



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

102502 4. vydání	ZPŮSOBY STŘELBY UMOŽŇUJÍCÍ STANOVENÍ BALISTICKÝCH DAT PRO SYSTÉMY ŘÍZENÍ PALBY
-----------------------------------	---

ZAVÁDÍ	STANAG 4144, Ed. 3 FIRING TECHNIQUES TO DETERMINE BALLISTIC DATA FOR FIRE CONTROL SYSTEMS Způsoby střelby umožňující stanovení balistických dat pro systémy řízení palby AOP-65(A) FIRING TECHNIQUES TO DETERMINE BALLISTIC DATA FOR FIRE CONTROL SYSTEMS Způsoby střelby umožňující stanovení balistických dat pro systémy řízení palby
NAHRAZUJE	ČOS 102502, 3. vydání POSTUPY PRO STANOVENÍ VSTUPNÍCH ÚDAJŮ PRO ŘÍZENÍ PALBY V SYSTÉMECH ŘÍZENÍ PALBY PRO NEPŘÍMOU STŘELBU

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

ZPŮSOBY STŘELBY UMOŽŇUJÍCÍ STANOVENÍ BALISTICKÝCH DAT PRO SYSTÉMY ŘÍZENÍ PALBY

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:

- | | |
|--------------------|--|
| STANAG 4144, Ed. 3 | FIRING TECHNIQUES TO DETERMINE BALLISTIC DATA FOR FIRE CONTROL SYSTEMS
Způsoby střelby umožňující stanovení balistických dat pro systémy řízení palby |
| AOP-65, Ed. A | FIRING TECHNIQUES TO DETERMINE BALLISTIC DATA FOR FIRE CONTROL SYSTEMS
Způsoby střelby umožňující stanovení balistických dat pro systémy řízení palby |

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2020

OBSAH

1	Předmět standardu.....	6
2	Nahrazení standardů (norem)	6
3	Související dokumenty	6
3.1	České obranné standardy.....	6
3.2	Standardizační dokumenty NATO	6
4	Zpracovatel ČOS.....	7
5	Použité zkratky, značky a definice	7
5.1	Zkratky	7
5.2	Značky	8
5.3	Definice.....	12
6	Zásady tvorby vstupních údajů pro řízení palby	16
6.1	Volba programu zkoušek	16
6.2	Program střeleckých zkoušek pro stanovení balistických charakteristik (metoda balistické střelby do terénu).....	17
6.3.	Střelecká zkouška na svislý terč (přímá střelba).....	20
6.4	Program střelecké zkoušky pro stanovení aerodynamických charakteristik (metoda střelby plně zabezpečená přístrojovým vybavením).....	21
6.5	Měřené údaje a přístrojové vybavení.....	24
6.6	Program střelecké zkoušky změny počáteční rychlosti v závislosti na opotřebením hlavně (nepovinná zkouška)	25
7	Analýza dat ze střelecké zkoušky	26
7.1	Redukce dat ze střelecké zkoušky balistických vlastností	26
7.2	Redukce dat pro střeleckou zkoušku aerodynamických vlastností	27
8	Meteorologické podmínky	30
8.1	Meteorologické podmínky – nepřímá střelba	30
8.2	Meteorologické podmínky – přímá střelba	31
8.3	Verifikace	32
8.4	Požadované meteorologické údaje.....	32
9	Fyzikální údaje a údaje o motoru	33
10	Vnitřní balistika.....	36
10.1	Přepočet standardních počátečních rychlostí z existujících FCI.....	37
10.2	Stanovení standardní počáteční rychlosti z výsledků střeleckých zkoušek	37
10.3	Stanovení změn počátečních rychlostí pro teplotu výmetné náplně (MVCPT).....	37

10.4	Údaje vnitřní balistiky pro hlaveň (nepovinné)	38
10.5	Stanovení opravy počáteční rychlosti pro hmotnost střely (n-faktor) pro střely zahrnující více hmotnostních zón (tj. hmotnostních znaků).....	38
10.6	Stanovení změny počáteční rychlosti pro opotřebení hlavně (nepovinné) ..	39
11	Aerodynamické součinitele.....	40
11.1	Modifikovaný hmotný bod	41
11.2	Hmotný bod	42
12	Součinitele přizpůsobení a oprav	43
12.1	Součinitele přizpůsobení pro střely bez pomocného pohonu (model MPM)	43
12.2	Součinitele přizpůsobení pro střely s pomocným pohonem stabilizované rotací (metoda MPM)	44
12.3	Součinitele přizpůsobení pro dráhy hmotného bodu.....	46
12.4	Opravné součinitele	47
13	Pravděpodobné chyby od rány k ráně.....	47
13.1	Úvod	47
13.2	Metoda polynomické kompenzace.....	49
13.3	Metoda chybové soustavy	50
13.4	Vidlice (pouze pro dělostřelectvo).....	52
14	Souhrn výsledků měření.....	52
14.1	Požadavky na obsah výsledků měření	52
14.2	Další požadavky	54
14.3	Prezentace polynomických funkcí.....	54
 PŘÍLOHY		
	Příloha A Obrázky s příklady zpracování výsledků zkoušek.....	56

1 Předmět standardu

ČOS 102502, 4. vydání zavádí do prostředí AČR STANAG 4144, Ed. 3 a touto standardizační dohodou NATO přejímanou publikaci AOP-65, Ed. A, ke kterým ČR přistoupila s výhradou, týkající se zabezpečení souladu se zákonem č. 213/2011 Sb. Výhrada je v textu ČOS plně respektována.

V tomto ČOS se uvádějí postupy pro stanovení a výměnu vstupních údajů pro řízení palby dělostřeleckých systémů pro nepřímou a přímou střelbu. Vstupní údaje pro řízení palby (FCI) jsou soubory pevně stanovených technických údajů pro kombinaci dělo–munice, které se používají v počítačích pro řízení palby, ve kterých je zaveden standardní model dráhy letu modifikovaného hmotného bodu (ČOS 109001) a pro vytvoření tabulek střelby.

Ustanovení tohoto ČOS se vztahují na všechny dělostřelecké a minometné systémy pozemního dělostřelectva, které budou pořizovány pro pozemní síly AČR po dni nabytí jeho platnosti. Tento ČOS se nevztahuje na rakety a naváděnou munici.

2 Nahrazení standardů (norem)

Tento ČOS nahrazuje ČOS 102502, 3. vydání.

3 Související dokumenty

V tomto ČOS jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jejich použití. U odkazů na datované citované dokumenty platí tento dokument bez ohledu na to, zda existují novější vydání / edice tohoto dokumentu. U odkazů na nedatované citované dokumenty se používá pouze nejnovější vydání/edice dokumentu (včetně všech změn).

3.1 České obranné standardy

ČOS 102504	POSTUPY URČOVÁNÍ STUPNĚ PODOBNOSTI BALISTICKÝCH CHARAKTERISTIK MUNICE PRO NEPŘÍMOU STŘELBU A PŘÍSLUŠNÝCH OPRAV PRVKŮ ZAMÍŘENÍ
ČOS 102505	MĚŘENÍ TLAKU TLAKOMĚRY S TLAKOMĚRNÝMI TĚLÍSKY
ČOS 102513	STANDARDNÍ FORMÁT TABULEK STŘELBY HLAVŇOVÉHO DĚLOSTŘELECTVA
ČOS 109001	LIESKEHO MODEL DRÁHY LETU MODIFIKOVANÉHO HMOTNÉHO BODU A MODEL DRÁHY LETU S PĚTI STUPNI VOLNOSTI
ČOS 130012	POSTUPY BALISTICKÝCH ZKOUŠEK HNACÍCH NÁPLNÍ DĚLOSTŘELECKÝCH A MINOMETNÝCH NÁBOJŮ A STANOVENÍ SVĚDEČNÝCH RAN
ČOS 137701	MĚŘENÍ RYCHLOSTÍ STŘEL

3.2 Standardizační dokumenty NATO

STANAG 4635	THE NATO ARMAMENTS ERROR BUDGET Model chybové soustavy výzbroje NATO
-------------	---

AEP-4367	THERMODYNAMIC INTERIOR BALLISTIC MODEL WITH GLOBAL PARAMETERS Termodynamický model vnitřní balistiky se souhrnnými parametry
AAP-06	NATO GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS (ENGLISH AND FRENCH) Slovník NATO s termíny a definicemi (anglicky a francouzsky)
AOP-38	SPECIALIST GLOSSARY OF TERMS AND DEFINITIONS ON AMMUNITION SAFETY Specializovaný slovník termínů a definic pro oblast bezpečnosti munice

4 Zpracovatel ČOS

Vojenský technický ústav, s.p., odštěpný závod VTÚVM Slavičín, Ing. Pavel Kupec.

5 Použité zkratky, značky a definice

5.1 Zkratky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AAP	Allied Administrative Publication	Spojenecká administrativní publikace
AČR		Armáda České republiky
AEP	Allied Engineering Publication	Spojenecká technická publikace
AOP	Allied Ordnance Publication	Spojenecká výzbrojní publikace
AOS	Angle of Sight	polohový úhel
CFD	Computational Fluid Dynamics	výpočetní metoda pro dynamiku tekutin
ČOS		český obranný standard
ČR		Česká republika
EFC	Equivalent Full Charge	ekvivalentní plná náplň
FCI	Fire Control Inputs	vstupní údaje pro řízení palby
GPS	Global Positioning System	globální systém určování polohy
IČ		infračervený
LCG-3	Land Capability Group 3	Skupina schopností pozemních sil 3
MPM	Modified Point Mass	modifikovaný hmotný bod
MVCPT	Muzzle Velocity Correction for Propellant Temperature	změna počáteční rychlosti pro teplotu výmetné náplně
NAAG	NATO Army Armament Group	Skupina pro vyzbrojování pozemních sil NATO

NABK	NATO Artillery Ballistic Kernel	řídící program balistiky dělostřelectva NATO
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organizace Severoatlantické smlouvy
PE	Probable Error	pravděpodobná chyba
PM	Point Mass	hmotný bod
QE	Quadrant Elevation	náměr
SE	Super Elevation	záměrný úhel
SG-2	Sub Group 2	Podskupina 2
SŘP		systém řízení palby
STANAG	NATO Standardization Agreement	standardizační dohoda NATO
WAC	Weather Analysis Center	Středisko pro analýzu počasí

5.2 Značky

Značka	Jednotka	Význam
I_{X_0}	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	počáteční axiální moment setrvačnosti
X_{CG_0}	m	počáteční vzdálenost těžiště od špičky střely
X_{CG_B}	m	vzdálenost těžiště od špičky střely po vyhoření
\dot{m}_f^*	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$	referenční průtoková rychlost paliva motoru
\dot{m}_p	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$	minimální průtoková rychlost paliva motoru po dobu tlaku vzduchu
t_{BST}	s	standardní doba vyhoření paliva motoru
t_{DIST}	s	standardní doba zpoždění zážehu raketového motoru
$\frac{\partial BP}{\partial I}$	-	změna dnového tlaku ke změně součinitele dnového výtoku plynů
V_{C_0}	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$	rychlost hoření paliva plynového generátoru v tlakové bombě pro spalování pásků
$\Delta\vec{u}_s$	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	rychlost výmetu
v_s	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	standardní (tabulková) počáteční rychlost střely
\bar{v}_H	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	střední počáteční rychlost střel těžké série
\bar{v}_L	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	střední počáteční rychlost střel lehké série
\bar{m}_H	kg	střední hmotnost střel těžké série
\bar{m}_L	kg	střední hmotnost střel lehké série
v_{Hi}	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	počáteční rychlost i-té těžké střely
v_{Li}	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	počáteční rychlost i-té lehké střely

m_{Hi}	kg	hmotnost i-té těžké střely
m_{Li}	kg	hmotnost i-té lehké střely
C_{D_0}	-	součinitel odporu pro nulový úhel náběhu
$C_{D_{\alpha^2}}$	rad ⁻²	součinitel odporu pro kvadratický úhel náběhu
$C_{L_{\alpha}}$	rad ⁻¹	součinitel vztlakové síly
$C_{L_{\alpha^3}}$	rad ⁻³	kubický součinitel vztlakové síly
$C_{M_{\alpha}}$	rad ⁻¹	součinitel klopného momentu
$C_{M_{\alpha^3}}$	rad ⁻³	kubický součinitel klopného momentu
$C_{N_{Y\alpha}}, C_{Mag}$	rad ⁻²	součinitel Magnusovy síly
C_{l_p}, C_{spin}	-	součinitel tlumicího momentu rotace
$C_{l_{\delta}}$	rad ⁻¹	součinitel momentu rotace v důsledku šikmých vodicích nálitků, při nulové rotaci
$C_{N_{\delta}}$	rad ⁻¹	součinitel boční síly v důsledku šikmých vodicích nálitků, při nulové rotaci
$C_{D_{0T}}$	-	součinitel odporu pro nulový úhel náběhu (pohon zapnutý)
$\frac{\partial BP}{\partial I}$	-	změna dnového tlaku ke změně součinitele dnového výtoků plynů
$C_{x_{BB}}$	-	součinitel snížení aerodynamického odporu během hoření plynového generátoru
$C_{D_{Sn}}$	-	součinitel odporu pro užitečný náklad střely
$C_{spin_{sn}}$	-	součinitel tlumení rotace užitečného nákladu střely
C_D	-	součinitel odporu
$f(i_{BB,MT})$	-	součinitel dnového výtoků
f_{BT_p}	-	součinitel doby hoření pro rychlost rotace (p) jednotky dnového výtoků plynů nebo raketového motoru
f_{BT_P}	-	součinitel doby hoření jednotky dnového výtoků plynů při atmosférickém tlaku vzduchu (P)
PE_{f_L}	-	pravděpodobná chyba součinitele vztlaku
$PE_{t_{DI}}$	s	pravděpodobná chyba doby zpoždění zážehu motoru
$PE_{f_{BB}}$	-	pravděpodobná chyba součinitele dnového výtoků plynů
Δm_n	kg	hmotnostní rozdíl mezi hmotnostními znaky
ΔT	°C	oprava pro teplotu náplně
A_e	m ²	výstupní průřez trysky motoru

C	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	balistický koeficient
C_D	-	součinitel odporu
D	m	ráže referenční střely
d_b	m	průměr dna střely
f_D	-	součinitel odporu
f_L	-	součinitel vztlaku
f_T	-	součinitel tahu
H	-	střela o vysoké teplotě
HOB	m	výška výmetu/rozprasku
i	-	součinitel tvaru
I	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	součinitel tvaru
I_o	-	součinitel dnového výtoku pro optimální účinek
i_{sn}	-	součinitel tvaru užitečného nákladu střely
I_{SP}	$\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}^{-1}$	specifický impulz paliva motoru
I_{XB}	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	axiální moment setrvačnosti po vyhoření
k	-	konstanta rychlosti hoření v závislosti na tlaku
$K_{(p)}$	-	součinitel rychlosti hoření při osové rotaci
L	-	střela o nízké teplotě
m_b	kg	hmotnost střely po vyhoření
m_{CBo}	kg	hmotnost paliva motoru vyhořelého v hlavni
m_{DI}	kg	hmotnost zpoždovače zážehu
m_f	kg	hmotnost paliva motoru
m_{fiuze}	kg	hmotnost referenčního zapalovače
m_{ob}	kg	hmotnost těsnícího elementu zpoždovače
m_r	kg	počáteční hmotnost referenční střely se zapalovačem
m_s	kg	standardní (tabulková) hmotnost střely
m_{sn}	kg	hmotnost 1 kusu užitečného nákladu střely
m_{tracer}	kg	hmotnost stopovky (volitelné)
MT	$^{\circ}\text{C}$	teplota motoru
MV	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	počáteční rychlost
MVV	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	změna počáteční rychlosti
n	-	exponent rychlosti hoření v závislosti na tlaku
P_0	ráže/zákrut	počáteční rotace střely vzhledem k zemi (nebo zákrut drážkování v blízkosti ústí hlavně)
PE_{TT}	%	pravděpodobná chyba součinitele tahu

PE_{AZ}	mil	pravděpodobná chyba odměru
PE_{iL}	-	pravděpodobná chyba součinitele vztlaku
PE_{FT}	s	pravděpodobná chyba doby časování zapalovače
PE_{FS}	m	pravděpodobná chyba délky nárazu užitečného nákladu střely
PE_{HB}	m	pravděpodobná chyba výšky výmetu/rozprasku
PE_i	-	pravděpodobná chyba součinitele tvaru
PE_M	kg	pravděpodobná chyba hmotnosti střely
PE_{MV}	$m \cdot s^{-1}$	pravděpodobná chyba počáteční rychlosti
PE_{QE}	mil	pravděpodobná chyba náměru
PE_R	m	pravděpodobná chyba délky nárazu
PE_{RB}	m	pravděpodobná chyba délky výmetu/rozprasku
$PE_{t_{DI}}$	s	pravděpodobná chyba doby zpoždění zážehu motoru
$PE_{f_{BB}}$	%	pravděpodobná chyba součinitele dnového výtoku plynů
Q_D	-	součinitel aerodynamického odporu pro úhel náběhu
Q_M	-	součinitel Magnusovy síly
S	-	střela o standardní teplotě
SC	m^2	plocha hoření paliva plynového generátoru
S_{sn}	m^2	referenční průřezová plocha užitečného nákladu
t_{DI}	s	doba zpoždění zážehu raketového motoru nebo jednotky dnového výtoku plynů
T_f	-	součinitel tahu pro střely s pomocným raketovým motorem
T_{fs}	s	doba pádu užitečného nákladu střely
T_{ST}	N	standardní tah
W	-	zahřívací rána
x_1	m	délka nárazu podél osy \bar{i}
β	-	součinitel teploty hoření paliva plynového generátoru
δ	rad	úhel vodících nálitků vzhledem k ose střely a geometrickému středu nálitků
ρ_p	$kg \cdot m^{-3}$	hustota paliva jednotky dnového výtoku

5.3 Definice

Český název	Anglický název	Definice
aerodynamický součinitel	aerodynamic coefficient	Bezrozměrný parametr definovaný jako funkce Machova čísla k určení sil a momentů působících na těleso za letu.
balistická podobnost	ballistic similitude	Když dvě zaměnitelné munice, s balistickými opravami nebo bez nich dopadnou do definovaných mezí pro každou náplň a náměr, pak jsou balisticky podobné. Meze jsou definovány třemi úrovněmi, tj. pravděpodobnou chybou, jedním procentem délky a pěti procenty délky.
balistická shoda	ballistic match	Jestliže není žádný významný rozdíl mezi body nárazu a pravděpodobnými chybami dvou zaměřovaných střeliv pro každou náplň a délku, pak jsou balisticky shodné.
balistická střelba do terénu	fall of shot method	Balistická střelecká zkouška ke stanovení součinitelů přizpůsobení především měřením bodů dopadu.
balistická střelba na svislý terč	vertical target method	Balistická střelecká zkouška pro stanovení součinitelů přizpůsobení pro přímou střelbu s přednostním využitím měření bodu nárazu na svislém terči.
balistické vlastnosti	ballistic performance	Průměrné letové chování minometných nebo dělových střel.
balistický koeficient	ballistic coefficient	Součinitel přizpůsobení délky, používaný ke kalibraci modelů dráhy. U dělostřeleckých systémů je jeho použití typické.
derivace (střely)	drift	V balistice změna směru letu střely v důsledku gyroskopického působení gravitačních a atmosférických momentů indukovaných na rotující střele. (AAP-06)
dnový výtok	base burn	Výtok plynů ze dna střely během letu za účelem snížení aerodynamického odporu a tím zvýšení dostřelu. Někdy také „base bleed“.
dráha letu střely	trajectory	Trojrozměrná křivka popsána těžištěm střely během letu.
chybová soustava	error budget	Druhy a velikosti faktorů ovlivňujících chyby při letu střely na cíl.

Magnusova síla	Magnus force	Aerodynamická síla kolmá na rovinu úhlu náběhu (typicky směřující nahoru ve svislé rovině pro rotační střelu) a ovlivňující především čas letu a výšku vrcholu dráhy střely.
Machovo číslo	Mach number	Poměr rychlosti střely a místní rychlosti zvuku.
model dráhy letu hmotného bodu	Point Mass Trajectory Model	Standardní matematický model dráhy letu hmotného bodu NATO se 3 stupni volnosti, vzniklý zjednodušením modelu dráhy modifikovaného hmotného bodu; je definován v ČOS 109001.
model dráhy letu modifikovaného hmotného bodu	Modified Point Mass Trajectory Model	Standardní matematický model dráhy letu modifikovaného hmotného bodu NATO se 4 stupni volnosti pro rotačně stabilizované dělostřelecké a minometné střely; je definován v ČOS 109001.
náboj	cartridge	Munice, připravená ke střelbě, kde výmetná náplň (náplně), její iniciátor, střela se zapalovačem nebo bez, jsou sestaveny do jednoho celku pro manipulaci a střelbu. (AOP-38)
náboj	round	Všechny součásti, které tvoří střelivo potřebné pro vystřelení jedné rány. (AOP-38)
nepřímá střelba	indirect fire	Palba vedená na cíl, který nemůže mířič (střelec) pozorovat. (AAP-06) Palba vedená na cíl, který sám není záměrným bodem; používá se u polních děl a minometů.
ohyb	droop	Ohnutí hlavně ve svislé rovině; měří se svislým úhlem mezi osou hlavně na začátku vývrtu a osou hlavně na ústí.
opravný součinitel	correction factor	Fyzikální parametr nebo funkce používaná k úpravě standardního parametru vstupních údajů pro řízení palby (FCI) pro nestandardní podmínky.
počáteční rychlost	muzzle velocity	Rychlost střely na ústí hlavně extrapolovaná z rychlosti střely změřené ve vhodném místě na její dráze
pohonná hmota	propellant	Látka nebo směs látek používaná k pohonu raket.

pravděpodobná chyba	probable error	Interval, ve kterém je stejně pravděpodobné, že nějaký jev nastane nebo nenastane. Pro vnější balistiku je typické, že je to interval představující 50 % bodů nárazů nebo výmetů/rozprasků kolem středního bodu nárazu nebo výmetů/rozprasků v průběhu jedné průměrné nástřelky.
přímá střelba	direct fire	Palba vedená na viditelný cíl. (AAP-06) Střelba vedená na cíl, který je viditelný v zaměřovači; zahrnuje střelbu z tanků a ručních střelných zbraní. (AOP-38)
síla odporu	drag force	Aerodynamická síla působící proti rychlosti pohybu střely.
součinitel Magnusovy síly	Magnus force factor	Součinitel přizpůsobení modifikující Magnusovu sílu. Ovlivňuje zejména dobu letu. V ČOS 109001 je mu přiřazena hodnota 1.
součinitel odporu	drag factor	Součinitel přizpůsobení, modifikující sílu odporu; alternativa k součiniteli tvaru.
součinitel odporu při úhlu náběhu	yaw drag factor	Součinitel přizpůsobení modifikující kvadratický součinitel náběhového odporu a ovlivňující zejména dostřel, zvláště při střelbě vysokými náměrovými úhly.
součinitel přizpůsobení	fitting factor	Empiricky stanovený parametr používaný k minimalizaci průměrné strannosti (vychýlení) mezi teoreticky vypočítanými parametry a skutečnými balistickými vlastnostmi.
součinitel tahu	thrust factor	Součinitel přizpůsobení používaný k dosažení shody se změřeným výkonem motoru u střely s pomocným raketovým motorem.
součinitel tvaru	form factor	Součinitel přizpůsobení dálky upravující sílu odporu vzduchu. Je typicky funkcí náplně a náběhu.
součinitel vztlaku	lift factor	Součinitel přizpůsobení upravující vztlakovou sílu, která ovlivňuje zejména stranovou odchylku střely. Je typicky funkcí náplně a náběhu.

stopovka	tracer	Pyrotechnický prvek nebo utěsněný předmět obsahující pyrotechnické látky, který umožňuje optické sledování dráhy letu střely. (AOP-38) Malá pyrotechnická náplň ve dně střely, která se při výstřelu zapálí, takže dráha letu střely je viditelná pouhým okem.
stranová odchylna	deflection	Úhel mezi svislou rovinou procházející výstřelnou a přímkou procházející zbraní a bodem nárazu. Je způsobený derivací, vlivem Coriolisovy síly a větru.
střela	projectile	Objekt urychlený vnější silou a pokračující v pohybu díky vlastní setrvačnosti, jako je malorážová nebo dělostřelecká střela. (AOP-38)
svislá vzdálenost minutí	vertical miss distance	Vzdálenost od záměrného bodu (nahoru nebo dolů) k bodu nárazu na svislém terči.
tlumící moment rotace	spin damping moment	Aerodynamický moment charakterizující pokles rychlosti rotace za letu.
úhel náběhu	yaw	Úhel mezi podélnou osou střely v libovolném okamžiku a tečnou ke dráze v odpovídajícím bodu letu střely. (AAP-06) Úhel mezi podélnou osou střely a tečnou k dráze střely v libovolném okamžiku.
úhel stranového odskoku	throw-off	Vodorovná složka úhlu měřeného od osy ústí před výstřelem k výstřelné.
úhel zdvihu	jump	Svislá složka úhlu měřeného od osy ústí před výstřelem k výstřelné.
ustálený úhel náběhu	yaw of repose	Výsledný rovnovážný stav úhlu náběhu, kdy osa rotací stabilizované střely se díky gravitaci odkloní od dráhy směrem dolů.
úzká vidlice	fork	Úzká vidlice je změna náměru v milech ($360^\circ = 6400 \text{ mil}$), nutná k přemístění středního bodu nárazu o 4 pravděpodobné odchylny dálky na hladinové ploše.
užitečný náklad střely	projectile payload	Náklad, který je vymeten ze střely ke splnění specifické funkce.
vodicí nálitky (nuby)	bourellet nubs	Šikmo umístěné výstupky na ogiválu střely, které ji vystředují v hlavni.
vstupní údaje pro řízení palby	fire control inputs	Soubor pevně stanovených technických údajů pro kombinaci dělo–munice používaný v počítačích pro řízení palby, ve kterých je zaveden model dráhy dle standardu NATO.

výmetná náplň	charge	Látka nebo směs látek používaná k vymetení střely z hlavně zbraně.
vztlaková síla	lift force	Aerodynamická síla kolmá k dráze, mající tendenci táhnout střelu ve směru její špičky.

6 Zásady tvorby vstupních údajů pro řízení palby

6.1 Volba programu zkoušek

6.1.1. Stanovení FCI prostřednictvím zkoušek je možné rozdělit do následujících částí:

- a) Stanovení fyzikálních údajů a údajů o pomocném raketovém motoru (kapitola 9);
- b) Stanovení údajů vnitřní balistiky (kapitola 10);
- c) Stanovení aerodynamických údajů (kapitola 11);
- d) Stanovení balistických součinitelů přizpůsobení (kapitola 12);
- e) Stanovení pravděpodobných chyb (kapitola 13).

Některé z těchto částí se mohou kombinovat. Sestavení programu střeleckých zkoušek podle této kapitoly zahrnuje body c), d) a e). Pro tyto střelecké zkoušky musí být provedeno meteorologické sondování v souladu s kapitolou 8.

6.1.2 Aerodynamické součinitele. Před stanovením balistických dat musí být podle v ČR platných postupů navrženy aerodynamické součinitele a ty současně doloženy balistickými daty. Metoda jejich stanovení závisí na technickém vybavení, které je k dispozici. Požadované aerodynamické součinitele jsou pro všechny typy střel funkcí Machova čísla.

6.1.3 Pro stanovení aerodynamických součinitelů se používají následující zařízení a metody:

- a) aerodynamický tunel;
- b) aerobalistická střelecká linka; pro použití standardních technik jiskrového snímku k získání aerodynamických součinitelů pro malé až střední úhly náběhu ($<15^\circ$);
- c) počítačový program; pro použití metod kompletní výpočtové dynamiky tekutin (CFD) nebo poloempirických metod, založených na interpolaci mezi tabulkovými aerodynamickými daty pro typické konstrukce a tvary střely;
- d) střelecké zkoušky v plném rozsahu; sestavují se podle následujících pokynů, v kombinaci s analýzou dat ze zkoušek podle kapitoly 7.

6.1.4 V případě podobnosti s již existující střelou se použijí ustanovení ČOS 102504.

6.1.5 Obecně platí, že program zkoušek a související velikosti vzorku jsou určeny funkčními požadavky balistického systému řízení palby a známou nebo očekávanou variabilitou příslušných součinitelů, např. aerodynamických součinitelů, součinitelů přizpůsobení a pravděpodobných chyb. Musí být zváženy obě variability – uvnitř zkoušené skupiny (od rány k ráně) a mezi zkoušenými skupinami (od nástřelky k nástřelce). Pozorované variability se zaznamenávají v souladu s Přílohou A.

6.1.6 Pro stanovení balistických charakteristik existuje několik schválených programů zkoušek. Tyto programy zkoušek jsou popsány v dalších článcích této kapitoly. Jsou možné i jiné programy zkoušek, ale tyto je třeba nejdříve předložit skupině NAAG/ICG-IF/SG2 ke schválení cestou delegáta ČR v této skupině.

6.2 Program střeleckých zkoušek pro stanovení balistických charakteristik (metoda balistické střelby do terénu)

6.2.1 Pro stanovení balistických charakteristik (balistických součinitelů přizpůsobení a pravděpodobných chyb) lze použít následující programy střeleckých zkoušek. Pro stanovení balistických charakteristik mohou být použity i výsledky střelby ze střelecké zkoušky aerodynamických charakteristik (článek 6.4).

6.2.2 Balistická střelba do terénu (nepřímá střelba)

Pro sestavení vhodného programu zkoušek, stejně jako počtu požadovaných ran pro určení součinitelů přizpůsobení a pravděpodobných chyb, musí být specifikovány požadované charakteristiky balistiky. V tomto případě se předpokládá následující typické dodržení požadavků:

- a) střední hodnota. Dostřel, v závislosti na náměru, musí být v rozmezí $\pm 0,5$ % skutečné hodnoty dostřelu při 90% jistotě;
- b) rozptyl. Odhadované pravděpodobné chyby musí být v rozmezí ± 30 % skutečného rozptylu.

Jsou-li k dispozici aerodynamické součinitele, které jsou požadované pro model MPM nebo PM (viz bod 7.2.1) a použité odhady variability balistických součinitelů uvnitř skupiny a mezi skupinami, pak program střelby uvedený v tabulce 1 musí pro systémy nepřímé střelby pozemního dělostřelectva splňovat následující požadavky:

TABULKA 1 – Program balistické střelby do terénu pro dělostřelecké střely stabilizované rotací

Přibližný náměr (mil)	Všechny náplně
350	5,5
550	5,5
750	5,5*
950	5,5
1150	5,5*

Kde:

- 5,5 znamená střílet 5 zkušebních ran v každé ze dvou nástřelek;
- 5,5* znamená, že v těchto nástřelkách by měla být použita sonda náběhového úhlu.

Příslušné zahřívací rány nejsou zahrnuty.

TABULKA 2 – Program balistické střelby do terénu pro minomety

Přibližný náměr (mil)	Všechny náplně
800	5,5
1050	5,5
1300	5,5*
1500	5,5

Kde:

- 5,5 znamená střílet 5 zkušebních ran v každé ze dvou nástřelek;
- 5,5* znamená, že v těchto nástřelkách by měla být použita sonda náběhového úhlu.

Příslušné zahřívací rány nejsou zahrnuty.

POZNÁMKA: Minimální, maximální a střední náměry mohou vyžadovat úpravy, aby vyhovovaly zbraňovým systémům, které mají schopnost přímé střelby a/nebo které střílejí střely stabilizované rotací (aby se zohlednila možnost dynamiky letu nestabilní střely ve vysokých náměrech střelby).

6.2.3 Při zkoušce se požadují následující měření a hlavní přístrojové vybavení:

- a) meteorologické sondování;
- b) měření bodů nárazu;
- c) měření rychlosti;
- d) pro střely s dnovým výtokem a střely s pomocným raketovým motorem je požadován Dopplerův radiolokátor.

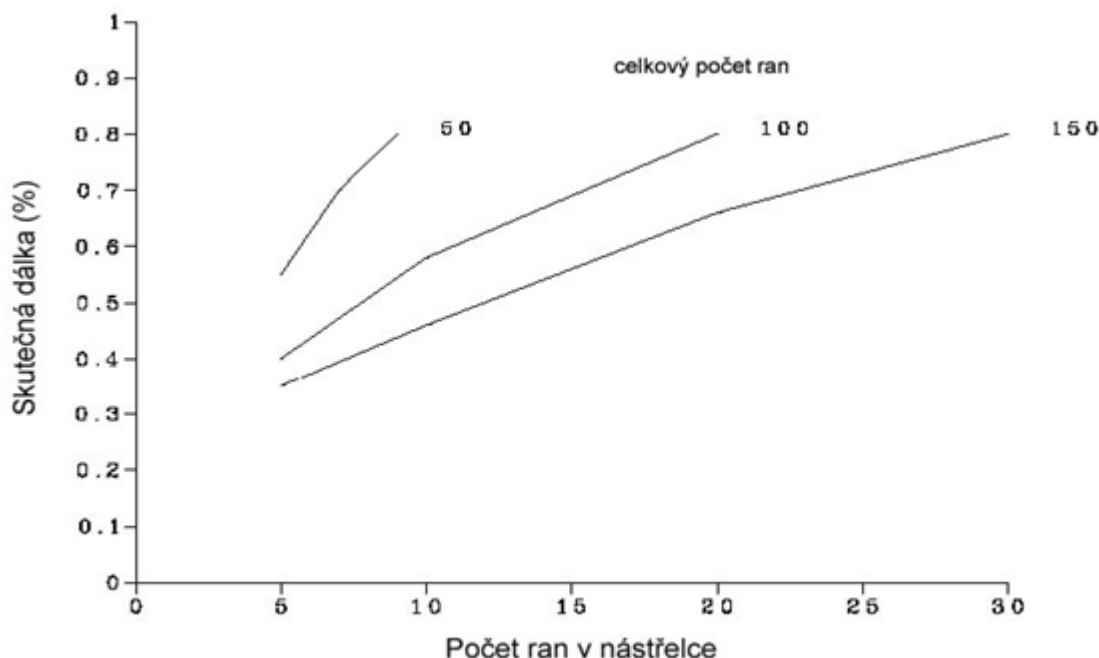
6.2.4 Pozemní náraz. Program balistické střelby do terénu vyžaduje minimálně padesát ran na jedno rychlostní pásmo (40 ran pro minomety), střílených v pětiranových nástřelkách v pěti náměrech v celkovém počtu deseti nástřelek; pět nástřelek z jedné kombinace zbraně a série prachu a pět z jiné. Tento program se musí použít v případě, když není k dispozici sledovací radiolokátor. V tomto případě je program omezen na jediný úsek dráhy střel. Přehled o programu pro pozemní dělostřelectvo udává tabulka 1, pro minomety tabulka 2. Zkouška se používá pro určení i , f_L , ΔT , PE_R , PE_D a MV . Dopplerův nebo sledovací radiolokátor se používá vždy, když je k dispozici. Mají-li se stanovit součinitele přizpůsobení pohonu střely, musí se ke sledování fáze hoření motoru použít Dopplerův radiolokátor.

6.2.5 Výmet/rozprask. Stejný program zkoušky se může použít i pro určení PE_{HB} , PE_{FS} a i_{sn} pro střely s užitečným nákladem (dýmové, osvětlovací apod.) a pro jejich užitečný náklad, stejně jako pro rozměry obrazce výmetu/rozprasku. Kombinace náplně a náměru jsou vybrány tak, aby pokryly spektrum doby letu od kombinace nejmenší náplně a nízký náměr po kombinaci maximální náplně a vysoký náměr v přírůstcích přibližně 20 s. Výšky výmetu/rozprasku jsou vybrány tak, aby bylo zajištěno, že u všech ran bude dosaženo výmetů/rozprasků. Tyto kombinace se mohou lišit od kombinací uvedených v tabulce 1 a v tabulce 2.

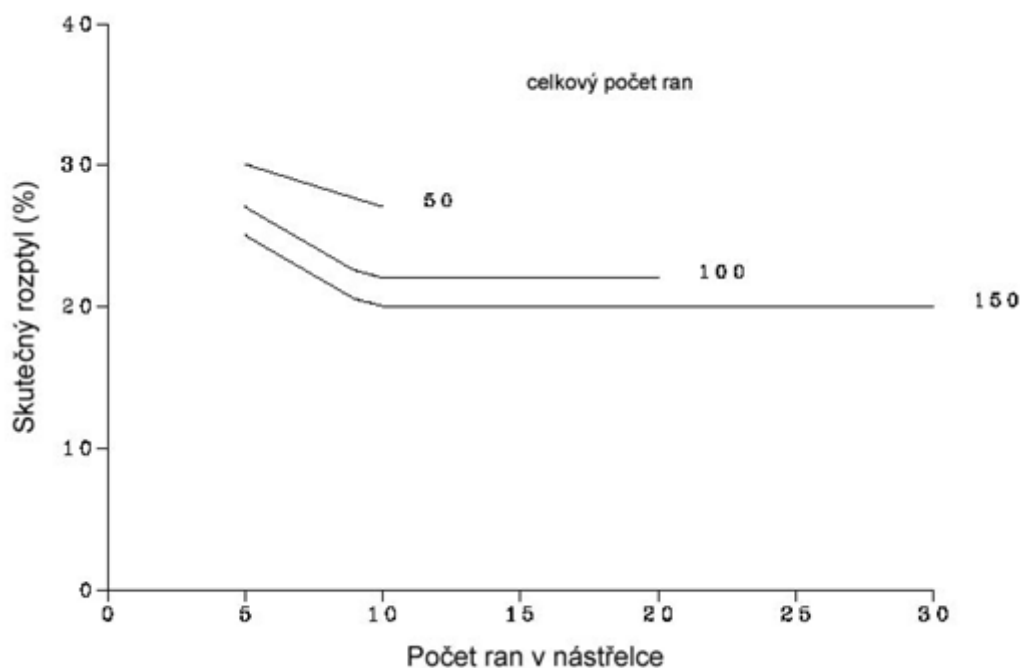
6.2.6 Tento program zkoušek se může také použít k určení aerodynamických údajů. V tomto případě musí být zkušební rány stříleny podle postupů platných v ČR (např. měření úhlu náběhu a rotace).

6.2.7 Obrázky 1 a 2 ukazují vlivy změn celkového počtu ran stříleného jednou náplní (50, 100, 150) a počtu ran ve skupině (5, 10, ... 30) na kvalitu odhadů středních hodnot a rozptylu. Např. zvýšení počtu skupin (snížení počtu ran ve skupině pro neměnný celkový počet ran) zlepšuje přesnost odhadů střední hodnoty (snižuje procento intervalu dálky obsahující skutečnou hodnotu). Na druhé straně, snížení počtu skupin (použití větších rozsahů výběru) zlepšuje přesnost odhadů rozptylu. Tyto dva protichůdné trendy musí být vyváženy, aby bylo zajištěno, že budou splněny jak požadavky na střední hodnotu, tak na rozptyl.

Uvedené grafy se mohou použít k určení požadovaného počtu nástřelů a počtu ran v nástřelce k získání nevychýlených údajů o balistických vlastnostech. Jestliže se použije menší počet ran nebo nástřelů, pak se musí provést statistická analýza, která by údaje o balistických vlastnostech zaručovala.



OBRÁZEK 1 – Přesnost v určení skutečné dálky v závislosti na počtu ran v nástřelce a celkovém počtu ran při 90procentní konfidenční úrovni



OBRÁZEK 2 – Přesnost v určení skutečného rozptylu v závislosti na počtu ran v nástřelce a celkovém počtu ran při 90procentní konfidenční úrovni

6.3 Střelecká zkouška na svislý terč (přímá střelba)

Vzhledem k aerodynamickým součinitelům potřebným pro PM model (viz bod 6.1.1.c) a za použití odhadů variability v rámci skupiny (od rány k ráně) a mezi zkoušenými skupinami (od nástřelky k nástřelce) se při zkoušce požaduje následující měření a hlavní přístrojové vybavení:

- a) meteorologické sondování;
- b) přízemní meteorologické měření;
- c) měření bodů nárazu střel na terči;
- e) přístroj pro měření počáteční rychlosti;
- f) měření doby letu;
- g) Dopplerův radiolokátor.

Umístění terče závisí na typu zkoušené střely a rozsahu potřebných měření. Pro střelbu se požadují nejméně dvě zbraně. Pro každý typ střely se musí vystřelit z každé hlavně nejméně tři desetiranové nástřelky. Celkový počet ran pro jeden typ střely musí být nejméně 60.

Vhodné podmínky pro vítr jsou stanoveny v odstavci 8.1.3.

U střeliva ráže 40 mm musí být střely a náplně použité při zkoušce temperovány na teplotu 21 °C po dobu nejméně 2 hodin bezprostředně před vystřelením. U střeliva ráže 40 mm a více musí být střely a náplně použité při zkoušce temperovány na teplotu 21 °C po dobu nejméně 24 hodin bezprostředně před vystřelením.

6.4 Program střelecké zkoušky pro stanovení aerodynamických charakteristik (metoda střelb plně zabezpečená přístrojovým vybavením)

6.4.1 Tento program zkoušek se může použít ke stanovení aerodynamických součinitelů a balistických vlastností (balistických součinitelů přizpůsobení a pravděpodobných chyb). Když se program použije pro stanovení balistických vlastností bez dodatečných střelb, pak musí být statisticky ověřeno, že počet ran a počet nástřelů je dostatečný, aby splnil požadavky nejistoty na střední hodnoty a rozptyl.

6.4.2 Pro každou dílčí střeleckou zkoušku se požaduje následující měření a hlavní přístrojové vybavení:

- a) meteorologické sondování (a přízemní meteorologické měření v případě přímé střelby);
- b) měření bodů nárazu střel;
- c) přístroj pro měření počáteční rychlosti;
- d) Dopplerův radiolokátor;
- e) měřicí systém pro měření úhlu náběhu střely;
- f) optické přístroje.

6.4.3 Protože aerodynamické síly a momenty závisejí hlavně na Machovu číslu a úhlu náběhu, musí program zkoušek tyto faktory obsahovat. Aby byla objasněna variabilita těchto sil a momentů od nástřelky k nástřelce, musí být také stanoven minimální rozsah střeleckých zkoušek, nutný pro splnění požadované přesnosti aerodynamických součinitelů.

6.4.4 Pozemní dělostřelectvo.

U zbraní s proměnnými náplněmi musí být střelby provedeny s dostatečným počtem náplní k pokrytí oblasti Machova čísla. Proto minimální počet vybraných náplní musí pokrýt požadovanou oblast Machova čísla bez mezer a musí zahrnovat nejmenší a největší náplň a některou mezilehlou náplň.

Střelby musí být provedeny s dostatečným počtem náměrů k pokrytí požadované úrovně úhlu náběhu. Požaduje se minimálně pět různých náměrů. Musí se vystřelit minimálně dvě rány v každé zvolené kombinaci náměr–náplň.

Pro každou zvolenou kombinaci náměr–náplň musí být vystřeleny minimálně 2 náboje.

6.4.5 Pro střely s jednotkou dnového výtoku a pro střely s pomocným raketovým motorem musí být zjištěny dodatečné parametry.

- a) Střelby musí být provedeny s inertní jednotkou dnového výtoku nebo bez ní stejným způsobem, jak je popsán výše (odstavec 6.4.1 až 6.4.4).
- b) Střelby musí být provedeny s aktivní jednotkou dnového výtoku temperovanou na 21 °C stejným způsobem, jak je popsáno v odstavcích 6.4.1 až 6.4.4. V případě, že snížení aerodynamického odporu střely je závislé na náplni, požaduje se provést střelby s aktivní jednotkou dnového výtoku se všemi náplněmi.

c) Střelby s aktivní jednotkou dnového výtoku se musí provést po teplotě na několik teplot. Požadují se minimálně tři náplně, pět teplot a dva náměry.

6.4.6 Příklady programů střeleckých zkoušek jsou uvedeny v následujících tabulkách. Program standardní aerodynamické střelecké zkoušky (tabulka 3) se používá pro aerodynamické zkoušky střel bez pomocného pohonu, střel s jednotkou dnového výtoku a dále pro střely s pomocným raketovým motorem – s vypnutým motorem a s motorem zapnutým při teplotě 21°C. Program aerodynamických střeleckých zkoušek při nestandardní teplotě motoru (tabulka 4) se používá pro aerodynamické zkoušky střel s jednotkou dnového výtoku a střel s pomocným raketovým motorem při nestandardní teplotě zapnutého motoru.

TABULKA 3 – Program standardní aerodynamické střelecké zkoušky

Náměr (mil)	Všechny náplně
400	2
600	2
800	1 + 1
1000	2
1150	1 + 1

Kde:

- číslice 2 znamená, že 2 identické rány nebudou střeleny po sobě;
- číslice 1 + 1 znamená, že jedna z ran může být vybavena měřicím systémem pro měření úhlu náběhu střely.

TABUKA 4 – Program aerodynamické střelecké zkoušky při nestandardní teplotě motoru

Teplota (°C)	Náměr (mil)	Všechny náplně
-40,0	600	2
	800	2
-31,0	600	2
	800	2
5,0	600	2
	800	2
36,0	600	2
	800	2
51,0	600	2
	800	2
60,0	600	2
	800	2

Kde:

- číslice 2 znamená, že 2 identické rány nebudou stříleny po sobě;

POZNÁMKY: 1. Střelba s vychlazenými střelami v okolní atmosféře může vést k nespolehlivým výsledkům aerodynamického odporu, způsobeným námrazou na střele.

2. Hodnoty teploty motoru jsou uvedeny jako příklad.

6.4.7 Minomety

U zbraní s proměnnými náplněmi musí být střelby provedeny s dostatečným počtem náplní k pokrytí oblasti Machova čísla. Proto minimální počet vybraných náplní musí pokrýt požadovanou oblast Machova čísla bez mezer a musí zahrnovat nejmenší a největší náplň a některou mezilehlou náplň.

Střelby musí být provedeny s dostatečným počtem náměrů k pokrytí požadované úrovně úhlu náběhu. Požadují se minimálně tři různé náměry.

Příklad programu střelecké zkoušky je v níže uvedené tabulce.

TABUKA 5 – Program aerodynamické střelecké zkoušky minometu

Náměr (mil)	Všechny náplně
800	2
1150	2
1500	1 + 1

Kde:

- číslice 2 znamená, že 2 identické rány nebudou stříleny po sobě;
- číslice 1 + 1 znamená, že jedna z ran může být vybavena měřicím systémem pro měření úhlu náběhu střely.

6.4.8 Přímá střelba

Střelby musí být provedeny s dostatečným počtem náměrů, aby pokryly požadovanou úroveň úhlu náběhu. Požadují se minimálně tři úhly náměru (tři dálky).

Příklad programu střelecké zkoušky je v následující tabulce.

TABULKA 6 – Program aerodynamické střelecké zkoušky přímé střelby

Dálka	Počet ran
Střední efektivní	5
Maximální efektivní	5*
Maximální bezpečná dálka	5*

Kde:

- číslice 5 znamená, že 5 identických ran nebude stříleno po sobě;
- číslice 5* znamená, že jedna nebo více z pěti ran může být vybavena měřicím systémem pro měření měřicím systémem podle postupu platného v ČR.

Termín „maximální efektivní dálka“, který se zde používá, je dálka, na kterou je systém navržen tak, aby efektivně zasáhl cíl a/nebo cílový prostor. Termín "maximální bezpečná dálka", který se zde používá, je odhadovaná maximální dálka, kterou je střela schopna dosáhnout za standardních podmínek, typicky střelbou v náměrech mnohem větších, než jaké jsou použity v systémech přímé střelby.

6.5 Měřené údaje a přístrojové vybavení

Pro každou dílčí střeleckou zkoušku se požadují:

6.5.1 Údaje o zbrani:

- a) číslo a vzor;
- b) číslo hlavně;
- c) počet vystřelených ran (odhad zbývající životnosti hlavně);
- d) opotřebení hlavně;
- e) další relevantní údaje.

6.5.2 Údaje a přesnost měření pro plánované balistické zkoušky ([..] = jedna směrodatná odchylka pro každou střílenou střelu včetně zahřívacích ran).

6.5.3 Meteorologické sondování a přízemní podmínky včetně teploty prostředí (viz kapitolu 9).

6.5.4 Čas střelby [30 s]

6.5.5 Zeměpisná šířka [0,25°]

6.5.6 Nepřímá střelba:

- a) bod nárazu (průsečík měření teodolity nebo laserovými dálkoměry).. [5 m];
- b) doba letu, doba funkce zapalovače, doba osvětlení a doba hoření, jsou-li použity (infračervený sensor, video, optoelektronické sledování, stopky) [0,05 s];
- c) hmotnost střely [0,1 %];
- d) axiální moment setrvačnosti [0,5 %];
- e) počáteční rychlost podle ČOS 137701 [0,1 %];
- f) teplota výmetné náplně (teploměr) [1 °C];
- g) součinitel odporu (C_d) (Dopplerův radiolokátor);
- h) náměr [0,5 % mil];
- i) odměr [0,2 mil].

6.5.7 Přímá střelba:

- a) výška prostoru nárazu..... [1 m];
- b) měření na svislém terči..... [10 mm];
- c) doba letu..... [0,001 s];
- d) časové události na dráze letu, včetně doby funkce zapalovače ... [0,05 s];
- e) hmotnost střely [0,1 %];

- f) axiální moment setrvačnosti [0,5 %];
 - g) počáteční rychlost střely..... [0,05 % nebo $0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ podle toho, co je menší];
 - h) měření teploty $0,35 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - i) součinitel odporu (Cd) (Dopplerův radiolokátor)
 - j) náměrové a odměrové úhly..... [0,025 mil];
 - k) azimut výstřelné [0,1 mil].
- 6.5.8 Přístrojové vybavení a/nebo měření volitelné pro zjišťování balistických vlastností a požadované pro program střelecké zkoušky aerodynamických vlastností:
- a) úplná dráha v závislosti na čase sledovací radiolokátor;
 - b) úhel náběhu systém měření úhlu náběhu;
 - c) rotace střely systém měření úhlu náběhu, Dopplerův radiolokátor.
- 6.5.9 Volitelné druhy měření a měřicí technika pro vnější balistiku:
- a) optoelektronické sledování;
 - b) vlastnosti užitečného nákladu střely..... video;
 - c) úhel zdvihu štítky, optické sledování;
 - d) ohyb hlavně mechanické měření;
 - e) zapalovače nebo střely vybavené jinými přístroji (např. sondou GPS).
- 6.5.10 Volitelné druhy měření a měřicí technika pro vnitřní balistiku:
- a) maximální tlakpiezo nebo Crusherovo měření;
 - b) rychlost střely uvnitř hlavně;
 - c) zákluz;
 - d) ohřev hlavně.
- 6.6 Program střelecké zkoušky změny počáteční rychlosti v závislosti na opotřebení hlavně (nepovinná zkouška)**
- 6.6.1 Aby se dala určit změna počáteční rychlosti v důsledku opotřebení vývrtu hlavně, musí se tento program zahrnout jako součást zkoušky opotřebení hlavně podle metodik platných v ČR. Zjišťuje se opotřebení hlavně pro každou kombinaci geometrického tvaru výmetné náplně, typu výmetné náplně a konstrukce vodící obroučky podle níže uvedeného postupu. Při zkoušce by měla být použita stejná série střel a výmetných náplní. Další informace viz v kapitole 10.
- 6.6.2 Vystřelit nejméně 5 ran při standardní teplotě náplně ($21 \text{ }^\circ\text{C}$).
- 6.6.3 Provést střelbu přibližně v každé čtvrtině životnosti hlavně do opotřebení (100 %, 75 %, 50 %, 25 % a 0 %).
- 6.6.4 Vystřelit nejméně jednu náplň od každého typu a geometrie výmetné náplně, ale tak, aby vždy obsahovala maximální náplň pro kombinaci výmetná náplň a hlaveň.

6.6.5 Změřit počáteční rychlost a tlak v nábojové komoře u každé zkušební rány podle ČOS 137701 a ČOS 102505.

6.6.6 Vypočítat střední hodnotu počáteční rychlosti (MV) pro každou skupinu zkušebních ran a vypočítat rozdíl mezi střední MV v každé čtvrtině životnosti hlavně do opotřebení a hodnotou odpovídající nové hlavní. Z těchto rozdílů stanovit závislost MV na opotřebení hlavně.

6.6.7 Stanovit výslednou změnu MV v závislosti na opotřebení hlavně podle vzorce:
$$MVV = a_0 + a_1(EFC) + a_2(EFC)^2 + a_3(EDC)^3.$$

6.6.8 Zaznamenat změřené údaje MVV v závislosti na opotřebení hlavně a příslušné hodnoty v tabulkové nebo grafické formě podle Přílohy A.

POZNÁMKA: V průběhu celé zkoušky musí být použity střely a náplně jedné výrobní série.

7 Analýza dat ze střelecké zkoušky

7.1 Redukce dat ze střelecké zkoušky balistických vlastností

7.1.1 Balistické údaje.

Pro uvedení modelu MPM (s předběžně stanovenými aerodynamickými součiniteli a se změřenými počátečními podmínkami a meteorologickými údaji) do souladu s pozorovanými nárazy (dálka, odchylka, doba letu) každé pěti nebo deseti ranové nástřelky podle základního programu zkoušky balistických vlastností se k nastavení vhodných součinitelů přizpůsobení používá iteračních kroků. Požaduje-li se funkce motoru, jsou k sesouhlasení naměřené radiální rychlosti a/nebo odvozených údajů odporu vzduchu během hoření, vedle konečných dat dálky, použity vhodné součinitele přizpůsobení. Výsledné součinitele jsou pak přizpůsobeny použitím regresivních technik k ocenění vzájemného vztahu s náměrem (QE). Velikosti vzorků jsou zvoleny tak, aby střední hodnota dosáhla 0,5 % dálky při 90% konfidenční úrovni.

Souhrn údajů ze zkoušek se zpracovává ve formě tabulkového nebo grafického zobrazení zjištěných součinitelů přizpůsobení ve vztahu k náměru pro každou vystřelenou nástřelku spolu s hodnotami vypočítanými z regresivních postupů.

7.1.2 Pravděpodobné chyby (PE)

Pro každou pěti nebo deseti ranovou nástřelku podle základního programu zkoušek balistických vlastností se vypočítá střední a pravděpodobná chyba dálky a směrové odchylky. Pravděpodobné chyby jsou přizpůsobeny s použitím regresivních technik tvarům, uvedeným v kapitole 13. Navíc jsou PE počáteční rychlosti a PE součinitele tvaru pro každou nástřelku (v rámci náplně) shromážděny dohromady ve váženém průměru (podle počtu ran v nástřelce) k odhadu PE_{MV} a PE_i , které mají být použity v chybové soustavě. Pro střely s pomocným raketovým motorem jsou součinitele přizpůsobení vlastností motoru analyzovány podobným způsobem. PE_{FS} a PE_{HOB} se stanovují ze zkoušky výmetů/rozprasků s použitím podobných metod.

Souhrnem zkušebních dat bude tabulkové nebo grafické znázornění zjištěných hodnot PE pro každou vystřelenou nástřelku spolu s hodnotami vypočtenými z výsledků regrese.

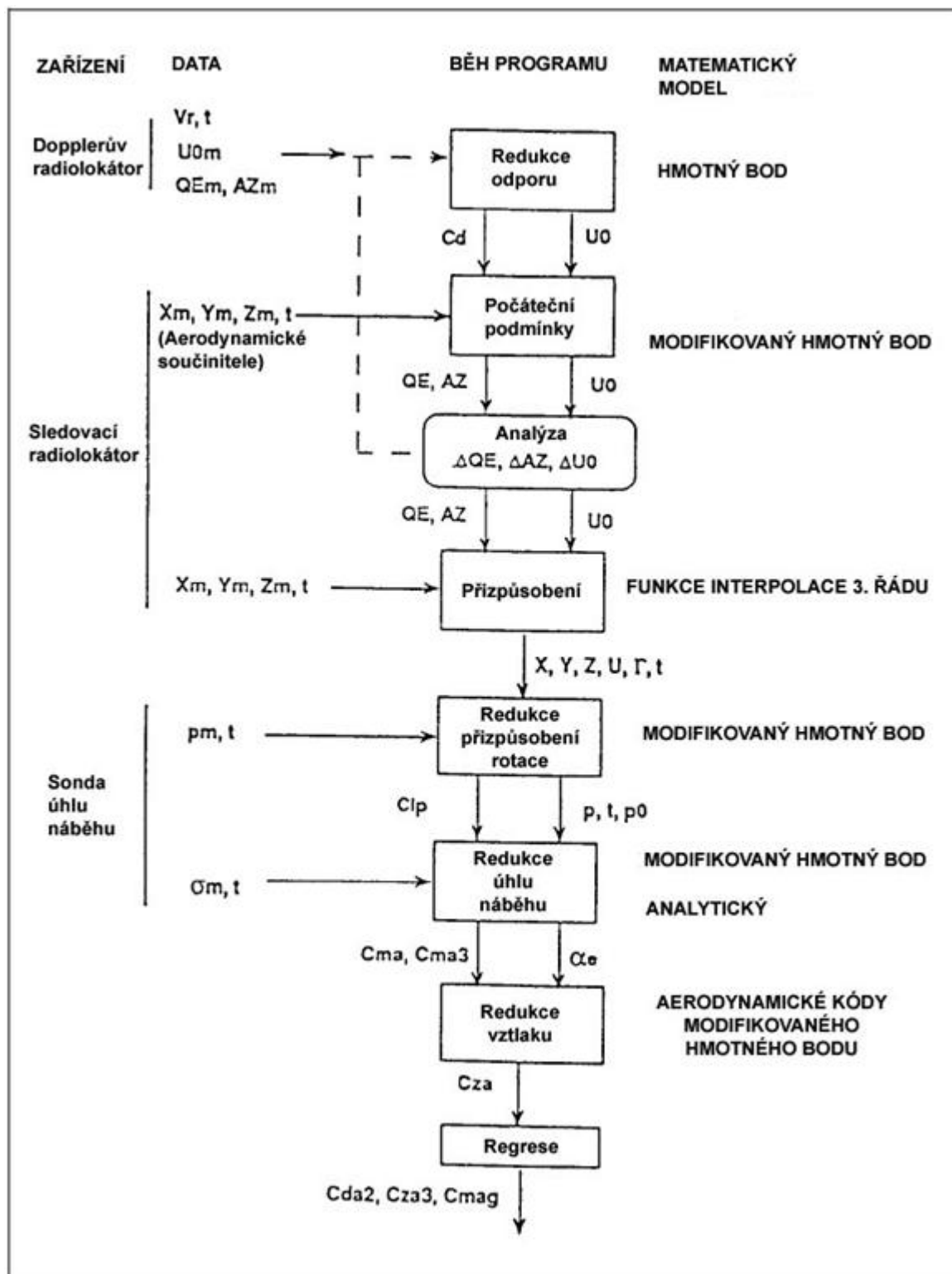
POZNÁMKA: Ve všech výše uvedených analýzách jsou aplikovány odlehlé testy (definované v ČOS 102504) a odstraněny anomální údaje. Údaje odebrané tímto způsobem musí být součástí celkové prezentace údajů (příloha A). Pokud je to možné, jsou odchylky (PE) testovány na rovnost před sdružováním.

7.2 Redukce dat pro střeleckou zkoušku aerodynamických vlastností

7.2.1 Úvod

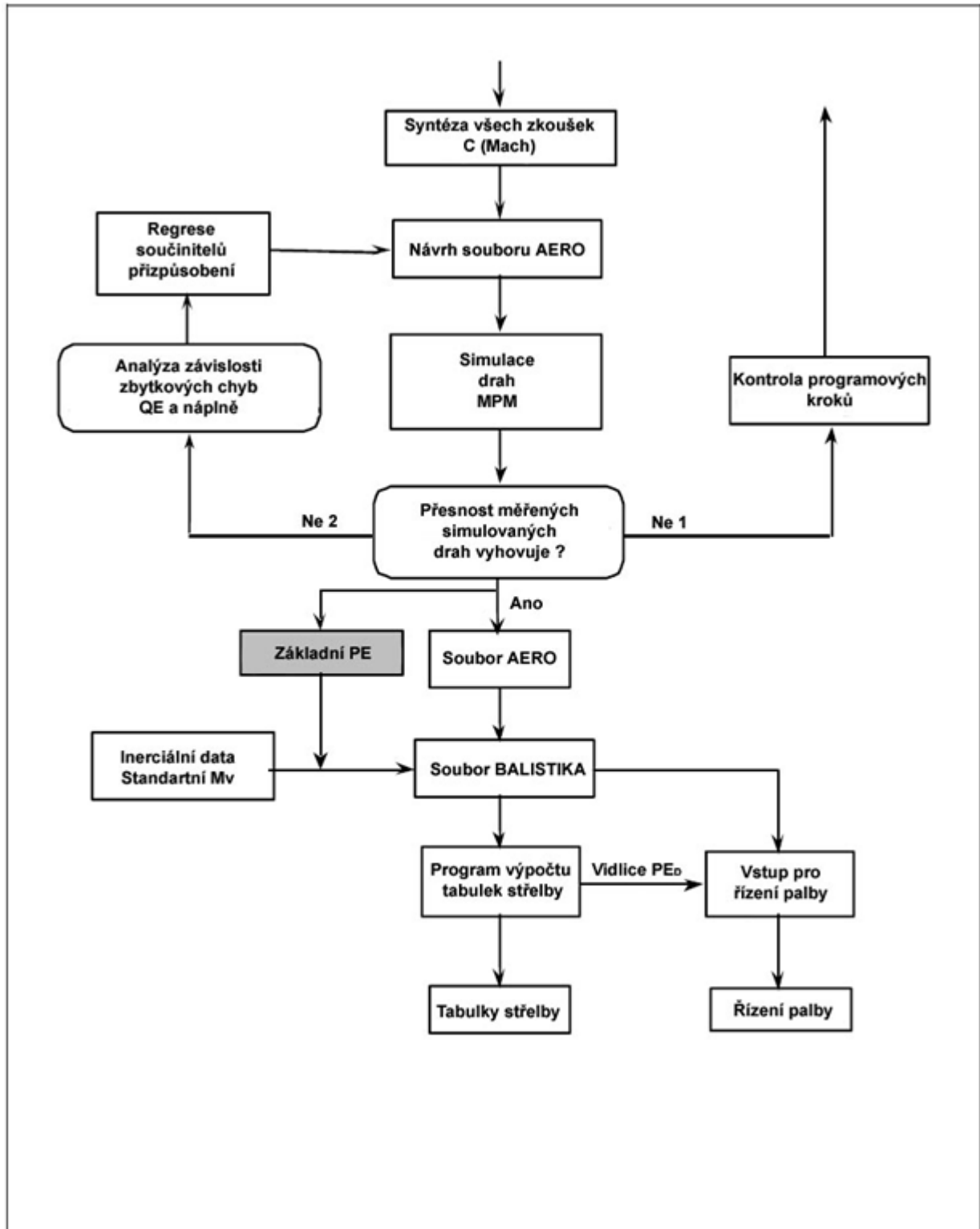
Příklad tohoto postupu se může použít k získání aerodynamických součinitelů, balistických součinitelů přizpůsobení a balistické přesnosti metodou střelb plně zabezpečených měřicí technikou.

Analýza dat se provádí postupnými kroky seřazenými tak, jak je ukázáno ve vývojovém diagramu na obrázku 3. V jednotlivých krocích se používá zejména tři typů metod: metody úpravy podle funkce křivky interpolací třetího řádu, metody iterativní úpravy MPM nebo PM a metody inverze MPM. Funkce interpolace třetího řádu je užitečný nástroj pro fúzi, především pro zhuštění početných dat do několika čísel součinitelů polynomů a pak také pro snadnější časové sjednocení upravených dat. Postupné kroky jsou seřazeny v takovém pořadí, aby bylo zajištěno, že všechna data potřebná pro následující krok jsou výsledkem předcházejících kroků. Obrázek 3 (část 2) ukazuje, že výsledky všech střelb jsou nejdříve kontrolovány pomocí analýzy rozdílů mezi simulovanou dráhou používající výsledné aerodynamické součinitele a měřenou dráhou. Objasnění nepřesnosti je nejdříve provedeno kontrolou celého procesu redukce dat (větev č. 1: výbočky měření, nesprávná vstupní data). Potom analýza umožňuje vylepšit všechny aerodynamické součinitele (závislost úhlu náběhu, meze rozpětí Machova čísla ...) a je-li to nutné, určuje součinitele přizpůsobení a vytváří konzistentní chybovou soustavu. V tomto kroku jsou dostupný soubor AERO a základní soustava pravděpodobných chyb doplněná inerciálními daty standardní počáteční rychlosti použity pro výpočet tabulek střelby a včleněny do databáze vstupních údajů pro řízení palby.



OBRÁZEK 3 – Příklad analýzy dat střelecké zkoušky aerodynamických vlastností

Část 1



OBRÁZEK 3 – Příklad analýzy dat střelecké zkoušky aerodynamických vlastností

Část 2

7.2.2 Aerodynamické a balistické údaje

Aerodynamické součinitele a součinitele přizpůsobení se stanovují na základě měření kompletních střel ve skutečných střeleckých podmínkách.

- a) Součinitele odporu vzduchu jsou stanoveny na základě matematického modelu založeného na modelu hmotného bodu s využitím měření Dopplerovým radiolokátorem.
- b) Součinitele tlumícího momentu rotace a klopného momentu jsou stanoveny na základě matematického modelu založeného na modifikovaném hmotném bodu a analytickém stanovení úhlu náběhu a jsou přiřazeny k radarovým měřením úhlu náběhu a dráhy.
- c) Součinitele vztlaku jsou stanoveny na základě matematického modelu založeném na modifikovaném hmotném bodu a jsou přiřazeny k měření dráhy.
- d) Všechny tyto součinitele, přiřazené k druhému nebo třetímu řádu a Magnusovým součinitelům jsou potom opraveny na základě porovnání času mezi měřenými a simulovanými dráhami a rychlostmi. Za účelem dalšího zlepšení zbývající dálky, rotace a doby letu mezi naměřenými a vypočítanými drahami mohou být použity součinitele přizpůsobení.
- e) Pro střely s dnovým výtokem plynů se součinitel přizpůsobení $f_{(i_{BB,MT})}$, závislý na náplni a teplotě, stanovuje na základě měření Dopplerovým radiolokátorem a radiolokátorem pro měření dráhy v závislosti na čase v úseku dnového výtoku plynů.

7.2.3 Pravděpodobné chyby (PE)

Pravděpodobné chyby v dálce i ve směru (nebo svislé/výškové a vodorovné/šířkové pro střeleckou zkoušku na svislý terč) jsou vypočteny z chybové soustavy. Výpočet parametrů chybové soustavy je založen na střelbách. Stanovují se v souladu s postupy uvedenými v kapitole 13.

- a) PE_{MV} se stanovuje pro náplň pomocí analýzy rozptylu údajů počátečních rychlostí získaných ze všech střelb. Všechny změřené rychlosti se musí opravit na standardní podmínky. Střelby za extrémních podmínek se mohou vyloučit.
- b) PE_{QE} a PE_{AZ} jsou stanoveny analýzou dat počáteční dráhy (výstřelná).
- c) PE_i a PE_{fL} se stanovují analýzou dat dráhy střely ze všech střelb střelecké zkoušky aerodynamických vlastností.
- d) PE_m se stanovuje zjištěním hmotnosti všech ve zkouškách použitých střel.

8 Meteorologické podmínky

8.1 Meteorologické podmínky – nepřímá střelba

8.1.1 Požaduje se měřit meteorologické údaje, jak přízemní, tak do výšky 300 m nad vrcholem dráhy letu střely (doporučeno 1000 m). Měření údajů o větru se požaduje provádět každou hodinu (doporučeno každou půlhodinu). Měření údajů o tlaku, teplotě a vlhkosti vzduchu se požaduje provádět v jeden a půl hodinových intervalech (doporučeno každou hodinu). Měření začít před první vystřelenou ranou a ukončit po poslední ráně. Meteorologická měření ve výšce jsou považována

za platná do maximální vzdálenosti 30 km od měřicího zařízení meteorologické stanice. Souhrn všech meteorologických měření musí pokrýt celou dráhu letu střel. Přízemní meteorologické údaje v palebném postavení se měří podle stanovených požadavků. Další údaje o větru v přízemní vrstvě mohou být požadovány v oblasti nárazu střel. Když je z měřených střel během letu vymeten užitečný náklad, orgán, který dodal program střeleckých zkoušek, musí stanovit maximální požadovanou výšku pro měření větru a povolené limity jeho rychlosti.

8.1.2 Může-li meteorologická služba státu nebo orgány Hydrometeorologické služby AČR dodat stejně dobrá nebo lepší meteorologická data, než jsou z meteorologického sondování, mohou se použít. Tento typ shromažďování dat však nesmí nahradit údaje o přízemních podmínkách mezi zbraní a cílem.

8.1.3 Výškové stálé větry jsou při střelbě největšími náplněmi obvykle přípustné. Střelba při silném nárazovém větru nebo při přechodu fronty je nepřipustná bez ohledu na velikost náplní. Proto se balistické střelby nesmí provádět, když:

- a) střední rychlost přízemního větru překračuje $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
- b) rychlost větru ve výškách mezi 300 m a vrcholem dráhy se změní o více jak $7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a to:
 - při porovnání rychlosti ve dvou stejných diskrétních výškách ve dvou za sebou jdoucích meteooprávkách, nebo
 - při porovnání rychlosti ve dvou po sobě jdoucích diskrétních výškách v té samé meteooprávě;
- c) směr větru ve výškách od 300 m po vrchol dráhy se mění o víc jak 800 mil (45°) a to:
 - při porovnání směru ve dvou stejných diskrétních výškách ve dvou za sebou jdoucích meteooprávkách, nebo
 - při porovnání směru ve dvou po sobě jdoucích diskrétních výškách v té samé meteooprávě.

8.1.4 Jestliže rychlost větru je v jakékoliv diskrétní výšce menší než $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mohou být změny ve směru větru zanedbány a v balistické střelbě se může pokračovat.

8.2 Meteorologické podmínky – přímá střelba

8.2.1 Přízemní meteorologické údaje, jako je rychlost a směr větru, tlak vzduchu, teplota vzduchu a vlhkost, se musí zjišťovat v palebném postavení zbraně a v cíli. Dodatečné přízemní meteorologické údaje se doporučuje měřit v jedné třetině dálky. Přízemní meteorologické údaje se měří před každým výstřelem. Jestliže takové vzorkování není možné, údaje se musejí měřit nejméně každých pět minut. Pro střelecké zkoušky s vrcholem dráhy letu více než deset metrů se meteorologické údaje měří ve výšce vrcholu dráhy, nejlépe deset metrů nad jejím vrcholem. Měření větru se provádí v hodinových intervalech, nejlépe každé půl hodiny. Měření hodnot tlaku vzduchu, teploty a vlhkosti se provádí v intervalu 1,5 hodiny, nejlépe každou hodinu. Měření údajů se musí začít před vystřelením první rány a končí po posledním výstřelu.

8.2.2 Může-li meteorologická služba státu nebo orgány Hydrometeorologické služby AČR dodat stejně dobrá nebo lepší meteorologická data, než jsou z meteorologického sondování, mohou se použít. Tento typ shromažďování dat však nesmí nahradit údaje o přízemních podmínkách mezi zbraní a cílem.

8.2.3 Provádění střelecké zkoušky v době velmi prudkého větru nebo přechodu fronty se nedoporučuje. Střelby se nesmějí provádět za následujících podmínek:

- když průměrná rychlost přízemního větru přesahuje $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
- poryvy větru mění rychlost větru o více než $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

8.2.4 Pokud je rychlost větru v libovolné nadmořské výšce menší než $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mohou být změny ve směru větru zanedbány a ve střelecké zkoušce se může pokračovat.

8.3 Verifikace

Přízemní a výškové meteorologické měření se musí provést před zahájením střeleckého programu, aby bylo zaručeno, že meteorologické podmínky pro zkoušku jsou vyhovující.

8.4 Požadované meteorologické údaje

Pro balistické střelby se stanovují následující meteorologické údaje:

- a) přízemní meteorologické údaje v palebném postavení a v místě meteorologické stanice: tlak, teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru;
- b) výškové meteorologické údaje: tlak, teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru. Měří se nejméně ve výškách definovaných meteorologickými vrstvami ve STANAG 4082, nejlépe ve stometrových intervalech od nadmořské výšky zbraně do předem stanoveného bodu nad vrcholem dráhy letu;
- c) směr větru určuje směr, ze kterého fouká vítr, např. směr větru „0“ znamená, že vítr fouká ze severu. V odvolávce se uvede, zda daná nadmořská výška znamená nadmořskou výšku nebo převýšení a zda sever znamená sever zeměpisný, magnetický nebo sever souřadnicové sítě;
- d) souřadnice meteorologické stanice, včetně nadmořské výšky, dávající dostatečnou informaci o poloze meteorologické stanice vzhledem ke zbraní a k dráze střel;
- e) Přípustné odchylky pro meteorologické údaje jsou uvedeny v tabulce 7:

TABULKA 7 – Přípustné odchylky pro meteorologické údaje

Měřená veličina	Jednotky	Tolerance (\pm)
Čas	min	1
Výška	m	5
Tlak vzduchu	hPa	1
Teplota vzduchu	$^{\circ}\text{C}$	1
Relativní vlhkost vzduchu	%	5

Měřená veličina	Jednotky	Tolerance (\pm)
Rychlost větru	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	1
Směr větru	mil	17

9 Fyzikální údaje a údaje o motoru

Všechny údaje vztahující se k pomocnému pohonu střely a k užitečnému nákladu střely jsou považovány za fyzikální údaje, pokud nejsou jasně určeny jako aerodynamické údaje, součinitele přizpůsobení nebo pravděpodobné chyby, přestože to nejsou skutečné fyzikální parametry. Některé z těchto údajů se určují na základě střeleckých zkoušek specifikovaných v kapitole 6.

Všechny údaje uvedené níže, jejichž postupy stanovení nejsou popsány v tomto ČOS, se určují podle jiných českých norem nebo metodik. Fyzikální údaje o standardní střele jsou uvedeny v tabulce 8, doplňující údaje o užitečném nákladu střely v tabulce 9, fyzikální údaje o standardní zbraní v tabulce 10, doplňující údaje o střelách s vodicími nálitky (nuby) jsou uvedeny v tabulce 11, doplňující údaje o střelách s pomocným pohonem jsou uvedeny v tabulce 12.

TABULKA 8 – Fyzikální údaje o standardní střele

Parametr	Symbol	Jednotka	Typ zbraně	Model dráhy
Počáteční hmotnost referenční střely se zapalovačem	m_r	kg	A, M, DF	PM, MPM
Hmotnostní znaky (minimum/standard/maximum)		-	A, M (vol.)	MPM
Hmotnostní rozdíly mezi hmotnostními znaky	Δm_n	kg	A, M (vol.)	MPM
Hmotnost referenčního zapalovače	M_{fuze}	kg	A, M (vol.)	MPM
Ráže referenční střely	D	m	A, M, DF	PM, MPM
Počáteční axiální moment setrvačnosti	I_{x_0}	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	A, M, DF	MPM
Počáteční rotace střely vzhledem k zemi (nebo zákrut drážkování blízko ústí hlavně)	P_0	ráže/zákrut	A, M, DF	PM (vol.), MPM
Hmotnost stopovky (volitelné)	m_{tracer}	kg	DF	PM, MPM

Kde:

- A značí dělostřelectvo, M značí minomety, DF přímou střelbu, (vol.) značí volitelné;
- PM značí model hmotného bodu a MPM model modifikovaného hmotného bodu.

TABULKA 9 – Doplnující údaje o užitečném nákladu střely

Parametr	Symbol	Jednotka
Hmotnost užitečného nákladu střely	m_{SN}	kg
Plocha příčného řezu referenčního užitečného nákladu střely	S_{SN}	m ²
Rychlost výmetu	$\Delta\vec{u}_s$	m·s ⁻¹
Výška výmetu/rozprasku	HOB	m
Doba pádu	T_{fs}	s

TABULKA 10 – Fyzikální údaje o standardní zbrani

Parametr	Symbol	Jednotka
Vzdálenost od kolébkových čepů po ústí hlavně	-	m
Zbývající životnost hlavně	-	-
Úhel náklonu kolébkových čepů po usazení zbraně	-	mil
Údaje z měření vývrtnu hlavě	-	m

POZNÁMKA Měření průměru vývrtnu hlavně podle bodu 10.

TABULKA 11 – Doplnující údaje o střelách s vodicími nálitky (nuby)

Parametr	Symbol	Jednotka
Úhel vodicích nálitků vzhledem k ose střely a geometrickému středu nálitků	δ	rad

TABULKA 12 – Doplnující údaje o střelách s pomocným motorem

Parametr	Symbol	Jednotka	Model
Průměr dna střely	d_b	m	B1, B2
Výstupní plocha trysky motoru	A_e	m ²	R1, R2
Počáteční vzdálenost těžiště od špičky střely	X_{CG0}	m	B1, B2, R1, R2

Parametr	Symbol	Jednotka	Model
Vzdálenost těžiště od špičky střely po vyhoření	X_{CGB}	m	B1, B2, R1, R2
Hmotnost střely se zapalovačem po vyhoření	m_b	kg	B1, B2, R1, R2
Hmotnost zpoždovače zážehu	m_{DI}	kg	R1, R2
Hmotnost těsnicího elementu zpoždovače	m_{ob}	kg	R1
Hmotnost paliva motoru	m_f	kg	B1, R1, R2
Hmotnost paliva motoru vyhořelého v hlavni	m_{CBO}	kg	B1
Referenční průtoková rychlost paliva motoru	\dot{m}_f^*	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$	R2
Minimální průtoková rychlost paliva motoru po dobu tlaku vzduchu	\dot{m}_p	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$	R2
Hustota paliva jednotky dnového výtoku	ρ_p	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	B1
Součinitel dnového výtoku pro optimální účinek	I_0	-	B1
Specifický impulz paliva motoru	I_{SP}	$\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{kg}^{-1}$	R1, R2
Axiální moment setrvačnosti po vyhoření	I_{XB}	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	R1, R2
Standardní doba vyhoření paliva motoru	t_{BST}	s	R1, R2
Standardní doba zpoždění zážehu raketového motoru	$t_{DI_{ST}}$	s	R1, R2
Standardní tah	T_{ST}	N	R1, R2
Plocha hoření paliva plynového generátoru	SC	m^2	
Změna dnového tlaku ke změně součinitele dnového výtoku plynů	$\frac{\partial_{BP}}{\partial_I}$	-	B2

Parametr	Symbol	Jednotka	Model
Rychlost hoření paliva plynového generátoru v tlakové bombě pro spalování pásků	V_{C_0}	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	B1
Součinitel teploty hoření paliva plynového generátoru	β	-	B1
Exponent rychlosti hoření v závislosti na tlaku	n	-	B1
Konstanta rychlosti hoření v závislosti na tlaku	k	-	B1

POZNÁMKY

- 1 B1 a B2 označují metody 1 a 2 pro střely s dnovým výtokem plynů a R1 a R2 označují metody 1 a 2 pro střely s pomocným raketovým motorem, které jsou definovány v ČOS 109001.
- 2 U metody R2 se může použít jako součinitel přizpůsobení A_e .

10 Vnitřní balistika

Vnitřně balistické údaje tvoří následující parametry.

Systémy pro nepřímou střelbu:

- a) standardní počáteční rychlost pro zkoušenou zbraň/střelu/náplň;
- b) oprava počáteční rychlosti pro hmotnost střely (n-faktor);
- c) oprava počáteční rychlosti pro teplotu náplně;
- d) úbytek počáteční rychlosti pro opotřebení hlavně (nepovinné);
- e) vnitřně balistická data pro vnitřek hlavně (nepovinné).

Systémy pro přímou střelbu:

- a) standardní počáteční rychlost pro zkoušenou zbraň/střelu/náplň;
- b) oprava počáteční rychlosti pro teplotu náplně;
- c) úbytek počáteční rychlosti pro opotřebení hlavně (nepovinné);
- d) vnitřně balistická data pro vnitřek hlavně (nepovinné).

Standardní počáteční rychlosti se určují na základě následujících postupů.

Systémy pro nepřímou střelbu:

- a) jestliže má být systém výmetných náplní přizpůsoben existujícím národním nebo mezinárodním počátečním rychlostem, použije se ČOS 130012;
- b) jestliže existují vstupní údaje pro řízení palby (FCI) pro sestavu (systém) zbraň a výmetná náplň pro jinou střelu, pak existující standardní počáteční rychlosti referenční střely se přepočítají na novou sestavu;

- c) jestliže žádný z výše uvedených postupů není použitelný, tak se standardní počáteční rychlost určuje z výsledků střeleckých zkoušek.

Systémy pro přímou střelbu:

Jestliže žádný z výše uvedených postupů není použitelný, tak se standardní počáteční rychlost určuje z výsledků střeleckých zkoušek.

10.1 Přepočet standardních počátečních rychlostí z existujících FCI

Jestliže existuje řízení palby pro sestavu (systém) zbraň a výmetná náplň pro referenční sestavu (systém), pak může být vliv na počáteční rychlost (z důvodu např. jiné hmotnosti střely, vodící obroučky, brzdovratného zařízení, tření v hlavni, drážkování a/nebo objemu nábojové komory) vypočítán pomocí simulačního modelu vnitřní balistiky, definovaného v AEP-4367. Teoretická standardní počáteční rychlost nové sestavy je standardní referenční počáteční rychlost opravená o vlivy na počáteční rychlost. Počáteční rychlosti získané v průběhu střeleckých zkoušek, opravené na standardní podmínky (např. na nulové opotřebenění hlavně, standardní hmotnost střely a standardní teplotu náplně) mohou být testovány s využitím statistických postupů definovaných v ČOS 102504. Dosáhne-li se přijatelná shoda mezi předpokládaným vlivem na počáteční rychlost a vlivem na počáteční rychlost zjištěným při zkouškách, pak je teoretická standardní počáteční rychlost platná.

10.2 Stanovení standardní počáteční rychlosti z výsledků střeleckých zkoušek

Standardní počáteční rychlost pro všechny náplně se stanovuje analýzou dat shromážděných ze všech střelb. Všechny naměřené rychlosti se opravují na standardní podmínky (např. na nulové opotřebenění hlavně, tabulkovou hmotnost střely a tabulkovou teplotu náplně). Střelby za extrémních podmínek mohou být vyloučeny. Když je to možné, doporučuje se střílet v průběhu celých střeleckých zkoušek referenční střely, aby se snížil vliv změn od nástřelky k nástřelce a od zbraně ke zbraně. Pro střelecké zkoušky se musí použít nejméně dvě zbraně, nejlépe však pět, které se nacházejí v první čtvrtině své životnosti. Z těchto střeleckých zkoušek se stanovuje rozptyl počátečních rychlostí, i když do chybové soustavy počáteční rychlosti pro praktickou střelbu se zahrnují rozdíly v hmotnosti střely, teplotě náplně, sérii prachu a opotřebenění hlavně. Pro systémy pro nepřímou střelbu může být standardní rychlost pro sestavu zbraň–munice stanovena také během zkoušek pro stanovení hmotnosti výmetné náplně, jak je stanoveno v ČOS 130012.

10.3 Stanovení změn počátečních rychlostí pro teplotu výmetné náplně (MVCPT)

Když se vyvíjí nová výmetná náplň, určuje se oprava počáteční rychlosti ze střelb při nejnižší, mezilehlé a nejvyšší provozní teplotě. Musí se zkontrolovat, zda je nebo není MVCPT závislá na střele. MVCPT může být dána jako polynom třetího stupně, avšak zkouší-li se pouze při dvou nestandardních teplotách, pak se použije polynom ne více než druhého stupně a doporučuje se lineární forma. MVCPT se mohou různit podle výmetné náplně, střely a/nebo typu a výrobce. Je-li tomu tak, pak se musí výmetná náplň jednoznačně označit. Ke kalibraci modelu vnitřní balistiky (viz AEP-4367) se mají použít stejné střelby, aby se shodovaly tlaky v nábojové komoře a počáteční rychlosti zaznamenané pro vybrané teploty výmetné náplně. Jakmile je stanoven referenční model pro tyto nové výmetné náplně, pak se MVCPT může teoreticky stanovit pro jiné, ale podobné konfigurace střely a děla nebo minometu.

Pro vyčíslení MVCPT mohou být použity následující postupy střeleckých zkoušek:

- a) protože není třeba zjišťovat dálku, může být pro střelbu zvolen libovolný vhodný náměr;
- b) zbraň (hlaveň) musí mít zálohu nejméně 75 % technické životnosti;
- c) střelby se provádějí při standardní teplotě (21 °C) a nejméně při nejnižší a nejvyšší provozní teplotě (např. -32 °C a +43 °C). Průběh hoření výmetné náplně při extrémních teplotách (např. -40 °C a +63 °C) nemusí odpovídat průběhu hoření náplně při teplotách běžného provozu, a proto by neměl být na závadu;
- d) u zbraňových systémů o vyšší ráži než 40 mm jsou střely a výmetné náplně určené ke zkouškám temperovány po dobu nejméně 24 hodin bezprostředně před střelbou na zkušební teploty v souladu s ČOS 130012. Pro systémy menších ráží jsou střely a výmetné náplně určené ke zkoušce temperovány na zkušební teploty nejméně 2 hodiny bezprostředně před vystřelením.
- e) u systémů s proměnnými výmetnými náplněmi jsou střelecké zkoušky prováděny se všemi náplněmi;
- f) střelba se střídavě nejméně 5 ran při každé zkoušené teplotě v pořadí 2W – k (H – S – L), kde je:
W = zahřívací rána;
H = náboj o vysoké teplotě;
S = náboj o standardní teplotě;
L = náboj o nízké teplotě;
k = počet střílených temperovaných ran pro každou zvolenou teplotu (≥ 1).

Má-li se provádět kalibrace podle polynomu třetího stupně, pak se zařazují dodatečné teploty (např. H – I_H – S – I_L – L), kde I_H a I_L jsou vysoké a nízké mezilehlé teploty.

10.4 Údaje vnitřní balistiky pro hlaveň (nepovinné)

Tyto údaje nejsou součástí FCI. Přesto jsou ověřené vstupní údaje vnitřní balistiky potřebné pro provedení simulací vnitřní balistiky popsanych v AEP-4367. Tyto údaje vyplývají z měření uvnitř hlavně při střeleckých zkouškách dostřelu a/nebo bezpečnosti systému a mohou být přidány do přílohy A „Souhrn výsledků měření“. To se týká přinejmenším maximálního tlaku v nábojové komoře nebo tlaku na závěr v závislosti na čase, a především rychlosti střely v hlavni, přenosu tepla do hlavně a brzdovratného zařízení.

10.5 Stanovení opravy počáteční rychlosti pro hmotnost střely (n-faktor) pro střely zahrnující více hmotnostních zón (tj. hmotnostních znaků)

N-faktor se teoreticky stanovuje pomocí simulačního modelu vnitřní balistiky, definovaného v AEP-4367. V případě nezbytnosti se k potvrzení teoreticky stanovených n-faktorů může provést střelecké ověření. Pro střelecké ověření se použije následující postup:

- a) protože není třeba zaznamenávat dálku střelby, může se vybrat libovolný náměr vhodný pro střelbu;
- b) hlaveň použitá pro střeleckou zkoušku musí mít nejméně 75 % technického života do opotřebení;

- c) střely a náplně používané pro zkoušku se bezprostředně před střelbou temperují na 21 °C nejméně po dobu 24 hodin;
- d) je-li to možné, připraví se dvě početně stejné série střel, jedna s těžšími a jedna s lehčími střelami, než je střela o tabulkové hmotnosti. Pokud je to možné, rozdíl hmotností uvnitř každé série je menší než 0,1 % a rozdíl středních hmotností sérií je asi 10 % (± 5 % od m_s). Momenty setrvačnosti a těžiště zůstávají nezměněny. Střídavě se vystřelí ze sérií nejméně sedmيرانové nástřelky. Experimentální n-faktor se určí podle vzorce:

$$n_{exp} = \frac{m_s}{v_s} \frac{\Delta v}{\Delta m} = \frac{m_s}{v_s} \frac{v_H - v_L}{m_H - m_L}$$

kde:

- m_s = standardní (tabulková) hmotnost střely;
 v_s = standardní (tabulková) počáteční rychlost střely;
 \bar{v}_H = střední počáteční rychlost střel těžké série;
 \bar{v}_L = střední počáteční rychlost střel lehké série;
 \bar{m}_H = střední hmotnost střel těžké série;
 \bar{m}_L = střední hmotnost střel lehké série.

- e) případně, když lehká a těžká série střel nejsou připraveny, ale vybírá se z dostupných skladových zásob, pak nástřelka ze série musí být nejméně desetiranová.

Analýza střeleckých dat se provede podle následujícího vzorce:

$$n_{exp} = \frac{m_s \sum_{i=1}^k (\Delta v_i \Delta m_i)}{v_s \sum_{i=1}^k (\Delta m_i)^2}$$

kde:

- $\Delta v_i = v_{Hi} - v_{Li}$;
 $\Delta m_i = m_{Hi} - m_{Li}$;
 v_{Hi} = počáteční rychlost i-té těžké střely;
 v_{Li} = počáteční rychlost i-té lehké střely;
 m_{Hi} = hmotnost i-té těžké střely;
 m_{Li} = hmotnost i-té lehké střely.

- f) Přijatelné shody mezi teoreticky očekávaným a experimentálně zjištěným n-faktorem je dosaženo, když „T-test“ neprokáže žádný významný rozdíl při 95% konfidenční úrovni. „T-test“ je popsán v ČOS 102504. Není-li shoda na této konfidenční úrovni, musí se provést další zkoušky a/nebo analýzy.

10.6 Stanovení změny počáteční rychlosti pro opotřebení hlavně (nepovinné)

Článek 10.6 platí pro pozemní dělostřelectvo, tanky a středorážové kanóny.

Při erozivním procesu je v důsledku pohybu horkých plynů a zbytků hoření z výmetné náplně, stejně jako průchodem střely hlavní, odstraňován z povrchu vývrtu hlavně kov. Životnost hlavně do opotřebení (definovaná maximálním dovoleným průměrem vývrtu hlavně) a únavová životnost jsou stanoveny při konstrukčním návrhu hlavně. Stanovení počtu provozních ran s plnou náplní do opotřebení a úbytku počáteční rychlosti jako funkci průměru opotřebení vývrtu hlavně jsou součástí klasifikace dělové nebo minometné hlavně. Zkoušky životnosti hlavně do opotřebení a únavové životnosti hlavně se provádějí podle norem a metodik platných v ČR. Příslušná

metoda k provádění těchto zkoušek je uvedena v ČOS 130012. Pro všechny navržené náplně se stanovuje součinitel opotřebením ekvivalentní plné náplně EFC (pro plnou náplň se rovná jedné).

Mezi různými typy střel a/nebo vodicích obrouček mohou být v opotřebením hlavně významné rozdíly. Jestliže údaj o opotřebením hlavně už existuje, pak jsou další součinitele EFC požadovány pouze v případě, když se systém náplně významně liší od navrženého systému náplně, zejména v počáteční rychlosti, teplotě hoření náplně a/nebo chemickém složení reagujících (oxidačních) plynů. Počet ran pro stanovení součinitele EFC musí tvořit nejméně jednu čtvrtinu počtu ran návrhu provozních ran plnou náplně (pro nižší opotřebením než EFC) nebo se rovnat jedné čtvrtině životnosti hlavně do opotřebením (pro vyšší opotřebením než EFC).

Změna počáteční rychlosti způsobená opotřebením hlavně závisí na geometrickém tvaru prachu, typu prachu (chemickém složení) a konstrukci vodicí obroučky. Doporučuje se jako součást zkoušky opotřebením hlavně podle norem a metodik platných v ČR provést střelby nejméně s jednou náplně (MV) příslušející každému geometrickému tvaru a typu prachu a konstrukci vodicí obroučky v souladu s programem popsáním v kapitole 6.

11 Aerodynamické součinitele

Aerodynamické součinitele jsou bezrozměrné a jsou funkcí Machova čísla. Tyto funkce jsou ve tvaru po sobě jdoucích polynomů čtvrtého nebo menšího stupně, definované v mezích Machova čísla, od $M_{MAX_{i-1}}$ do M_{MAX_i} včetně. Horní mez největšího intervalu musí být větší než Machovo číslo odpovídající maximální možné počáteční rychlosti. Každý aerodynamický součinitel je popsán řadou polynomů ve tvaru:

$$C_i = a_{0,i} + a_{1,i}M + a_{2,i}M^2 + a_{3,i}M^3 + a_{4,i}M^4,$$

kde C_i je jednotlivý aerodynamický součinitel a M je Machovo číslo.

Série polynomů musí být spojitě a pro třetí nebo čtvrtý stupeň polynomů, s výhodou diferencovatelné v bodech nespojitosti (pomocí funkcí křivky).

Systémy řízení palby NATO používají C systém aerodynamických součinitelů.

K systém, známý také jako aerobalistické součinitele, je zastaralý a musí se transformovat na C systém s využitím vztahových konstant mezi C a K, které jsou uvedeny v ČOS 109001.

Podle klesajícího pořadí preferencí mohou být aerodynamické součinitele určeny:

- 1) metodou experimentálního měření:
 - a) střeleckými zkouškami (s použitím systému měření úhlu náběhu);
 - b) zkouškami na aerobalistické střelecké lince (nebo metodou jiskrového snímku);
 - c) zkouškami v aerodynamickém tunelu;
- 2) metodami počítačové simulace:
 - a) počítačovým programem dynamiky tekutin (řešící Navier-Stokesovy rovnice);

b) poloempirickou interpolací (interpolující mezi zjednodušenými teoretickými nebo tabulkovými aerodynamickými údaji o konstrukci a tvaru typické střely).

Počítačové simulace jsou cenově vysoce efektivní a obvykle přesné pro běžné střely. Použití výpočetní techniky pro návrh aerodynamických součinitelů vyžaduje ověření souboru výsledků střeleckých zkoušek používaných pro stanovení součinitelů přizpůsobení. Jsou-li součinitele přizpůsobení mimo rozsah nebo ve špatné korelaci ($R^2 < 0,25$), pak navrhnutý aerodynamický soubor nemůže být uznán platným, dokonce když se předpokládá, že to bude kvůli zkušebním podmínkám.

Všechny stanovené aerodynamické součinitele se zahrnují do Souhrnu výsledků měření (Příloha A).

Součinitel aerodynamického odporu (C_D), získaný z měření Dopplerovým radiolokátorem, je celkový aerodynamický odpor. Může být použit přímo v modelu dráhy hmotného bodu a pro určení pravděpodobných chyb, ale nemůže se použít jako součinitel aerodynamického odporu pro nulový úhel náběhu (C_{D_0}) v modelu dráhy modifikovaného hmotného bodu. Nicméně, na začátku dráhy, když je úhel náběhu malý, může se celkový odpor přizpůsobit C_{D_0} .

11.1 Modifikovaný hmotný bod

V modelu modifikovaného hmotného bodu se používají následující součinitele: základní aerodynamické součinitele MPM jsou uvedeny v tabulce 13, doplňující údaje pro střely s vodicími nálitky (nuby) jsou uvedeny v tabulce 14, doplňující veličiny pro střely s pomocným pohonem v tabulce 15 a údaje pro užitečný náklad střely v tabulce 16.

TABULKA 13 – Základní aerodynamické součinitele MPM

Parametr	Symbol	Jednotka
Součinitel odporu pro nulový úhel náběhu	C_{D_0}	-
Součinitel odporu pro kvadratický úhel náběhu	$C_{D_{\alpha^2}}$	rad^{-2}
Součinitel vztlakové síly	$C_{L_{\alpha}}$	rad^{-1}
Kubický součinitel vztlakové síly	$C_{L_{\alpha^3}}$	rad^{-3}
Součinitel klopného momentu	$C_{M_{\alpha}}$	rad^{-1}
Kubický součinitel klopného momentu	$C_{M_{\alpha^3}}$	rad^{-3}
Součinitel Magnusovy síly	$C_{N_{Y\alpha}}, C_{Mag}$	rad^{-2}
Součinitel tlumicího momentu rotace	C_{l_p}, C_{spin}	-

TABULKA 14 – Doplnující veličiny pro střely s vodicími nálitky (nuby)

Parametr	Symbol	Jednotka
Součinitel momentu rotace v důsledku šikmých vodicích nálitků, při nulové rotaci	C_{l_δ}	rad ⁻¹
Součinitel boční síly v důsledku šikmých vodicích nálitků, při nulové rotaci	C_{N_δ}	rad ⁻¹

TABULKA 15 – Doplnující veličiny pro střely s pomocným pohonem

Parametr	Symbol	Jednotka	Model
Součinitel odporu pro nulový úhel náběhu (pohon zapnutý)	$C_{D_{0T}}$	-	R1 + R2
Změna dnového tlaku ke změně součinitele dnového výtoku plynů (viz data o motoru)	$\frac{\partial BP}{\partial I}$	-	B2
Součinitel snížení aerodynamického odporu během hoření plynového generátoru	$C_{x_{BB}}$	-	B1

Kde B1 a B2 označují metody 1 a 2 pro střely s dnovým výtokem plynů a R1 a R2 označují metody 1 a 2 pro střely s pomocným raketovým motorem, které jsou definovány v ČOS 109001.

TABULKA 16 – Doplnující veličiny pro užitečný náklad střely

Parametr	Symbol	Jednotka
Součinitel odporu pro užitečný náklad střely	C_{Dn}	-
Součinitel tlumení rotace užitečného nákladu střely (nepovinný)	$C_{spin_{sn}}$	-

11.2 Hmotný bod

Model hmotného bodu používá (celkový) součinitel odporu. Ten zahrnuje vliv stopovky na odpor (je-li použita). Model hmotného bodu může také používat součinitel tlumicího momentu rotace pro simulaci rychlosti rotace střely nebo užitečného nákladu. Aerodynamické součinitele modelu hmotného bodu jsou uvedeny v tabulce 17.

TABULKA 17 – Aerodynamické součinitele modelu hmotného bodu

Parametr	Symbol	Jednotka
Součinitel odporu	C_D	-
Součinitel tlumicího momentu rotace	C_{l_p}, C_{spin}	-

12 Součinitele přizpůsobení a oprav

Určení součinitelů přizpůsobení ve střelecké zkoušce aerodynamických vlastností může být součástí redukce dat pro aerodynamické součinitele. Ve střelecké zkoušce balistických vlastností musí být všechny aerodynamické součinitele navrženy před střeleckou zkouškou. Pokud jsou součinitele přizpůsobení mimo limity, při různých příležitostech nekonzistentní nebo ve špatné korelaci, pak nemusí být navržený soubor aerodynamických dat validován, a to i v případě, že se očekává, že to bude způsobeno podmínkami experimentu.

Stupeň polynomické funkce přizpůsobení může být stanoven z korelačního koeficientu. Pokud je korelace u všech polynomických stupňů nízká ($R^2 < 0,25$), může být nutné znovu provést vyhodnocení zkušebních dat a/nebo použitého fyzického modelu nebo lineární funkce.

12.1 Součinitele přizpůsobení pro střely bez pomocného pohonu (model MPM)

Model modifikovaného hmotného bodu používá pro rotaci stabilizované střely bez pomocného pohonu následující součinitele přizpůsobení:

TABULKA 18 – Součinitele přizpůsobení pro střely bez pomocného pohonu

Parametr	Symbol	Jednotka	Typické meze
Součinitel tvaru nebo balistický koeficient	i C	- $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$	$0,95 < i < 1,05$ pevné meze nejsou stanoveny
Součinitel vztlaku	f_L	-	$0,8 < f_L < 1,2$
Součinitel odporu	f_D	-	$0,8 < f_D < 1,2$
Součinitel aerodynamického odporu pro úhel náběhu	Q_D		$0,5 < Q_D < 1,5$
Součinitel Magnusovy síly	Q_M	-	$0,5 < Q_M < 1,5$

Součinitel tvaru (nebo balistický koeficient) a součinitel vztlaku jsou preferovanými součiniteli přizpůsobení dálky a směru. Pro každou náplň se musí stanovit pro náměr maximálně polynomická funkce třetího stupně pomocí součinitelů „ i “ a „ f_L “ vypočítaných ze střeleckých zkoušek. Hodnoty součinitele tvaru mohou být vypočítány buď iterací vzhledem k odpozorovaným bodům nárazu, nebo z naměřeného odporu jako funkce náměru. Použití součinitele tvaru předpokládá, že součinitel odporu je nastaven na hodnotu rovnající se jedné ($f_D = 1$).

Balistický koeficient (C) je zastaralý a pro použití v systémech řízení palby NATO se musí převést na součinitel tvaru. Druhé a třetí stupně balistických koeficientů se převádějí nejméně aproximací druhého stupně. Konstantní a lineární balistické koeficienty se převádějí podle následujících rovnic:

Balistický koeficient může být převeden na kvadratickou funkci součinitele tvaru podle následujících rovnic:

Konstantní balistický koeficient může být převeden na součinitel tvaru podle rovnice:

$$i = \frac{m}{d^2} \cdot \frac{1}{C}$$

Lineární balistický koeficient ($C = C_0 + C_1QE$) může být převeden na kvadratickou funkci součinitele tvaru ($i = i_0 + i_1 \cdot QE + i_2 \cdot QE^2$) podle rovnice:

$$i_k = (-1)^k \frac{m}{d^2} \cdot \frac{C_1^k}{C_0^{k+1}}$$

kde „ k “ nabývá hodnot od 0 do 2.

Součinitel aerodynamického odporu „ f_D “ může být pro funkci přizpůsobení použit jako alternativa. Použití součinitele aerodynamického odporu předpokládá, že součinitel tvaru je nastaven na hodnotu rovnající se jedné ($i = 1$) a součinitel aerodynamického odporu a součinitel vztlaku jsou polynomickými funkcemi čtvrtého stupně Machova čísla, nezávisle na náplni.

Součinitel aerodynamického odporu pro úhel náběhu a součinitel Magnusovy síly jsou volitelné konstanty Machova čísla pro všechny náplně. Jestliže jsou použity, součinitel aerodynamického odporu pro úhel náběhu je obvykle nastaven na hodnotu 1,2, ale má typické hodnoty mezi 0,5 a 1,5. Součinitel Magnusovy síly je v systémech řízení palby NATO nastaven na hodnotu 1,0, ale má typické hodnoty mezi 0,5 a 1,5. Tyto veličiny se používají v modelu modifikovaného hmotného bodu, aby se zohlednil průměrný úhel náběhu střely, zejména v blízkosti vrcholu dráhy při střelbě vysokým náměrem.

12.2 Součinitele přizpůsobení pro střely s pomocným pohonem stabilizované rotací (metoda MPM)

V ČOS 109001 jsou pro střely s dnovým výtokem plynů a střely s pomocným raketovým motorem uvedeny dvě metody. K vykompenzování nepřesností v aproximacích na základě dodatečných podmínek pro střely s pomocným pohonem se předpokládá použít některé součinitele přizpůsobení, aby se vytvořil soulad mezi vypočítanými a odpozorovanými experimentálními hodnotami dálky. Tyto součinitele přizpůsobení jsou uvedeny v tabulkách 19 až 22.

TABULKA 19 – Součinitele přizpůsobení pro střely s pomocným raketovým motorem, metoda 1

Parametr	Symbol	Jednotka	Typické meze
Součinitel tahu	f_T	-	-
Doba zpoždění zážehu motoru	t_{DI}	s	-
Doba hoření motoru	$t_B - t_{DI}$	s	-
Součinitel tvaru	i	-	$0,95 < i < 1,05$

TABULKA 20 – Součinitele přizpůsobení pro střely s dnovým výtokem plynů, metoda 1

Parametr	Symbol	Jednotka	Typické meze
Doba zpoždění zážehu jednotky dnového výtoku plynů	t_{DI}	s	-
Součinitel rychlosti hoření při osové rotaci	$K(p)$	-	-
Součinitel dnového výtoku	$f_{(i_{BB,MT})}$	-	-

TABULKA 21 – Součinitele přizpůsobení pro střely s pomocným raketovým motorem, metoda 2

Parametr	Symbol	Jednotka	Typické meze
Součinitel tahu	f_t	-	$0,95 < f_t < 1,05$
Výstupní průřez trysky	A_e	m ²	1,5 ÷ 3,0
Součinitel doby hoření pro rychlost rotace motoru (p)	f_{BT_p}	-	$-0,5 < f_{BT_p} < -0,1$
Součinitel tvaru	i	-	$0,95 < i < 1,05$

Kde f_{BT_p} je volitelné.

TABULKA 22 – Součinitele přizpůsobení pro střely s dnovým výtokem plynů, metoda 2

Parametr	Symbol	Jednotka	Typické meze
Součinitel doby hoření pro rychlost rotace (p) jednotky dnového výtoku plynů	f_{BT_p}	-	$-0,5 < f_{BT_p} < -0,1$
Součinitel doby hoření jednotky dnového výtoku plynů při atmosférickém tlaku vzduchu (P)	f_{BT_p}	-	$-0,9 < f_{BT_p} < -0,5$
Součinitel dnového výtoku	$f_{(i_{BB,MT})}$	-	$0,9 < f_{(i_{BB,MT})} < 1,1$

Pro střely s dnovým výtokem plynů podle metody 1 je $K_{(p)}$ konstanta, určovaná pro každou náplň experimentálně se zahrnutím vlivu osové rotace na rychlost hoření. Pro střely s dnovým výtokem plynů podle metody 2 jsou f_{BT_p} a f_{BT_p} určovány jako konstanty pro každou náplň se zahrnutím vlivu osové rotace a atmosférického tlaku vzduchu na rychlost hoření.

Součinitel $f_{(i_{BB,MT})}$ pro střely s dnovým výtokem plynů je určován jako funkce náměru (QE) a teploty motoru (MT) pro každou náplň následovně:

$$i_{BB(MT=21)} = a_0 + a_1 \cdot QE + a_2 \cdot QE^2 + a_3 \cdot QE^3$$

a

$$f_{(i_{BB,MT})} = i_{BB(MT=21)} + b_1(MT - 21) + b_2(MT - 21)^2 + b_3(MT - 21)^3.$$

Doba zpoždění zážehu raketového motoru nebo jednotky dnového výtoku t_{DI} se určuje jako funkce teploty motoru ($^{\circ}C$) pro každou náplň:

$$t_{DI} = (t_{DI_{ST}})_{(MT=21)} + a_1 \cdot (MT - 21) + a_2 \cdot (MT - 21)^2 + a_3 \cdot (MT - 21)^3.$$

Doba hoření raketového motoru ($t_B - t_{DI}$) se určuje jako funkce teploty motoru ($^{\circ}C$) pro každou náplň:

$$t_B - t_{DI} = (t_{B_{ST}} - t_{DI_{ST}})_{(MT=21)} + a_1 \cdot (MT - 21) + a_2 \cdot (MT - 21)^2 + a_3 \cdot (MT - 21)^3.$$

Součinitel tahu T_f nebo f_T se určuje jako funkce teploty motoru ($^{\circ}C$) pro každou náplň:

$$T_f = T_{f(MT=21)} + a_1 \cdot (MT - 21) + a_2 \cdot (MT - 21)^2 + a_3 \cdot (MT - 21)^3,$$

nebo

$$f_T = f_{T(MT=21)} + a_1 \cdot (MT - 21) + a_2 \cdot (MT - 21)^2 + a_3 \cdot (MT - 21)^3.$$

12.3 Součinitele přizpůsobení pro dráhy hmotného bodu

Systémy řízení palby pro nepřímou střelbu obvykle používají dráhy hmotných bodů pro křídélky stabilizované střely (většinou střílené minometné a tankové munice), střely s užitečným nákladem a některé rotací stabilizované střely (to se vztahuje pouze na aproximaci dálky). Pro základní dráhy střel se může použít buď součinitel

tvary „f“, balistický koeficient „C“ nebo součinitel aerodynamického odporu „f_D“ (viz článek 12.1). Pro užitečný náklad střely se používá součinitel tvaru užitečného nákladu střely „i_{sn}“.

12.4 Opravné součinitele

12.4.1 Oprava doby letu. Může být potřebná oprava vypočítané doby letu na hodnoty stanovené v průběhu střeleckých zkoušek. V takovém případě se může použít polynom nejvýše třetího stupně. Avšak pro použití v modelu MPM musí být hodnota nula a doporučuje se hodnotu druhého a třetího řádu vynulovat ($a_0 = 0$).

12.4.2 Derivace. Používá se pouze pro model PM. Pro přizpůsobení výsledkům nárazu střel se může vybrat jedna z následujících funkcí. Mohou se použít i jiné funkce, ale ty nemusí být podporovány řídicím programem balistiky dělostřelectva NATO (NABK). Opravy na derivaci se musí určit pro každou náplň.

$$\text{Derivace} = \tan(QE) \cdot (a_0 + a_1 \cdot (QE) + a_2 \cdot (QE)^2 + a_3 \cdot (QE)^3)$$

nebo

$$\text{derivace} = a_0 \cdot \tan(QE) + a_1 \cdot \tan(QE)^2$$

nebo

$$\text{derivace} = \frac{a_0 \cdot (QE)}{(QE + a_1)}$$

nebo

$$\text{derivace} = \arctan \frac{a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2 + a_3 \cdot T^3}{x_1},$$

kde x_1 je délka nárazu podél osy \vec{l}

nebo

$$\text{derivace} = a_0 + a_1(SE) + a_2(SE) + a_3(SE),$$

kde $SE = QE - AOS$,

přičemž SE je záměrný úhel, QE je náměr po zamíření zbraně na cíl a AOS je záměrný úhel cíle.

13 Pravděpodobné chyby od rány k ráně

13.1 Úvod

Pravděpodobná chyba představuje interval, ve kterém je stejně pravděpodobné, že k události dojde nebo nedojde. Pro vnější balistiku je typické, že je to interval představující 50 % bodů nárazů nebo výmetů/rozprasků kolem středního bodu nárazu nebo výmetu/rozprasku v průběhu jedné nástřelky. Nástřelka představuje skupinu ran střelených zdánlivě za stejných střeleckých podmínek (např. počáteční rychlost, dělo, meteorologické podmínky, časový rámeček) a zdánlivě stejnými prvky zamíření (např. náměr, strana a nastavení zapalovače). Rozptyl vzniká následkem náhodných změn meteorologických a střeleckých podmínek a náhodnými změnami prvků zamíření. Pravděpodobné chyby jsou funkcí kombinace dělo–střela–náplň a náměru nebo dostřelu. Následující pravděpodobné chyby (známé také jako přesnost nebo konzistence) platí pro systémy řízení palby. Představují podskupinu celkové chybové soustavy

13.1.1 Nepřímá střelba

- a) Pravděpodobná chyba dálky nárazu (PE_R) – Hodnota, která připočtením nebo odečtením od předpokládané dálky nárazu vytvoří interval podél výstřelné, který obsahuje 50 % vystřelených střel. Změny počáteční rychlosti, úhlu výstřelu (náměr a odměr) a celkového aerodynamického odporu a vzlaku v průběhu letu střely přispívají k pravděpodobné chybě v dálce bodu nárazu. Pro střely s pomocným raketovým motorem se výše uvedené změny, způsobující pravděpodobnou chybu v dálce, kombinují se změnami doby zpoždění zážehu a tahu raketového motoru.
- b) Pravděpodobná chyba směru (PE_D) – Hodnota, která přičtením nebo odečtením vpravo nebo vlevo od předpokládaného bodu nárazu vytvoří v místě předpokládaného nárazu interval kolmý na výstřelnou, který obsahuje 50 % vystřelených střel. Tytéž činitele, které vytvářejí rozptyl v dálce, vytvářejí také rozptyl ve směru.
- c) Pravděpodobná chyba dálky výmetu/rozprasku (PE_{RB}) – Hodnota, která přičtením nebo odečtením od předpokládané dálky výmetu/rozprasku vytvoří interval podél výstřelné, který obsahuje 50 % vystřelených střel. Činitele, které přispívají k pravděpodobné chybě v dálce výmetu/rozprasku nejsou pouze ty, které vytvářejí rozptyl v dálce nárazu, ale také činitele podílející se na změnách ve funkci časovacího zapalovače.
- d) Pravděpodobná chyba výšky výmetu/rozprasku (PE_{HB}) – Hodnota, která přičtením nebo odečtením od předpokládané výšky výmetu/rozprasku vytvoří svislý interval, obsahující 50 % vystřelených střel. Činitele, které přispívají k pravděpodobné chybě ve výšce výmetu/rozprasku nejsou pouze ty, které vytvářejí rozptyl v dálce nárazu, ale také činitele podílející se na změnách ve funkci časovacího zapalovače.

13.1.2 Přímá střelba na svislý terč

- a) Pravděpodobná chyba výšky nárazu (PE_H) – je hodnota, která přičtením nebo odečtením od předpokládané výšky nárazu na svislý terč, vytvoří svislý interval, obsahující 50 % vystřelených střel. Změny počáteční rychlosti, úhlu výstřelu (náměr a odměr) a celkového aerodynamického odporu a vzlaku v průběhu letu střely přispívají k pravděpodobné chybě ve svislé rovině. Pro střely se stopovkou se výše uvedené změny, způsobující pravděpodobnou chybu výšky nárazu, kombinují se změnami doby zpoždění zážehu a hoření stopovky.
- b) Pravděpodobná chyba stranové odchylky (PE_D) – je hodnota, která připočtením nebo odečtením vpravo nebo vlevo od očekávaného bodu nárazu na svislý terč vytvoří svislý interval, který obsahuje 50 % vystřelených střel. Vlivy, které způsobí rozptyl ve výšce nárazů, vytvoří také rozptyl stranové odchylky nárazů.

Rozptyl bodů nárazu kolem středního bodu nárazu (nebo bodů výmetu/rozprasku kolem středního bodu výmetu/rozprasku) v rámci jedné nástřelky, může být také vyjádřen pomocí standardní odchylky, jak je definováno ve STANAG 4635. Standardní odchylky v jednom směru (dálku, stranu nebo výšku) lze vynásobit číslem 0,6745 pro převedení na pravděpodobné chyby.

Existují dvě metody, které se mohou v systémech řízení palby použít pro výpočet číselných hodnot pravděpodobných chyb. První je metoda polynomické kompenzace, kde jsou pravděpodobné chyby dány jako funkce náměru. Druhá je metoda chybové soustavy, kde pro různé parametry, přispívající do pravděpodobných chyb, se vypočítají pravděpodobné chyby samostatně. Obě metody zohledňují výsledky střeľeb (viz kapitola 6).

13.2 Metoda polynomické kompenzace

13.2.1 Pravděpodobné chyby metody polynomické kompenzace jsou dány jako funkce náměru pro průměrnou nástřelku za podmínek blízkých standardním (např. nadmořská výška zbraně a cíle se blíží nulové nadmořské výšce). Polynomické funkce se určí pomocí metody chybové soustavy – opak není možný. Alternativně se polynomické funkce určí přímým přizpůsobením naměřeným hodnotám pravděpodobných chyb. Posledně zmíněné mohou být naměřenými hodnotami pravděpodobných chyb nebo souborem dráhových měření (jestliže jsou dostupná data z Dopplerova nebo sledovacího radiolokátoru). Výhodou této metody je její jednoduchost, protože nevyžaduje používat výpočty drah při výpočtu pravděpodobných chyb. Výsledky mohou být využity i pro jiné účely než pro systémy řízení palby, např. pro bezpečnostní a rizikovou analýzu. Následující rovnice, používající náměr (QE) v dílcích, se používají u:

a) nepřímé střelby:

- pro pravděpodobnou chybu délky nárazu (PER), pravděpodobnou chybu délky výmetu/rozprasku ($PERB$) a pravděpodobnou chybu výšky výmetu/rozprasku ($PEHB$):

$$- PE_R = a_0 + a_1QE + a_2QE^2 + a_3QE^3$$

$$- PE_{RB} = a_0 + a_1QE + a_2QE^2 + a_3QE^3$$

$$- PE_{HB} = a_0 + a_1QE + a_2QE^2 + a_3QE^3$$

- pro pravděpodobnou chybu směru (PE_D); je nepovinně definovaná jako soubor funkcí mezi mezemi platnosti QE .

$$PE_D = R \left(a_1 \frac{2\pi}{6400} \frac{a_2}{a_2 - QE} + \frac{b_1}{\cos(QE)} \right)$$

kde „b“ musí být větší než 1600 mil a obvykle se zaokrouhluje na nejbližší stovku.

b) přímé střelby (svislý terč):

- pro pravděpodobnou chybu výšky nárazu (PE_H):

$$PE_H = a_0 + a_1R + a_2R^2 + a_3R^3$$

- pro pravděpodobnou chybu stranové odchylky (PE_D):

$$PE_D = a_0 + a_1R + a_2R^2 + a_3R^3.$$

13.2.2 Součinitele pro polynomické funkce se přizpůsobují:

- vypočítaným hodnotám s použitím metody chybové soustavy (doporučovaná metoda). Metoda polynomické kompenzace může použít metodu chybové soustavy, opak není možný;
- naměřeným hodnotám nebo souboru měření drah (aerodynamický odpor a doba do rozprasku). Pravděpodobná chyba délky nárazu jako funkce náměru se může vypočítat z pravděpodobné chyby aerodynamického odporu (C_D) nebo součinitele tvaru (i) jako funkce Machova čísla. K tomu se používají vypočítané odchylky délky pro dráhy střel s použitím středního aerodyna-

mického odporu plus mínus pravděpodobná chyba odporu. Dále, zahrnutím pravděpodobné chyby doby do výmetu/rozprasku se získají pravděpodobné chyby dálky a výšky výmetu/rozprasku. Výhodou této metody nad přizpůsobením dat o nárazu je kombinace dat o dráze střely ze všech nástřelů, náměrů a počátečních rychlostí;

- c) naměřeným hodnotám pravděpodobných chyb dálky nárazu. Přizpůsobení funkcí pro pravděpodobnou chybu dálky a směru nárazu přímo z dat o nárazu vyžaduje pro získání spolehlivějších a reprodukovatelnějších výsledků větší počet nástřelů pro jednu náplň. Funkce pravděpodobných chyb jsou uvedeny v příloze A „Souhrn výsledků měření“.

13.3 Metoda chybové soustavy

Pravděpodobné chyby v metodě chybové soustavy jsou složeny z hodnot jednotlivých členů chybové soustavy. Každá hodnota je vypočtená z naměřených hodnot při střeleckých zkouškách (Dopplerův nebo sledovací radiolokátor). Výhodou metody chybové soustavy je, že může být použita v polním počítači ke stanovení pravděpodobných chyb pro skutečné podmínky střelby.

Musí být brány v úvahu následující pravděpodobné chyby:

- pravděpodobná chyba počáteční rychlosti (PE_{MV});
- pravděpodobná chyba hmotnosti střely (PE_m);
- pravděpodobná chyba součinitele tvaru (PE_i);
- pravděpodobná chyba součinitele vztlaku (PE_{fL});
- pravděpodobná chyba náměru (PE_{QE});
- pravděpodobná chyba odměru (PE_{AZ});
- pravděpodobná chyba doby zpoždění zážehu motoru (PE_{tDI});
- pravděpodobná chyba součinitele dnového výtoku (PE_{fBB});
- pravděpodobná chyba součinitele tahu (PE_{fT}).

Prokáže-li se, že některý člen chybové soustavy je bezvýznamný, může se zanedbat. Na druhou stranu, když se ukáže potřeba nějakého dalšího členu, může se do chybové soustavy začlenit.

13.3.1 Nepřímá střelba

$$PE_R^2 = PM_{MV}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial v_0} \right)_h^2 + PE_m^2 \left(\frac{\partial R}{\partial m} + \frac{\partial R}{\partial v_0} \frac{\partial v_0}{\partial m} \right)_h^2 + PE_i^2 \left(\frac{\partial R}{\partial i} \right)_h^2 + PE_{QE}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial QE} \right) +$$

$$PE_{tDI}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial tDI} \right) + PE_{fBB}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial fBB} \right)_h^2 + PE_{fT}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial fT} \right)_h^2;$$

$$PE_D^2 = PE_{fL}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial fL} \right)_h^2 + PE_{AZ}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial AZ} \right)_h^2;$$

$$PE_{RB}^2 = PE_{MV}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial v_0} \right) + PE_m^2 \left(\frac{\partial R}{\partial m} + \frac{\partial R}{\partial v_0} \frac{\partial v_0}{\partial m} \right)_h^2 + PE_i^2 \left(\frac{\partial R}{\partial i} \right)_t^2 + PE_{QE}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial QE} \right)_t^2 +$$

$$PE_{t_{DI}}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial t_{DI}} \right)_t^2 + PE_{f_{BB}}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial f_{BB}} \right)_t^2 + PE_{T_f}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial T_f} \right)_t^2 + PE_{FT}^2 \left(\frac{\partial R}{\partial FT} \right)_t^2;$$

$$PE_{HB}^2 = PE_{MV}^2 \left(\frac{\partial h}{\partial v_0} \right)_t^2 + PE_m^2 \left(\frac{\partial h}{\partial m} + \frac{\partial h}{\partial v_0} \frac{\partial v_0}{\partial m} \right)_t^2 + PE_i^2 \left(\frac{\partial h}{\partial i} \right)_t^2 + PE_{QE}^2 \left(\frac{\partial h}{\partial QE} \right)_t^2 +$$

$$PE_{t_{DI}}^2 \left(\frac{\partial h}{\partial t_{DI}} \right)_t^2 + PE_{f_{BB}}^2 \left(\frac{\partial h}{\partial f_{BB}} \right)_t^2 + PE_{T_f}^2 \left(\frac{\partial h}{\partial T_f} \right)_t^2 + PE_{FT}^2 \left(\frac{\partial h}{\partial FT} \right)_t^2.$$

13.3.2 Přímá střelba – svislý terč

$$PE_H^2 = PE_{MV}^2 \left(\frac{\partial H}{\partial v_0} \right)_r^2 + PE_m^2 \left(\frac{\partial H}{\partial m} + \frac{\partial H}{\partial v_0} \frac{\partial v_0}{\partial m} \right)_r^2 + PE_i^2 \left(\frac{\partial H}{\partial i} \right)_r^2 + PE_{QE}^2 \left(\frac{\partial H}{\partial QE} \right)_r^2 +$$

$$PE_{t_{DI}}^2 \left(\frac{\partial H}{\partial t_{DI}} \right)_r^2 + PE_{f_{BB}}^2 \left(\frac{\partial H}{\partial f_{BB}} \right)_r^2 + PE_{T_f}^2 \left(\frac{\partial H}{\partial T_f} \right)_r^2;$$

$$PE_D^2 = PE_{MV}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial v_0} \right)_r^2 + PE_m^2 \left(\frac{\partial D}{\partial m} + \frac{\partial D}{\partial v_0} \frac{\partial v_0}{\partial m} \right)_r^2 + PE_i^2 \left(\frac{\partial D}{\partial i} \right)_r^2 + PE_{QE}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial QE} \right)_r^2 +$$

$$PE_{f_L}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial f_L} \right)_r^2 + PE_{AZ}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial AZ} \right)_r^2 + PE_{t_{DI}}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial t_{DI}} \right)_r^2 + PE_{f_{BB}}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial f_{BB}} \right)_r^2 + PE_{T_f}^2 \left(\frac{\partial D}{\partial T_f} \right)_r^2,$$

kde $PE_{f_{BB}}$ se používá pouze u střel s dnovým výtokem plynů, PE_T se používá pouze u střel s pomocným raketovým motorem a $PE_{t_{DI}}$ se používá jak u střel s dnovým výtokem plynů, tak i u střel s pomocným raketovým motorem.

Jednotlivé členy chybové soustavy se určují podle v ČR platných metodik v souladu s kapitolou 7.

Pravděpodobná chyba hmotnosti střely PE_m musí být konstanta.

Pravděpodobná chyba počáteční rychlosti PE_{MV} je určena jako konstanta pro každou náplň zbraňového systému.

Pravděpodobné chyby náměru PE_{QE} a odměru střelby PE_{AZ} jsou obecně konstanty, ale mohou být určeny jako konstanty pro každou náplň zbraňového systému. Tyto veličiny mohou zahrnovat komponenty chyb z více zdrojů, které ovlivňují skutečnou orientaci počátečního vektoru rychlosti během výstřelu, jako je skok střely, zdvih hlavně atd.

Pravděpodobné chyby součinitele tvaru PE_i a součinitele vztlačku PE_{f_L} se určují pro každou náplň. Jsou obecně konstantami pro náplň, ale mohou být funkcí náměru maximálně třetího stupně. Tyto veličiny mohou zahrnovat komponenty z více zdrojů, které ovlivňují síly působící na střelu za letu, jako jsou počáteční úhel náběhu, povrchová úprava střely, doba hoření stopovky atd.

$$PE_i = a_0 + a_1 QE + a_2 QE^2 + a_3 QE^3$$

$$PE_{f_L} = a_0 + a_1 QE + a_2 QE^2 + a_3 QE^3.$$

Pravděpodobná chyba doby funkce zapalovače PE_{FT} se určuje jako funkce doby letu

$$PE_{FT} = a_0 + a_1 TOF + a_2 TOF^2 + a_3 TOF^3$$

13.4 Vidlice (pouze pro dělostřelectvo)

Počítač systému řízení palby může vyžadovat hodnotu vidlice pro kontrolu střelby přes horské hřebeny. Úzká vidlice je definována jako změna náměrového úhlu, nutná k přemístění středního bodu nárazu o 4 pravděpodobné chyby délky nárazu na hladinové ploše za standardních podmínek střelby. Může být dána jako soubor funkcí pro postupné meze náměru od minimálního po maximální náměr. Pro libovolný interval těchto funkcí může být použita následující obecná rovnice:

$$VIDLICE = \frac{a_0 \cdot QE + a_1 QE^2}{QE - a_4} + a_2 \cdot QE^2 + a_3 \cdot QE^3.$$

Obecně, buď a_4 (Francie) nebo a_2 a a_3 (USA) jsou vynulovány. Funkce vidlice se musí shodovat na 0,1 mil s hodnotami vypočítanými podle modelu dráhy v libovolném platném náměru.

14 Souhrn výsledků měření

14.1 Požadavky na obsah výsledků měření

Souhrn výsledků měření je tabulkový a/nebo grafický přehled statistických průměrů a rozptylů dat řízení palby. Vstupy pro řízení palby, které se vyměňují mezi jednotlivými státy NATO, se doplňují souhrnem výsledků měření, který obsahuje:

- a) Přehled základních údajů o zkoušce, který obsahuje:
 - 1) program provedených střeleckých zkoušek;
 - 2) použitou měřicí techniku;
 - 3) metodiky (postupy), použité ke stanovení souboru balistických dat.
- b) Statistickou zprávu, která pro pozemní děla a minomety (nepřímá střelba), obsahuje:
 - 1) odpozorované součinitele přizpůsobení v závislosti na nezávisle proměnné (náměr, čas, teplota, Machovo číslo) pro náplň (viz Příloha A, obrázek A1 až A4);
 - 2) rozdíly mezi pozorovanými a vypočtenými hodnotami délky, derivace a doby letu do bodu nárazu v závislosti na počáteční rychlosti nebo na náplni při stejném náměru (viz Příloha A, obrázek A5);
 - 3) rozdíly mezi pozorovanými a vypočtenými hodnotami délky, výšky a odchylky podél dráhy nebo v bodě nárazu pro každou střelbu (viz Příloha A, obrázky A3 až A8);
 - 4) pravděpodobné chyby pro každý člen použitý v chybové soustavě, přičemž musí být uvedena velikost vzorku a meze 95% nejistoty (viz kapitolu 13).

TABULKA 23 – Pravděpodobné chyby členů chybové soustavy

Parametr	Symbol	Jednotka
Pravděpodobná chyba hmotnosti střely	PE_m	kg
Pravděpodobná chyba počáteční rychlosti	PE_{MV}	$m \cdot s^{-1}$
Pravděpodobná chyba náměru	PE_{QE}	mil
Pravděpodobná chyba odměru	PE_{AZ}	mil
Pravděpodobná chyba součinitele tvaru	PE_i	-
Pravděpodobná chyba součinitele vztlaku	PE_{f_L}	-
Pravděpodobná chyba doby časování zapalovače	PE_{FT}	s
Pravděpodobná chyba doby zpoždění zážehu motoru	$PE_{t_{DI}}$	s
Pravděpodobná chyba součinitele dnového výtoku plynů	$PE_{f_{BB}}$	%
Pravděpodobná chyba součinitele tahu	PE_{f_T}	%

POZNÁMKA Parametry uvedené v tabulce představují pouze pravděpodobné chyby od rány k ráně, které tvoří podmnožinu celkové chybové soustavy, jak je definováno v STANAG 4635.

c) Statistickou zprávu, která pro střely s dnovým výtokem obsahuje:

- 1) Experimentální dopplerovské měření součinitele čelního odporu v závislosti na standardním čelním odporu během základní fáze (ČOS 109001, dnový výtok plynů – metoda 1). Příklad je uveden v Příloze A na obrázku A9.
- 2) Součinitel dnového výtoku v závislosti na náměru (ČOS 109001, dnový výtok plynů – metoda 2). Příklad je uveden v Příloze A na obrázku A10.
- 3) Změřenou dobu hoření plynového generátoru v závislosti na standardní době hoření.

d) Statistickou zprávu, která pro přímou střelbu obsahuje:

- 1) Odpozorované součinitele přízpusobení v závislosti na nezávisle proměnné (náměr, čas, teplota, délka).
- 2) Svislé a vodorovné rozdíly bodu nárazu na svislém terči (a případně čas) v závislosti na délce.

14.2 Další požadavky

Je vhodné, aby Souhrn výsledků měření dále obsahoval:

- statistické shrnutí fyzikálních údajů;
- součinitel odporu (C_D) v závislosti na Machovu číslu (viz obrázek A11);
- statistický souhrn dalších naměřených údajů závislých funkcí náměru, délky, času, teploty a Machova čísla;
- zprávu s údaji vnitřní balistiky.

14.3 Prezentace polynomických funkcí

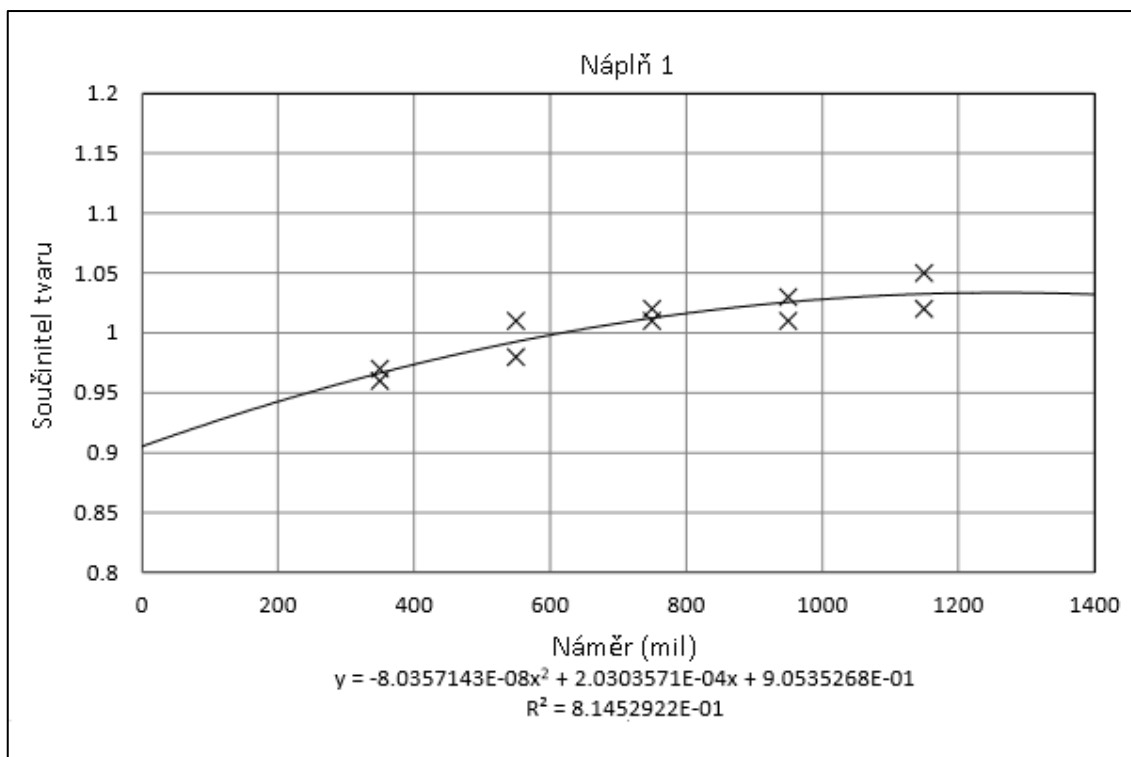
Prezentace zjištěných polynomických funkcí musí obsahovat všechny hodnoty ve tvaru spolu s polynomickými koeficienty a korelačním koeficientem (R^2). Typické meze pro absolutní hodnotu korelačního koeficientu jsou: 0,00–0,20 žádná korelace, 0,20–0,40 špatná korelace, 0,40–0,80 střední až dobrá korelace, 0,80–1,00 velmi dobrá korelace.

Polynomické funkce s žádnou nebo špatnou korelací s experimentálními hodnotami vyžadují další analýzu.

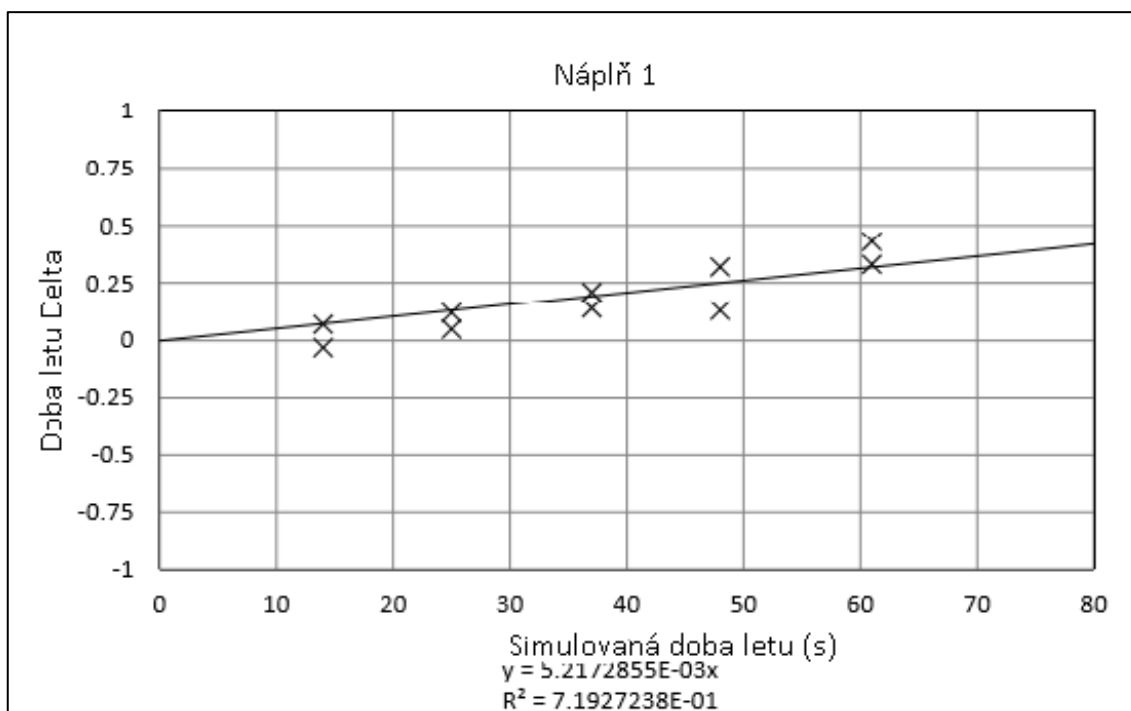
Pro simulační model definovaný v AEP-4367, příloze F, jsou potřebné k provedení simulací vstupní údaje vnitřní balistiky. Vytvoření validovaných vstupů vyžaduje některé balistické údaje, které nejsou součástí vstupních údajů pro řízení palby. Z tohoto důvodu je doporučeno přidat do Souhrnu výsledků měření údaje vnitřní balistiky a/nebo vstupní soubory kódu IBHVG2 pro všechny náplně. Jedná se o následující údaje: maximální tlak, tlak na dno nábojové komory v závislosti na čase a nejlépe rychlost střely v hlavni, profil odporu, koeficient tření, přenos tepla do hlavně a délku zákluzu hlavně.

PŘÍLOHY

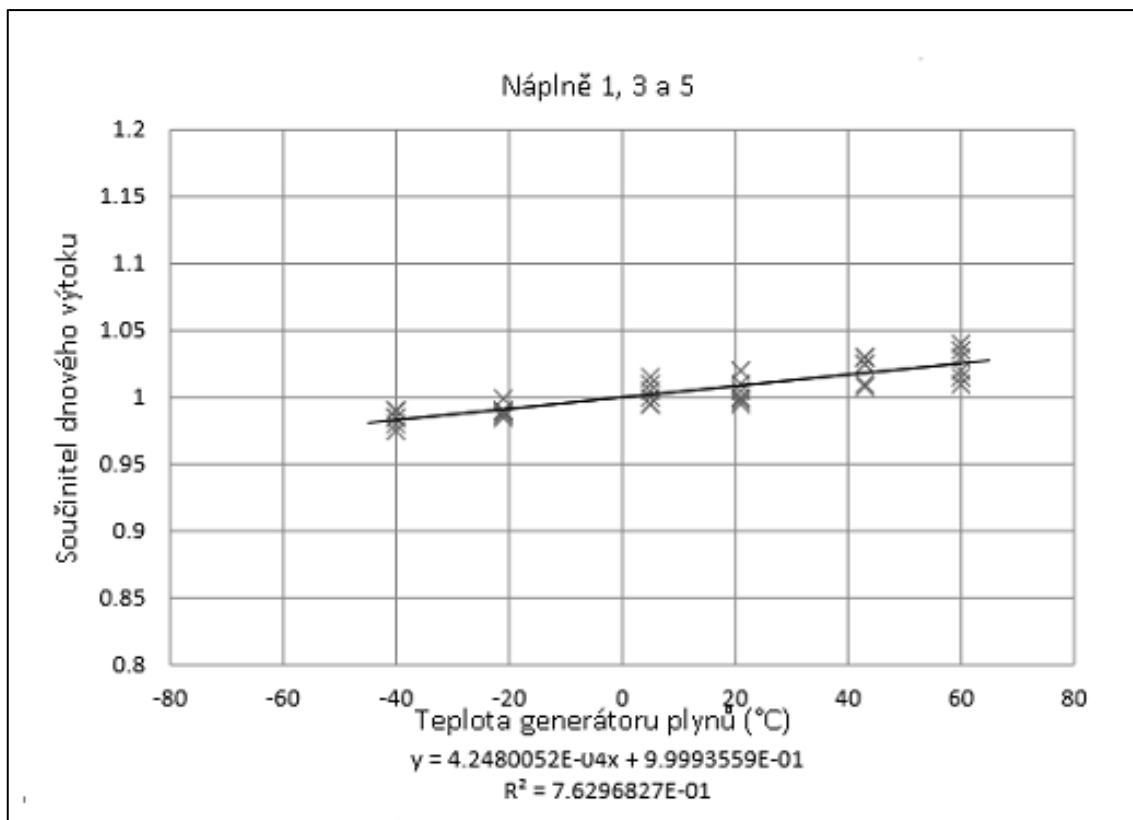
Obrázky s příklady zpracování výsledků zkoušek



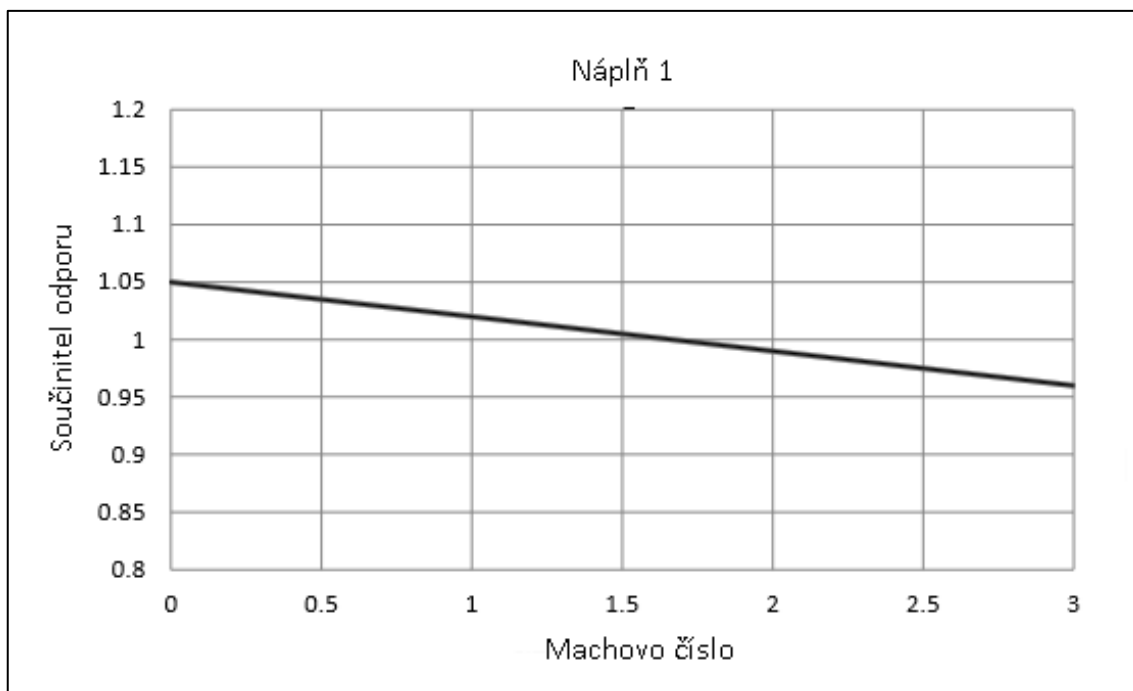
OBRÁZEK A1 – Součinitel tvaru v závislosti na náměru



OBRÁZEK A2 – Doba letu Delta v závislosti na simulované době letu

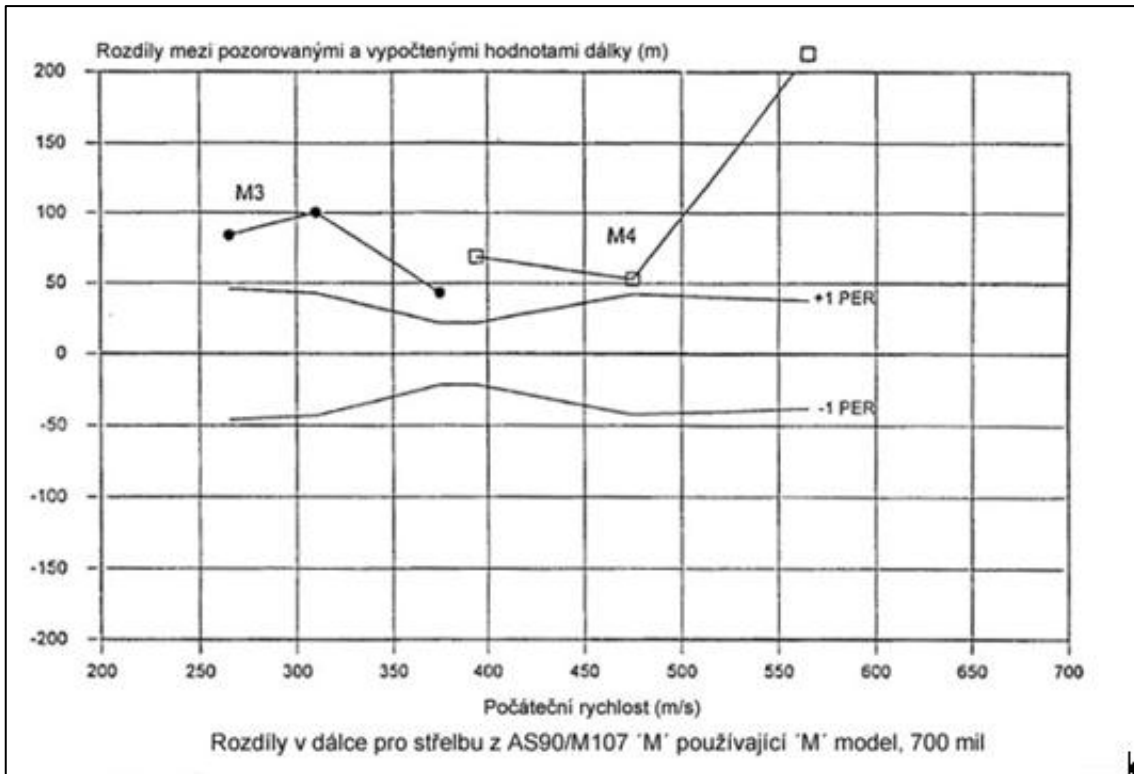


OBRÁZEK A3 – Součinitel dnového výtoku v závislosti na teplotě generátoru plynů

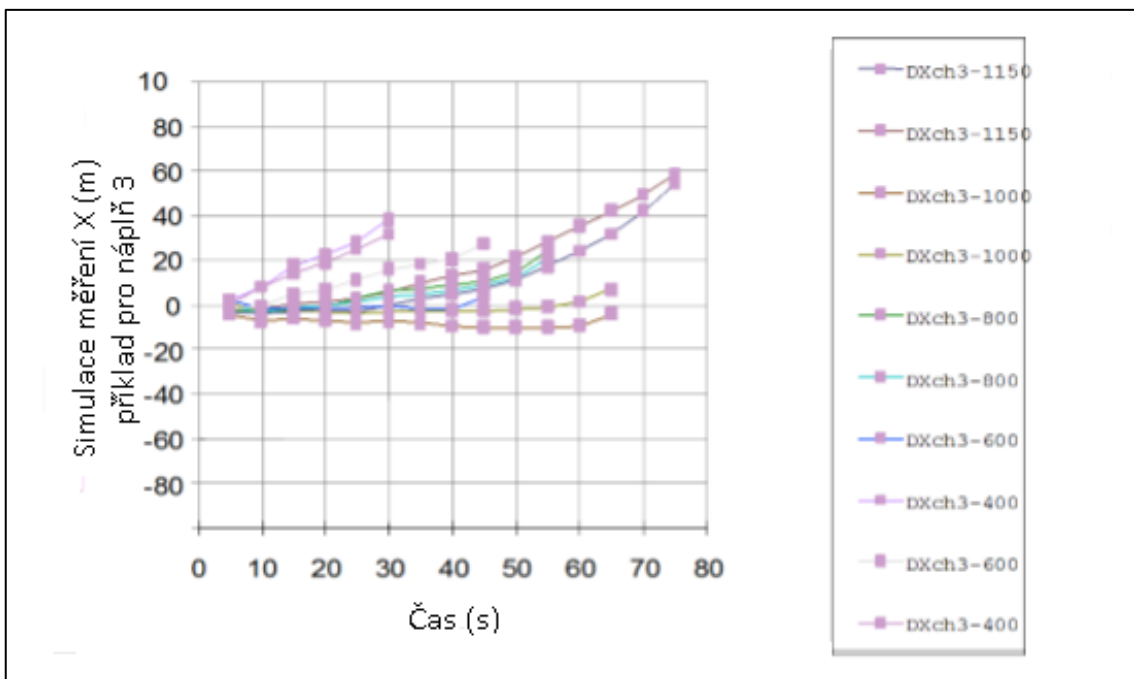


OBRÁZEK A4 – Součinitel odporu v závislosti na Machovu čísle

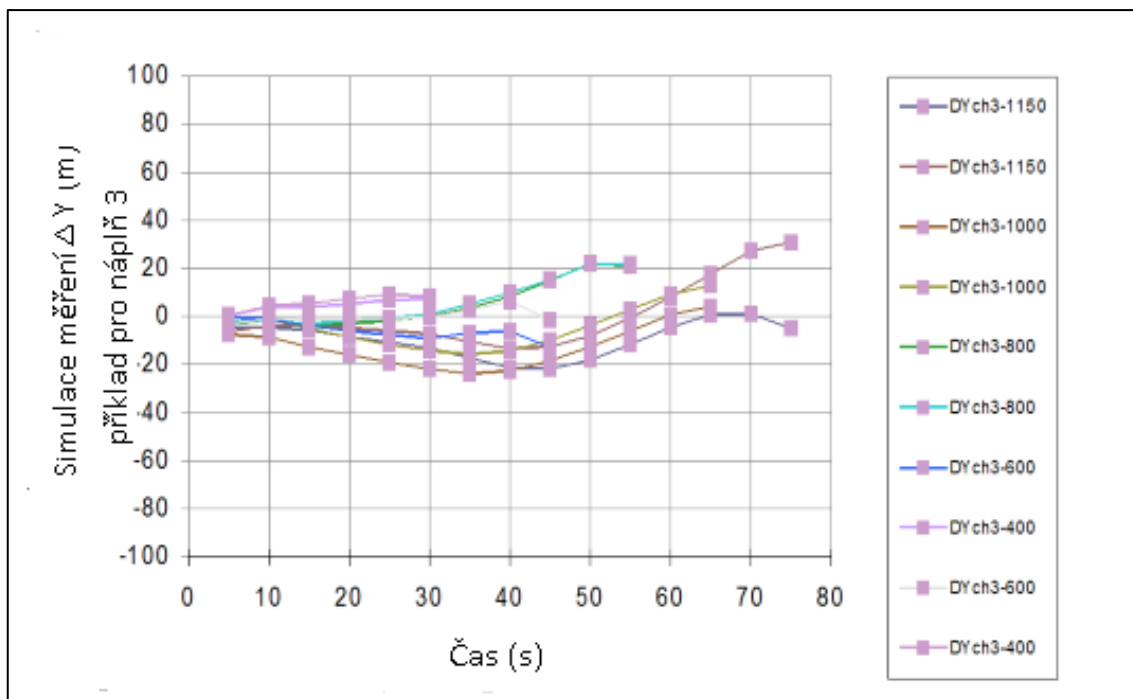
Příloha A
(informativní)



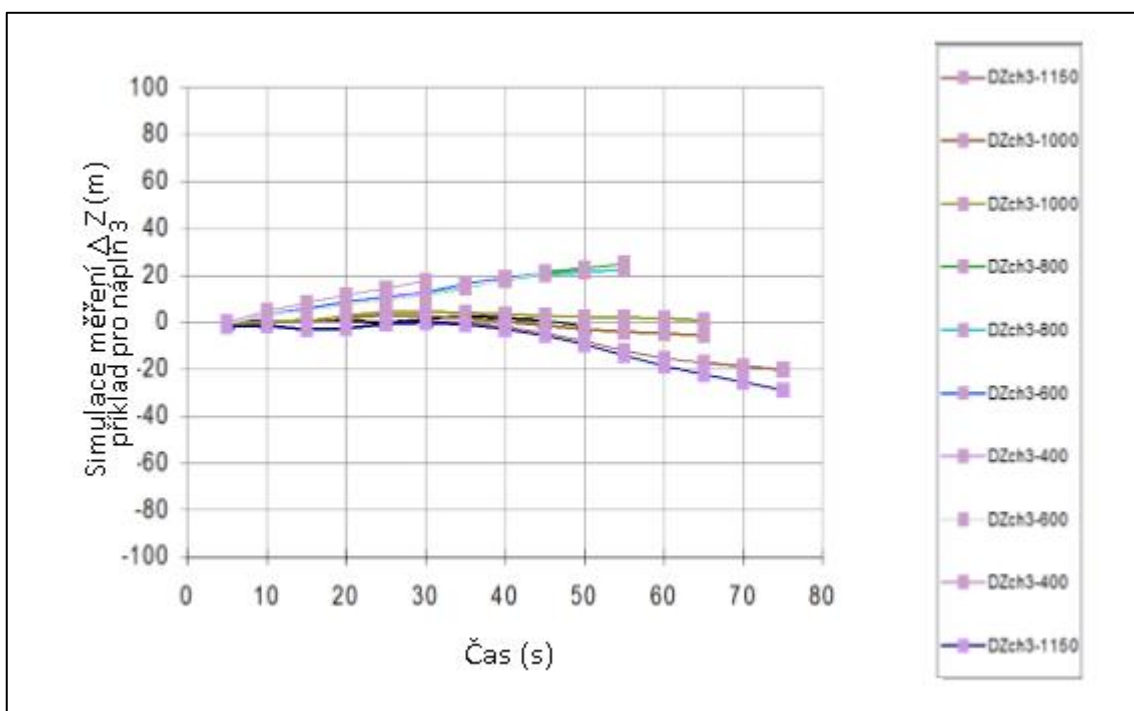
OBRÁZEK A5 – Rozdíly mezi pozorovanými a vypočtenými hodnotami dálky v závislosti na počáteční rychlosti při stejném náměru



OBRÁZEK A6 – Rozdíly v dálce v závislosti na naměřeném čase v deseti náměrech

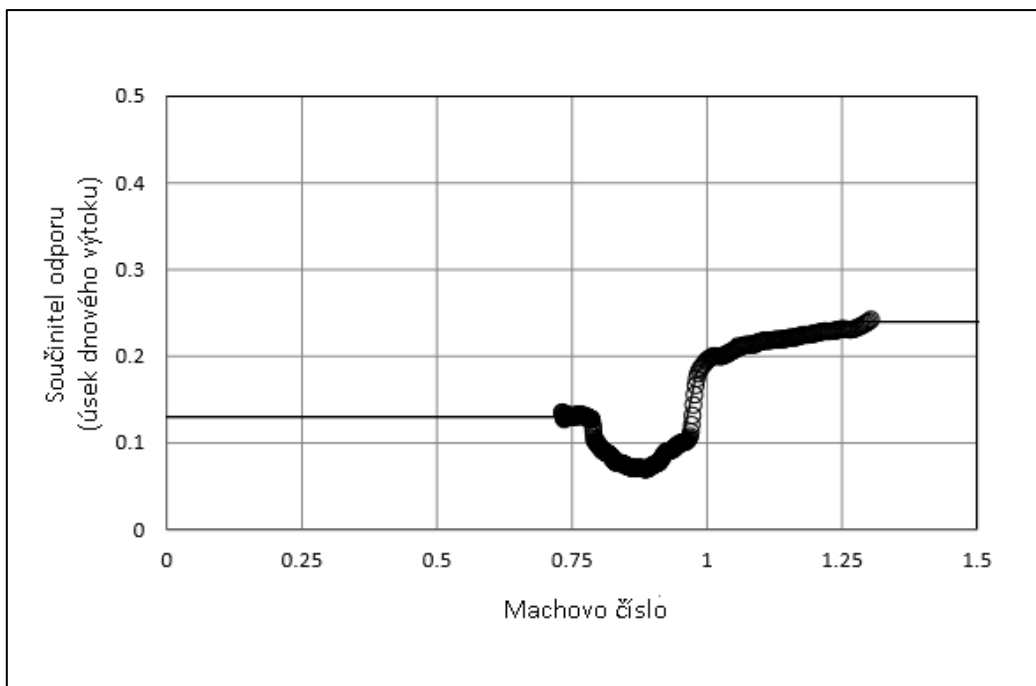


OBRÁZEK A7 – Rozdíly ve výšce v závislosti na měřeném čase v deseti náměrech

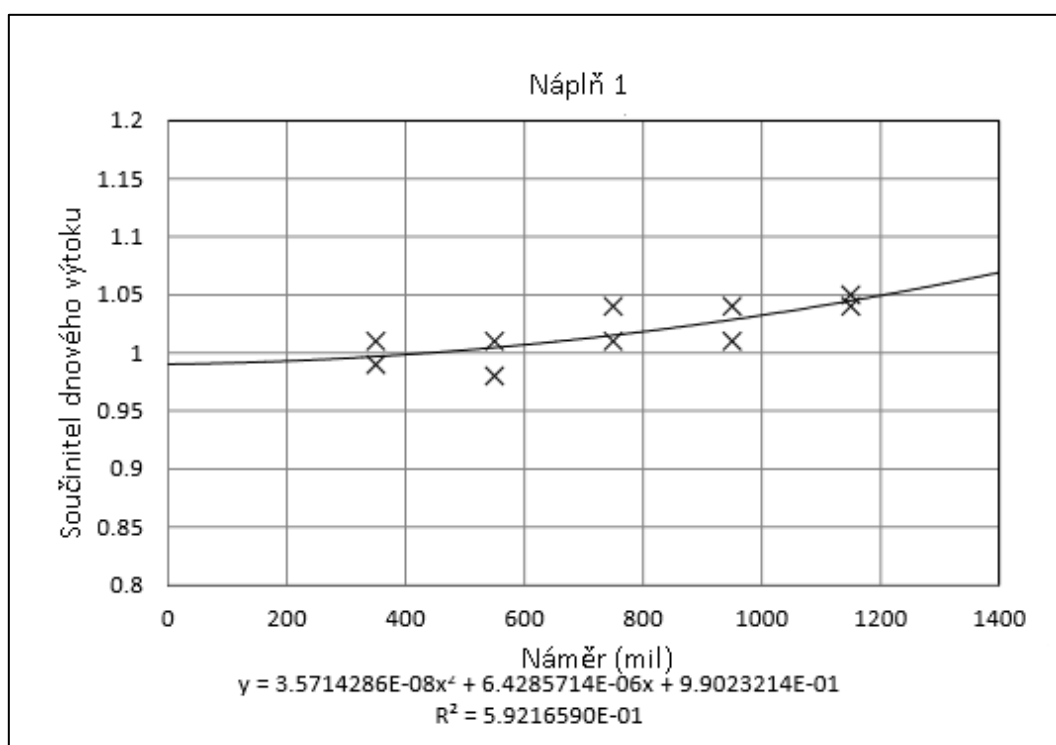


OBRÁZEK A8 – Rozdíly ve směru v závislosti na měřeném čase v deseti náměrech

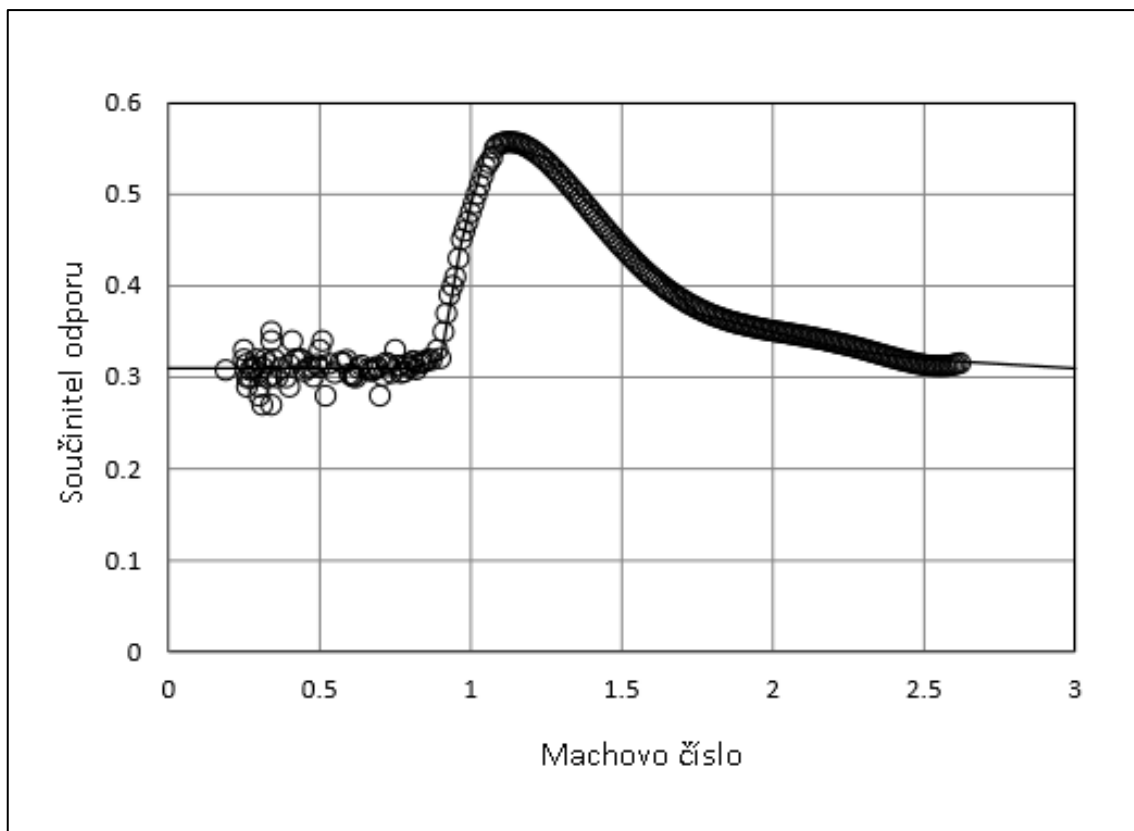
Příloha A
(informativní)



OBRÁZEK A9 – Součinitel odporu v závislosti na Machovu čísle pro střelu s dnovým výtokem v úseku výtoku



OBRÁZEK A10 – Součinitel dnového výtoku v závislosti na náměru pro střelu s dnovým výtokem



OBRÁZEK A11 – Součinitel odporu (celkový) v závislosti na Machovu číslu

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **10. března 2020**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka

Upozornění: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.

V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora.

Rok vydání: 2020, obsahuje 32 listů

Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471/4, 160 01 Praha 6

Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
www.oos.army.cz

NEPRODEJNÉ
