosti. Naopak, účinek střel musí být udáván jako funkce řady parametrů, kterými jsou:

- a) balistické vlastnosti střely vyjádřené kromě její kinetické energie ($0,5 m_q v_d^2$) obecnou funkcí její hmotnosti m_q a rychlosti v_d ($m_q^a v_d^b$),
- b) poloha střelného kanálu reprezentovaná jeho směrem vzhledem k ose souměrnosti člověka (živé síly) při zasažení určité části těla,
- c) druh bojové činnosti živé síly v okamžiku zásahu puškovou střelou – obrana, útok...).

2. Stanovení limitní hodnoty dopadové energie $E_{d \text{ lim}}$ střely, která ještě zajistí vyřazení živé síly z bojové činnosti nebo určení jiné fyzikální veličiny.

(Pozn.: S podrobnou analýzou kritérií ranivosti založených na odolnosti živé síly se čtenáři mohli podrobně seznámit na stránkách Střelecké revue č. 4/1999).

3. Určení pravděpodobnosti vyřazení živé síly z bojové činnosti puškovou střelou daných konstrukčních a balistických parametrů.

Pro vojenskou ranivou balistiku mají právě pravděpodobnostní kritéria hodnocení účinků puškových střel zásadní význam. Znamenají další přiblížení experimentální simulace ranivého účinku puškových střel k jejich skutečnému chování při pronikání biologickým systémem člověka. Experimentální stanovení pravděpodobnostních funkcí a konstant použitých v těchto kritériích má pro jejich konečnou podobu zásadní význam.

Ačkoliv kritéria ranivosti puškových střel prošla vývojem srovnatelným s vývojem kritérií určených pro hodnocení účinků střeliva krátkých palných zbraní, zachovávají si některá specifika, která vycházejí z účelu a použití střeliva tohoto typu. Proto při kvantitativním hodnocení ranivosti puškových střel je kromě posouzení parametrů střelného kanálu (délka a tvar dočasné, resp. trvalé dutiny) nutné vzít v úvahu i pravděpodobnosti zásahů určitého regionu těla (hlava a krk, hrudník, břicho, horní a dolní končetiny). Tyto pravděpodobnosti mohou být určeny pouze experimentálně nebo studiem skutečných střelných poranění, ke kterým došlo v průběhu světových válek nebo lokálních válečných konfliktů (tab. 2).

Tabulka 2

Procentuální rozdělení zásahů jednotlivých částí těla amerických pěšáků ve 2. světové válce
(podle Berne a De Bakey, 1952)

Část těla	Vnější plocha těla	Pravděpodobnost zásahu
	[%]	[%]
Hlava a krk	12	21
Hrudník	16	13
Břicho	11	8
Horní končetiny (HK)	22	23
Dolní končetiny (DK)	39	35

Není jisté bez zajímavosti, že každý válečný konflikt dosáhl svého vlastního procentuálního rozdělení pravděpodobností zásahů jednotlivých částí těla (tab. 3). Příčiny toho lze spatřovat v samotném charakteru válečného konfliktu, v použitých zbraňových systémech válčících stran a taktickém pojetí vedení bojové činnosti.

Celkovou pravděpodobnost vyřazení člověka z boje lze vyjádřit jako sumu pravděpodobností ztráty pro určitý střelný kanál podmíněných pravděpodobnostmi zásahu dané části těla.

Kromě toho, že došlo ke změně charakteru poranění, došlo také ke změně distribuce poranění jednotlivých částí těla. V současnosti převažují **poranění končetinová**. Ubylo poranění hlavy a krku a poranění hrudníku. Tyto změny byly ovlivněny:

1. Typem **zraňujícího agens** (projektil, střepina).
2. Standardním využíváním **ochranných prostředků** (ochranné vesty a přilby).

Za povšimnutí stojí fakt, že koncem 80. a začátkem 90. let pozorujeme vzestupný trend počtu teroristických útoků, především ve velkých a hustě obydlených městských aglomeracích (New York, Los Angeles, Belfast) a na Blízkém a Středním východě (Izrael, Palestina).

Od roku 1945 proběhlo ve světě mnoho ozbrojených konfliktů, ale pouze asi 25 % z nich mělo charakter konfliktů mezi regulárními ozbrojenými silami. Jsou v nich používány různé zbraňové systémy od brokovnic přes krátké automatické zbraně až po výbušné systémy profesionálně nebo neprofesionálně vyrobené.

Tabulka 3

Procentuální rozložení poranění jednotlivých částí těla

Válečný konflikt	Hlava/krk	Hrudník	Břicho	HK	DK
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Vietnam – 1966–1967 (Hardaway, 1978)	24	20	14	40	50
Falklandy – 1982 (Jackson, 1983)	14	7	12	27	41
Afghánistán – 1985 (Rautio et al., 1988)	12	3	12	26	43
Gulf – 1991 (Spalding et al., 1991)	6	12	11	44	75

Tyto konflikty jsou charakteristické velkým počtem raněných, často nechráněných, náhodně zúčastněných osob. **Poranění jsou díky použitým zbraňovým systémům těžká, mnohočetná a svým charakterem se podobají poraněním válečným.**

Návrh objektivního kritéria ranivosti (OKR)

Analýza zavedených a dnes používaných kritérií ranivosti střel malých ráží prokázala, že žádným z uvedených kritérií není možné objektivně posoudit jejich ranivost v celém spektru ráží a konstrukcí používaných střel a možných následků střelných poranění vyvolaných libovolným zbraňovým systémem. Kritéria založená pouze na konstrukčních a balistických parametrech střely, fyzikálních a mechanických vlastnostech postřelovaných biologických substitucí se nemohou stát objektivním kritériem ranivosti pro terminálně-balistické hodnocení malorážových střel.

Většina těchto kritérií je založena pouze na kvantitativním posouzení **ranivého potenciálu střely**, ale **úroveň využití tohoto potenciálu** k ničení tkání zůstává víceméně potlačena. Výjimku tvoří pouze kritéria založená na hromadném zpracování parametrů statisticky významného počtu skutečných střelných poranění a kritéria sestavená na základě provedené **simulace přímých účinků** malorážových střel na živou sílu zastoupenou v experimentu **fyzikálním modelem**. Aplikace těchto přístupů založených na nepřímé identifikaci biologických náhrad je však spojena s velkými technickými a především ekonomickými náklady, které brání jejich širšímu uplatnění.

Balistický experiment, který jsme provedli na našem odborném pracovišti v rámci zkoumání ranivých účinků vybraných zástupců malorážových

střel na živou sílu, prokázal, že pro hodnocení ranivosti střely jsou určující:

1. **Ranivý potenciál střely**, který je představován kinetickou energií střely v okamžiku dopadu na cíl a odpovídá konstrukčním a balistickým charakteristikám střely a parametrům použitého balistického systému.
2. **Využití tohoto ranivého potenciálu**, které závisí na chování střely během jejího průniku blokem NM tvořícího substituci biologické tkáně. Zde je důležitá schopnost střely pronikat do hloubky a současně odevzdat maximum své kinetické energie k ničení zasažených tkání.

(Pozn.: Ve snaze přispět k objasnění některých typických jevů, ke kterým dochází při průniku střel malých ráží měkkými částmi živých tkání, jsme provedli balistický experiment založený na postřelování bloků NM simulujících živou tkáň střelami puškových a výkonných pistolových a revolverových nábojů. Pro tento experiment jsme navrhli fyzikální model měkkých biologických tkání tvořený homogenními bloky vyrobenými ze směsi PP 75/25-IV. Terminálně-balistickému zkoumání jsme podrobili náboje 9mm Luger; 357 Magnum (Eldorado); 5,45x39 (7H6); 5,56x45 (SS109); 7,62x39 a 7,62x54R..

Experiment byl zaměřen na simulaci nekomplikovaného střelného poranění, kdy střela pronikne pouze měkkými tkáněmi bez účasti kosti, velké cévy nebo vitálního orgánu uloženého v hloubce.)

Výsledky balistického experimentu zpracované ve formě grafických profilů střelných kanálů od jednotlivých posuzovaných střel v blocích náhradní tkáně spolu s jejími rozměrovými charakteristikami (tab. 4) poskytují základní vstupní údaje pro návrh objektivního kritéria ranivosti MRS.

Tabulka 4

Střední hodnoty rozměrových charakteristik střelných kanálů od zkoumaných střel v blocích vyrobených ze směsi PP 75/25-IV (střelba byla provedena ze zkušebních balistických hlavní)

Druh náboje (typ střely)	Blok ³⁾	E_d	D_v	s_k	$L_{PÚ}$	D_{max}	φ	$W_{SK}^{4)}$	$RRPS^{5)}$
		[J]	[mm]	[cm]	[cm]	[mm]	[°]	[cm ³]	[Jcm ⁻³]
9mm Luger	A2	517	12,0	28,5	13,5	10,0	4	5,8	89
357 Magnum	B1	714	15,0	16,0	2,7	17,0	0	9,9	79
357 Magnum ¹⁾	F2	553	14,0	21,7	14,5	6,0	4	11,9	46
5,45x39 (7H6) ²⁾	E1	15 969	9,5	35,0	9,0	18,0	7	51,0	31
5,56x45(SS109)	G1	1855	12,0	35,7	21,5	38,0	14	61,7	30
7,62x39	C2	2345	15,5	42,5	9,0	30,0	6	76,8	31
7,62x54R	D2	3410	13,0	54,0	18,5	28,0	3	81,3	42

¹⁾ Hodnoty dosažené střelbou z revolveru Taurus s třípalcovou hlavní.

²⁾ Balistickému zkoumání v této ráži byl také podroben náboj **5,45x39cv** (dutá plastová střela hmotnosti 0,25 g). Tělo střely se po výstřelu rozpadlo na malé fragmenty, které na papírové zástěně umístěné 1 m před ústím zkušební balistické hlavně vytvořily rozptylový obrazec kruhového tvaru průměru cca 30 cm (barevná příloha s. IV, obr. 5).

³⁾ Jednotlivé kvádry NM byly pro přehlednost označeny k jejich snadné identifikaci při tvorbě skupin bloků (tandemů) pro účely jejich postřelování jednotlivými druhy střeliva.

⁴⁾ Celkové objemy střelných kanálů W_{SK} byly stanoveny **přímou metodou** (vylití dutiny vodou).

⁵⁾ **Relativní ranivý potenciál střely (RRPS)** je vyjádřen množstvím předané kinetické energie střely E_{PR} (v joulech) potřebné na vytvoření 1 cm³ objemu dutiny střelného kanálu v náhradním materiálu.

Složky objektivního kritéria ranivosti

Z hlediska ranivé balistiky mají pro posouzení ranivosti (účinků) malorážové střely význam následující parametry experimentálně získaného **střelného kanálu** v bloku NM (barevná příloha s. IV, obr. 5):

- **Celkový objem dutiny střelného kanálu W_{SK} .** Tento objem je přímo úměrný celkovému množství předané kinetické energie střely E_{PR} zkušebnímu bloku NM.
- **Základní rozměrové charakteristiky střelného kanálu** určující jeho velikost a geometrické uspořádání (tvar). Těmito rozměry se staly **maximální hloubka vniku střely** do bloku NM s_k a **délka přímého úseku** (narrow channel) střelného kanálu $L_{PÚ}$.

Obě rozměrové charakteristiky (s_k a $L_{PÚ}$) jsou závislé na stabilitě pohybu střely při jejím průniku a do jisté míry i schopnosti se tvarově měnit nebo rozpadat na fragmenty. Jejich vzájemný vztah je

vyjádřen koeficientem vybočení střely K_{VS} , který lze zjednodušeně zapsat ve tvaru:

$$K_{VS} = \frac{s_k}{L_{PÚ}} \geq 1, \quad [-] \quad (1)$$

S využitím experimentálně zjištěných hodnot W_{SK} a K_{VS} lze zapsat konečný tvar pro výpočet **objektivního kritéria ranivosti (OKR)** malorážové střely:

$$OKR = W_{SK} \cdot K_{VS} \quad [\text{cm}^3] \quad (2)$$

Hodnoty OKR zkoumaných střel

Hodnoty **objektivního kritéria ranivosti** dosažené zkoumanými zástupci malorážových střel jsem stanovil z výsledků **balistického experimentu** při použití výše uvedených vztahů (1) a (2). Dosažené výsledky a pořadí jednotlivých střel uvádí tabulka 5.

Tabulka 5

Dosažené hodnoty OKR zkoumanými malorážovými střelami
(střelba byla provedena ze zkušebních balistických hlavní)

Druh náboje (typ střely)	$E_{p\check{r}}$	W_{SK}	s_K	$L_{p\check{u}}$	K_{Vs}	OKR	Pořadí ranivosti střel
	[J]	[cm ³]	[cm]	[cm]	[-]	[cm ³]	
9mm Luger	517	5,8	28,5	13,5	2,1	12,2	6
357 Magnum	714	9,9	16,0	2,7	5,9	58,4	5
5,45x45 (7H6)	1596	51,0	35,0	9,0	3,9	198,3	3
5,56x45 (SS 109)	1855	61,7	35,7	21,5	1,7	102,5	4
7,62x39	2345	76,8	42,5	9,0	4,7	362,7	1
7,62x54 R	3410	81,3	54,0	18,5	2,9	243,9	2

Poznámky:

- Dosažené hodnoty **OKR** jsou velmi silně závislé na **koefficientu vybočení střely K_{Vs}** , který je výrazně ovlivněn **stabilitou střely** při jejím průniku blokem NM (délkou úseku $L_{p\check{u}}$).
- Střela pistolového náboje **9mm Luger** s menší předanou kinetickou energií **$E_{p\check{r}}$** (517 J) vykazuje v důsledku dobré stability při svém průniku podle tohoto kritéria **nižší ranivost** než střela revolverového náboje **357 Magnum**, která tak dosáhla lepšího hodnocení a obsadila mezi všemi zkoumanými střelami **5. místo**. (Pozn.: Délka přímého úseku dráhy $L_{p\check{u}}$ střely ráže 357 Magnum (Eldorado) byla odvozena z délky průniku, na které došlo k úplnému dokončení řízené expanze těla střely ($L_{p\check{u}} = 2,7$ cm).
- Ranivost mikrorážového střeliva** (5,45x39 a 5,56x45) hodnoceného **navrženým kritériem OKR** je ovlivněna použitou metodou střeleckého experimentu (vzdálenost bloku NM od ústí zkušební balistické hlavně 4,5 m). Provedený experiment potvrdil velkou stabilitu střely **SS 109** náboje **5,56x45** při jejím průniku blokem NM ($L_{p\check{u}} = 21,5$ cm), přestože byla vystřelena z velmi malé vzdálenosti. Ačkoli obě střely vytvářejí celkový objem střelného kanálu **W_{SK}** srovnatelné velikosti, jejich tvar a uspořádání se výrazně liší. Střela **SS 109** vytváří velkou dutinu, která představuje 97 % objemu celého střelného kanálu, až ve své druhé polovině dráhy průniku. To může znamenat u méně rozměrných částí těla (paže, lýtko) **nižší ranivost** způsobenou hladkými průstřely. Proto se tato střela umístila v provedeném hodnocení až na **4. místě** za střelou **7H6** náboje sovětské konstrukce **5,45x39**.
- Hodnocení dvou zástupců **klasické vojenské puškové ráže** (7,62 mm) je ovlivněno vojenským určením těchto nábojů. Na rozdíl od náboje **7,62x39**, který je určen ke střelbě na **nekrytou živou sílu**, je náboj **7,62x54R** určen k vyřazení živé síly ukryté v lehké bojové technice. Ranivost střely tohoto náboje (7,62x54R) je dána především průbojnou složkou ranivého účinku a projeví se pouze u **komplikovaných poranění trupu**, v případech, kdy bude zaznamenán **zástřel**. Z těchto důvodů je tento náboj hůře hodnocen (celkově 2. místo) než náboj **7,62x39**, který ve skupině zkoumaných nábojů obsadil **1. místo**.

Závěr

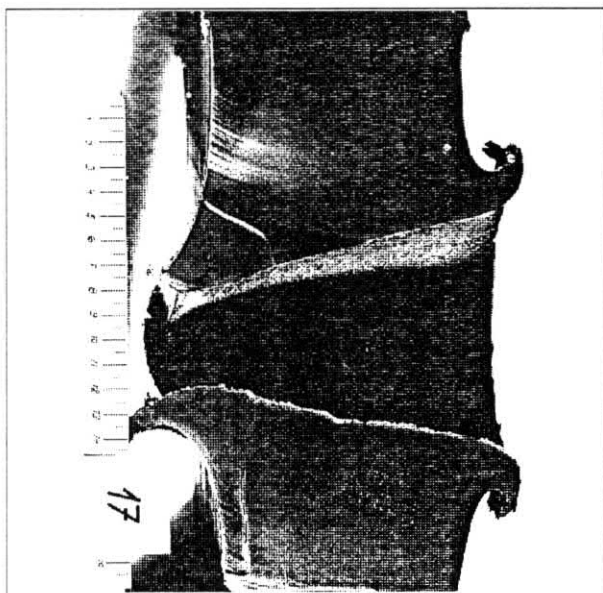
- Základním problémem** balistických experimentálních metod, které k **hodnocení ranivosti MRS** postřelováním nejrůznějších substitucí biologických tkání používají bloky NM **omezených tloušťek** (10, resp. 25 cm), je:
 - o Krátkodobost terminálně-balistického děje.
 - o Střela proniká blokem NM s přebytkem kinetické energie, proto nemůže na tak krátké dráze průniku rozvinout svůj ranivý potenciál, který je možné očekávat při **dlouhých střelných kanálech** nebo **zástřelech**.
 - o Tvar střelného kanálu vytvořený pronikající střelou v bloku NM podléhá zvláštním záko-

nitostem, které jsou typické pro průstřely tenkých bloků vyrobených z plastických hmot (vytlačování hmoty NM na **čelní** a **zadní** plochu bloku – tvorba číšek dutiny střelného kanálu v blízkosti povrchových ploch bloku při působení přebytku kinetické energie pronikající střely (obr. 1).

- o Tyto experimentální metody lépe postihují chování malorážové střely při **průstřelu** než při **zástřelu**.
- Hodnocení ranivosti malorážových střel pomocí navrženého **OKR** vychází z balistického experimentu založeného na **postřelování bloků NM** vyrobených ze směsi **PP 75/25-IV** takových

rozměrů (tloušťek), které zajišťují zachycení celého střelného kanálu. OKR v sobě zahrnuje:

- o Předanou (pohlcenou) kinetickou energii pronikající střely E_{PR} (J) bloku NM reprezentovanou celkovým objemem střelného kanálu W_{SK} (cm³) vytvořeném posuzovanou střelou ve zkušebním bloku.
- o Využití ranivého potenciálu střely vyjádřeného místním uplatněním kinetické energie střely v určité hloubce průniku. Charakter chování střely při jejím průniku určuje tvar a uspořádání dutiny střelného kanálu a vyjadřuje jej koeficient vybočení střely K_{vs} .



Obr. 1: Zvláštnosti tvorby střelného kanálu při postřelování bloku NM omezené tloušťky

Uvedená analyticko-experimentální metoda hodnocení ranivosti MRS lépe postihuje ranivost střel tohoto typu v případě střelných poranění trupu, kdy

je možné očekávat dlouhé střelné kanály nebo zástřely.

V rámci hodnocení ranivosti malorážových střel navrženým kritériem má značný význam také současné posouzení tvaru a uspořádání experimentálně získaných grafických profilů střelných kanálů v blocích NM od terminálně-balisticky hodnocených střel.

Literatura

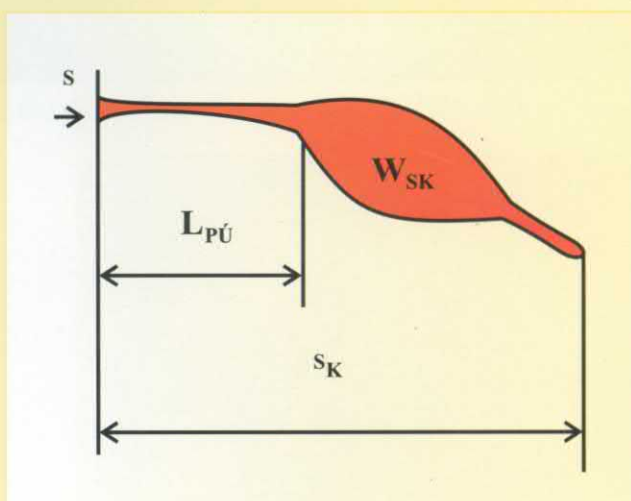
1. SELLIER, K. – KNEUBÜHL, B. *Wundballistik und ihre ballistischen Grundlagen*. Springer-Verlag, Berlin, 2000.
2. JUŘÍČEK, L. Simulace a hodnocení účinků malorážových střel na živou sílu. (Doktorská disertační práce). VA v Brně, 2000.
3. VYKOURIL, L., aj. *Válečná chirurgie I., II.* Vojenská lékařská akademie J. E. Purkyně v Hradci Králové, 2000.
4. JURKÁČEK, B. *Návrh metodiky zjišťování a vyhodnocování účinků malorážových střel na živou sílu*. Brno, VVÚ ZVS, 1984.
5. KOMENDA, J. – JUŘÍČEK, L. – ROUBAL, P. – FOLVARSKÝ, J. Střelná poranění a ranivá balistika. *Střelecká revue*, 1999, č. 1/4.
6. KOMENDA, J. – JUŘÍČEK, L. Střelná poranění způsobená střelami vojenských pušek. *Střelecká revue*, 2000, č. 1/4.
7. HIRT, M. *Střelná poranění v soudním lékařství*. Brno, MU, 1996.
8. ČSN 657150. *Petrolát*. Praha, 1955.
9. ČSN 657101. *Parafin*. Praha, 1960.

Korespondence: Ing. Ludvík Juříček, Ph.D.
Vojenská akademie
Kounicova 65
612 00 Brno
e-mail: Ludvik.Juricek@vabo.cz

Do redakce došlo 5. 4. 2002



Obr. 4: Stopy po fragmentech těla střely 5,45x39 cv náboje na papírové zástěně.



Obr. 5: Základní rozměrové charakteristiky střelného kanálu.