



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

102504 2. vydání	POSTUPY URČOVÁNÍ STUPNĚ PODOBNOSTI BALISTICKÝCH CHARAKTERISTIK MUNICE PRO NEPŘÍMOU STŘELBU A PŘÍSLUŠNÝCH OPRAV PRVKŮ ZAMÍŘENÍ
-----------------------------------	--

ZAVÁDÍ	STANAG 4106, Ed. 3 PROCEDURES TO DETERMINE THE DEGREE OF BALISTIC PERFORMANCE SIMILARITY OF NATO INDIRECT FIRE AMMUNITION AND THE APPLICABLE CORRECTIONS TO AIMING DATA. Postupy pro určení stupně shodnosti balistických charakteristik munice NATO pro nepřímou střelbu a příslušných oprav prvků střelby
NAHRAZUJE	ČOS 102504, 1. vydání POSTUPY URČOVÁNÍ STUPNĚ PODOBNOSTI BALISTICKÝCH CHARAKTERISTIK MUNICE PRO NEPŘÍMOU STŘELBU A PŘÍSLUŠNÝCH OPRAV PRVKŮ ZAMÍŘENÍ

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD
POSTUPY URČOVÁNÍ STUPNĚ PODOBNOSTI BALISTICKÝCH
CHARAKTERISTIK MUNICE PRO NEPŘÍMOU STŘELBU
A PŘÍSLUŠNÝCH OPRAV PRVKŮ ZAMÍŘENÍ

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:

- STANAG 4106, Ed. 3 PROCEDURES TO DETERMINE THE DEGREE OF
BALISTIC PERFORMANCE SIMILARITY OF NATO
INDIRECT FIRE AMMUNITION AND THE APPLICABLE
CORRECTIONS TO AIMING DATA.
Postupy pro určení stupně shodnosti balistických
charakteristik munice NATO pro nepřímou střelbu
a příslušných oprav prvků střelby.
- ČOS 102504, 1. vydání Postupy určování stupně podobnosti balistických
charakteristik munice pro nepřímou střelbu a příslušných
oprav prvků zamíření.

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2022

OBSAH

	Strana
1	Předmět standardu 6
2	Nahrazení standardů (norem)..... 6
3	Související dokumenty 6
4	Zpracovatel ČOS 7
5	Použité zkratky, značky a definice 7
5.1	Zkratky a značky 7
5.2	Definice 9
6	Všeobecná ustanovení 12
6.1	Metoda srovnávací balistické střelby 12
6.2	Metoda balistické střelby s použitím radiolokátoru pro dráhová měření 12
6.3	Metoda simulace 13
6.4	Dokumentace balistických rozdílů systémů zbraň/munice..... 13
7	Metoda srovnávací balistické střelby 13
7.1	Všeobecná ustanovení 13
7.2	Hodnocené balistické charakteristiky 13
7.3	Zdůvodnění metody 13
7.4	Balistická shoda a podobnost 14
8	Návrh zkoušek 16
8.1	Z hlediska rozsahu počátečních rychlostí 16
8.2	Z hlediska provedení zkoušek 17
9	Provedení srovnávacích balistických střelb 17
9.1	Varianty srovnávacích balistických střelb 17
9.2	Balistická shodnost 18
9.3	Balistická podobnost 18
9.4	Požadované údaje 18
9.5	Statisticky zpracovávané veličiny 19
10	Odlehle hodnoty 19
11	Použití tabulek střelby k opravám na tabulkovou počáteční rychlost a tabulkovou hmotnost střel 19
11.1	Vliv změn tabulkové počáteční rychlosti a tabulkové hmotnosti střel nadostřel 19
11.2	Vliv zvětšení hmotnosti střely 20
11.3	Vliv zmenšení rychlosti střely 20
11.4	Celková změna dostřelu 20
12	Statistické techniky pro metodu srovnávací balistické střelby 21
12.1	Balistická shodnost 21
12.2	Balistická podobnost 25

12.3	Statistické hodnocení	26
12.4	Odlehlé hodnoty	30
13	Stanovení potřebného rozsahu výběru pro metodu srovnávací balistické střelby	31
13.1	Rozvaha ze statického hlediska	31
13.2	Praktické rozvahy	36
14	Metoda založená na srovnávání dráhy modifikovaného hmotného bodu a výsledků měření balistického sledovacího radiolokátoru	36
14.1	Opravy	36
14.2	Metody	36
15	Zpráva o stanovení balistických rozdílů	43
15.1	Požadovaný obsah zprávy	43
15.1	Formát prostých balistických oprav	43
 Přílohy		
Příloha A	Formát prostých balistických oprav	46

1 Předmět standardu

ČOS 102504 „Postupy určování stupně podobnosti balistických charakteristik munice pro nepřímou střelbu a příslušných oprav prvků zamíření“, 2. vydání, zavádí v České republice STANAG 4106 Ed. 3 „Procedures to Determine the Degree of Ballistic Performance Similarity of NATO Indirect Fire Ammunition and the Applicable Corrections to Aiming Data“. Standard stanovuje postupy k určení stupně podobnosti balistických charakteristik munice pro nepřímou střelbu a příslušných údajů a postupů pro zamíření a umožňuje, aby balistické údaje potřebné pro řízení palby děl, stanovené v České republice, mohly být efektivně používány bez dalších ověřovacích střelb i jinou zemí NATO.

Standard je závazný od data účinnosti tohoto standardu pro nově vyvíjenou nebo do výzbroje Armády České republiky (dále AČR) zaváděnou municí pro nepřímou střelbu, u které bude předpokládáno využití i v dalších zemích NATO.

Tento standard neplatí pro střely určené pro:

- systémy zbraní přímé střelby,
- systémy protiletadlových zbraní,
- pyrotechnickou municí.

2 Nahrazení standardů (norem)

Od data účinnosti tohoto standardu se ruší a zároveň nahrazuje ČOS 102504, 1. vydání.

3 Související dokumenty

V tomto standardu jsou odkazy na dále uvedené dokumenty, které se tímto stávají jeho normativní součástí. U odkazů, v nichž je uveden rok vydání souvisejícího standardu, platí tento související standard bez ohledu na to, zda existují novější vydání tohoto souvisejícího standardu. U odkazů na dokument bez uvedení data jeho vydání platí vždy poslední vydání citovaného dokumentu.

ČOS 102502	Postupy pro stanovení vstupních údajů pro řízení palby v systémech řízení palby pro nepřímou střelbu.
ČOS 109001	Model dráhy letu modifikovaného hmotného bodu.
ČOS 131501	Postup pro stanovení stupně vzájemné zaměnitelnosti munice NATO pro nepřímou střelbu.
STANAG 4119	ADOPTION OF A STANDARD CANON ARTILLERY FORINT TABLE FORMAT Zavedení standardního formátu tabulek střelby hlavňového dělostřelectva
STANAG 4367	THERMODYNAMIC INTERIOR BALLISTIC MODEL WITH GLOBAL PARAMETERS Termodynamický model vnitřní balistiky s celkovými parametry

4 Zpracovatel ČOS

Vojenský technický ústav, s.p., odštěpný závod VTÚVM Slavičín, Ing. Alois Tichý.

5 Použité zkratky, značky a definice

5.1 Zkratky a značky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AR	Adjusted Reference Model	upravený referenční model
defl	Deflection	strana (stranová odchylka)
GB	Green Bag	zelený váček (pro uložení prachové náplně)
H	Highest	u pásmových náplní označení pro nejvyšší náplň
H_0		testovaná (nulová) statistická hypotéza
H_1		alternativní statistická hypotéza
I_1, I_2, \dots	Intermediate	u pásmových náplní označení pro mezilehlé náplně
L	Lowest	u pásmových náplní označení pro nejnižší náplň
MPM	Modified Point Mass	modifikovaný hmotný bod
$med_T,$ med_R	medián	střední hodnota ze vzestupně nebo sestupně uspořádaných měřených hodnot parametru
R	Reference Configuration	označení referenční sestavy (komponent) náboje
SQ	Square	„Čtverec“ (symbol hmotnostního znaku). Počet těchto znaků vyznačený na střele udává změnu hmotnosti konkrétní střely vůči tabulkové hmotnosti střely. Jeden sq představuje určitý díl tabulkové hmotnosti střely, vyjadřuje se v kilogramech nebo v librách.
SŘP		system řízení palby
T	Test Configuration	označení testované sestavy (komponent) náboje
$ú_x$		zkratka pro pravděpodobnou úchylku veličiny (x)
WB	White Bag	bílý váček (pro uložení prachové náplně)
α	Hladina významnosti	[–]
β	Pravděpodobnost přijetí hypotézy H_0	[–]
d_{Ri}	Odchylka i-tého pozorování od mediánu skupiny nábojů sestavy R	[–]

d_{Ti}	Odchylka i-tého pozorování od mediánu skupiny nábojů sestavy T	[-]
\bar{d}_R	Střední hodnota odchylek i-tých pozorování od mediánu skupiny nábojů sestavy R	[-]
\bar{d}_T	Střední hodnota odchylek i-tých pozorování od mediánu skupiny nábojů sestavy T	[-]
F	Počet stupňů volnosti	[-]
f_D	Oprava koeficientu odporu	[-]
f_B	Koeficient rychlosti hoření prachu	
f_L	Koeficient vztlaku	[-]
f_R	Koeficient vnitrohlavňového odporu	[-]
λ	Hodnota funkce	[-]
M	Odhad velikosti momentu 2. řádu	[-]
mil	Jednotka obloukové míry (1/6400 díl plného kruhu)	[-]
μ	Hodnota distribuční funkce normálního rozložení	[-]
μ_R	Průměr základního souboru veličiny x_R	[-]
μ_T	Průměr základního souboru veličiny x_T	[-]
m_{tab}	Tabulková (jmenovitá) hmotnost střely	[kg]
n	Počet uvažovaných ran	[-]
n_R	Počet uvažovaných ran ve skupině nábojů sestavy R	[-]
n_T	Počet uvažovaných ran ve skupině nábojů sestavy T	[-]
Q_M	Oprava koeficientu Magnusovy síly	[-]
s_R	Výběrový rozptyl skupiny nábojů sestavy R	[-]
s_T	Výběrový rozptyl skupiny nábojů sestavy T	[-]
t'	Výpočtová hodnota	[-]
t_α	Kritická hodnota F-testu	[-]
x_R	Odhad střední hodnoty základního souboru skupiny nábojů sestavy R	[-]
x_T	Odhad střední hodnoty základního souboru skupiny nábojů sestavy T	[-]
x_{Ri}	Hodnoty jednotlivých měření skupiny nábojů sestavy R	[-]
x_{Ti}	Hodnoty jednotlivých měření skupiny nábojů sestavy T	[-]
σ_R	Skutečný rozptyl skupiny nábojů sestavy R	[-]
σ_T	Skutečný rozptyl skupiny nábojů sestavy T	[-]
Σd^2	Rozptyl souboru dvojic nábojů sestavy R – T	[-]

$\Delta drift$	Rozdíl derivace	[%]
$\Delta defl$	Rozdíl stranových odchylek dopadů střel	[mils]
Δi	Rozdíl velikostí tvarových koeficientů	[-]
Δf_D	Rozdíl velikostí koeficientů odporu	[-]
Δf_L	Rozdíl velikostí koeficientů vztlaku	[%]
Δm	Odchylka od tabulkové hmotnosti střely	[%]
$\Delta \rho$	Rozdíl hustoty vzduchu	[%]
ΔR	Rozdíl dostřelů	[m]
Δv_0	Celková odchylka rychlosti od tabulkové rychlosti	[m.s ⁻¹]
$(\Delta v_0)_m$	Odchylka od tabulkové rychlosti v_0 pro změnu hmotnosti střely	[m.s ⁻¹]
$(\Delta v_0/\Delta m)$	Dílčí změna rychlosti pro změnu hmotnosti o 1 %	[m.s ⁻¹]
ΔX	Celková změna dostřelu	[m]
$(\Delta X/\Delta m)$	Změna dostřelu pro změnu hmotnosti střely	[m]
$(\Delta X/\Delta m)_{1S}$	Jednotková změna dostřelu pro změnu hmotnosti střely o 1 SQ	[m]
Q		
$(\Delta X/\Delta m)_{v_0}$	Dílčí změna dostřelu pro změnu hmotnosti střely o 1 % při konstantní v_0	[m]
$(\Delta X/\Delta \rho)$	Jednotková změna dostřelu pro změnu hustoty vzduchu o 1 %	[m]
$(\Delta X/\Delta v_0)$	Jednotková změna dostřelu pro změnu rychlosti o 1 m.s ⁻¹	[m]
v_u	Reálná počáteční rychlost	[m.s ⁻¹]
v_{0tab}	Tabulková (jmenovitá) hodnota počáteční rychlosti	[m.s ⁻¹]

5.2 Definice

balistická střelba

Střelba jedné nebo více náštělek (střeleckých skupin) z děla s požadovanými charakteristikami určenými prvky střelby za vnějších podmínek odpovídajících stanoveným požadavkům. Střelba je prováděna na balistické střelnici, kde jsou přesně zaznamenávány souřadnice dopadů jednotlivých střel.

balistická shodnost

a) Shodnost středních hodnot vnitrobalistických parametrů

Shodnosti středních hodnot vnitrobalistických parametrů je dosaženo, není-li rozdíl počátečních rychlostí testovaných nábojů a referenčních nábojů jiné členské země NATO při střelbě z děla AČR statisticky významně větší než takový, který lze očekávat mezi výrobními sériemi.

b) Shodnost středních hodnot vnějšněbalistických parametrů

Shodnosti středních hodnot vnějšněbalistických parametrů je dosaženo, není-li při střelbě z děla AČR po zavedení oprav na rozdíly v počátečních rychlostech a hmotnosti střel statisticky

významný rozdíl mezi dopady testovaných nábojů a dopady referenčních nábojů jiné členské země NATO.

c) Balistická shodnost rozptylu

Balistické shodnosti rozptylu je dosaženo, není-li při střelbě z děla AČR rozptyl rychlostí, dostřelů a stranových odchylek testovaných nábojů statisticky významně větší než rozptyl referenčních nábojů jiné členské země NATO.

**balistická
jednoprocentní
podobnost**

Balistické jednoprocentní podobnosti je dosaženo, je-li odchylka mezi teoretickým (skutečným) středním bodem dopadu testovaných nábojů a referenčních nábojů jiné členské země NATO při střelbě z děla AČR – s použitím nebo bez použití souboru prostých balistických oprav prvků zamíření příslušejících každé náplni referenčních nábojů – v rozmezí 1 % dostřelu.

Kvůli stanovení balistických oprav délky a stranové odchylky se jednorozměrná radiální odchylka ve smyslu ČOS 131501 rozděluje na dvě složky, jak je uvedeno dále. Touto nezbytnou úpravou se původní radiální odchylka specifikovaná v ČOS 131501 nevětšuje.

Radiální odchylka bude v rozmezí 1% dostřelu, jestliže:

- dálková složka bude v rozmezí 0,95% dostřelu v dálce,
- stranová složka bude v rozmezí 0,3% dostřelu ve straně.

**balistická
pětiprocentní
podobnost**

Balistické pětiprocentní podobnosti je dosaženo, je-li odchylka mezi teoretickým (skutečným) středním bodem dopadu testovaných nábojů a referenčních nábojů při střelbě z děla AČR – s použitím nebo bez použití souboru prostých (základních) balistických oprav prvků zamíření příslušejících každé náplni referenčních nábojů – v rozmezí 5 % dostřelu.

Radiální odchylka bude v rozmezí 5% dostřelu, jestliže:

- dálková složka bude v rozmezí 4,75% dostřelu v dálce;
- stranová složka bude v rozmezí 1,5% dostřelu ve straně.

**číslo pásmové
náplně**

Smluvní číslo, které charakterizuje úroveň tabulkové počáteční rychlosti střely a kterému odpovídá příslušný počet dílčích prachových náplní v sestavě výmetné náplně.

**kalibrovaný
model**

Simulovaný model dráhy střely doplněný a upravený na základě výsledků reálných střeleckých zkoušek; představuje nejlepší odhad vlastností porovnávané sestavy náboje pro všechny počáteční rychlosti a náměry.

lot

Výrobní série munice – množství stejnorodé munice identifikované jednoznačným číslem série, které je vyrobeno, sestaveno nebo revidováno jedním výrobcem za stejných podmínek a u kterého se předpokládá, že se bude projevovat stejným způsobem. (*lot-to-lot= mezi sériemi*).

munice

V rozsahu tohoto standardu se pojmem munice rozumí dělostřelecký náboj tvořený střelou a nábojkou s výmetnou náplní.

nástřelka	Stanovený počet nábojů stejné sestavy určený k vystřelení v časově omezeném intervalu z jednoho děla stejnými prvky střelby za stejných vnitřních i vnějších podmínek střelby. Hodnotí se výsledek střelby celé skupiny, nikoliv jednotlivých ran.
pásmová náplň (Zone charge)	Výmetná náplň, která může být složená z více samostatných dílčích prachových náplní.
prosté balistické opravy	Jsou to opravy parametrů uvedených v tabulce 1. Výsledná velikost prosté opravy je dána buď součinem jednotkové opravy příslušného parametru a počtu jednotek změny vůči standardní hodnotě, nebo změnou hodnoty příslušného koeficientu. Tyto jednoduché úpravy modelu dráhy referenční sestavy nábojů jsou společné všem náměrům stejného čísla náplně.
referenční sestava náboje – R	Sestava náboje, jejíž balistické vlastnosti jsou známy a pro kterou existuje systém řízení palby.
round	Kompletní náboj – v tomto standardu ve smyslu „vystřelená rána“ (<i>round-to-round</i> = mezi ranami).
systém	Systém obsahuje následující komponenty: <ul style="list-style-type: none">– dělo,– výmetnou náplň se zážehovým rozněcovadlem, atd.,– střelu,– zapalovač.
systém řízení palby	Jakékoliv zařízení použité pro stanovení prvků střelby pozemního dělostřelectva, obvykle ve formě tabulek střelby nebo počítačů programovaných podle určitého matematického modelu s vybraným souborem konstant.
testovaná sestava náboje – T	Sestava náboje, jejíž balistické vlastnosti je třeba porovnat s vlastnostmi sestavy náboje R. Prvky sestavy T se mohou lišit od sestavy R buď konstrukčně, nebo tím, že byly vyrobeny jinou členskou zemí NATO.
zaměnitelnost nábojů	Je stav, který existuje, jestliže dvěma nebo více položkám přináležejí takové funkční a fyzikální charakteristiky, že jsou ekvivalentní ve výkonu a trvání a jsou schopny záměny jedné za druhou bez úprav samotných nebo vedlejších položek – vyjma seřazení – a bez třídění pro dosažení zásahu a výkonu.

V tomto standardu platí pro přepočty úhlů tyto vztahy:

$$\text{Plný kruh} = 360^\circ = 6400 \text{ mils} = 6000 \text{ dc}$$

Přepočtové násobící koeficienty

$$\text{z mils na dc: } 6000/6400 = 15/16 = 0,9375$$

$$\text{z dc na mils: } 6400/6000 = 16/15 = 1,0667$$

TABULKA 1 – Prosté opravy

Rozdíl v parametru	je korigován použitím opravy na		Odkaz
	bud'	nebo	
Počáteční rychlost	počáteční rychlost (m.s ⁻¹)	koeficient rychlosti hoření: f , a koeficient vnitrohlavňového odporu: f_R (procenta)	ČOS 109001 (STANAG 4367)
Dálka	hustotu vzduchu (procenta)	koeficient tvaru: i nebo koeficient odporu: f_D (procenta)	ČOS 109001
Derivace	opravu na derivaci (procenta)	koeficient vztlaku: f_L (procenta)	
Doba letu	dobu letu (sekundy nebo procenta)	koeficient Magnusovy síly: Q_M (procenta)	

6 Všeobecná ustanovení

Tento standard je rozčleněn na tři oblasti:

- kategorie balistické zaměnitelnosti mezi systémy zbraň/munice,
- stanovení balistických rozdílů mezi systémy zbraň/munice,

K hodnocení stupně balistické zaměnitelnosti mezi systémy zbraň/munice se ustanovují čtyři kategorie:

- balistická shodnost,
- balistická podobnost v rozmezí jednoho procenta dostřelu,
- balistická podobnost v rozmezí pěti procent dostřelu,
- podobnost není stanovena nebo je větší než pět procent dostřelu.

Ke stanovení nebo ke kvantifikaci stupně balistické zaměnitelnosti mohou být použity tři různé metody:

6.1 Metoda srovnávací balistické střelby

Její princip spočívá ve střeleckém ověření obou sestav nábojů balistickými střelbami provedenými srovnávacím způsobem. K porovnání středních hodnot balistických charakteristik a rozptylu mezi ranami použitím standardních statistických metod se doporučuje provést střelecké zkoušky v rozsahu **45** nábojů referenční sestavy **R** a **45** nábojů testované sestavy **T**.

Nejmenší rozsah srovnávací střelecké zkoušky – který je ale vhodný pouze k porovnání středních hodnot balistických charakteristik – je **15** nábojů sestavy **R** a **15** nábojů sestavy **T**.

6.2 Metoda balistické střelby s použitím radiolokátoru pro dráhová měření

Je založena na třech specifikách:

- pořízení záznamu Dopplerovských signálů odražených od střely v průběhu jejího letu po dráze,
- vyhodnocení údajů o poloze střely v závislosti na době letu (případně i o aktuálních aerodynamických silách na ni působících) ze záznamu těchto signálů,

- porovnání těchto údajů se skutečnými údaji o dálce a stranové odchylce dopadů porovnávaných střel v obou sestavách.

Výhodou metody je zmenšení potřebného rozsahu střeleckých zkoušek a přesnější interpolace jednotlivých veličin mezi náplněmi. Metoda balistické střelby s použitím radiolokátoru pro dráhová měření je vhodná k odhadům středních charakteristik.

6.3 Metoda simulace

Je založena na teoretické simulaci balistických drah střel s využitím všech dostupných informací o balistických a aerodynamických charakteristikách nábojů obou sestav. Výsledky simulace a prokázání schopností střelby nábojů sestavy T je nutné potvrdit střeleckými zkouškami přiměřeného rozsahu.

6.4 Dokumentace balistických rozdílů systémů zbraň/munice

Prosté balistické opravy vyhodnocené z výsledků provedených zkoušek se zpracovávají ve tvaru podle tabulky uvedené v příloze A.

V případě potřeby mohou být zpracovány také komplexnější opravy pro ty SŘP, které jsou schopny takové opravy akceptovat pro zpřesnění kvality údajů a postupů pro zamíření – např. opravy vyjádřené jako funkce náměru nebo Machova čísla.

7 Metoda srovnávací balistické střelby

7.1 Všeobecná ustanovení

V případě identity nábojů není nutné zvažovat standardizaci. Pro společnou výzbroj NATO je dosaženo standardizace, je-li rozdíl balistických charakteristik střel v různých sestavách natolik malý, aby umožnil:

- bez úprav – použití normálních postupů řízení palby,
- ekvivalentní použití zavedením prostých balistických oprav, společných pro všechny náměry stejného čísla náplně.

Podstatou metody je stanovit srovnávací balistickou střelbou, zda balistické charakteristiky střel v testované sestavě náboje T mohou být považovány za rovné ověřeným charakteristikám střel v referenční sestavě náboje R; případně po zavedení výše zmíněných oprav.

7.2 Hodnocené balistické charakteristiky

- dostřel,
- stranová odchylka,
- doba letu,
- reálná počáteční rychlost (v_0).

7.3 Zdůvodnění metody

Metoda srovnávací balistické střelby je založena na předpokladu, že jsou-li střeleny náboje dvou sestav:

- ve stejné střelecké úloze,
- stejným náměrem,
- stejným směrem,
- v dostatečně malém časovém odstupu mezi sebou,
- při téměř stejných vnějších podmínkách,

a změřené dostřely a doby letu střel jsou potom opraveny na tabulkové hodnoty:

- hmotnosti střel (m_{tab}),
- počáteční rychlosti (v_{0tab}),

pak:

- rozdíly středních dostřelů, stranových odchylek, dob letu,
- poměr rozptylů,

v jednotlivých střeleckých úlohách jsou v podstatě shodné.

7.4 Balistická shoda a podobnost

Testovaná sestava náboje T může být složena z komponent T nebo R následovně:

Výmetná náplň	T	R	T	R
Střela	R	T	T	R
Zapalovač	R	R nebo T	R nebo T	T
Bližší popis je v článku	7.4.1	7.4.2	7.4.3	7.4.4

7.4.1 Záměna výmetné náplně

Rozdíly vnitřně- i vnějšněbalistických parametrů mezi testovanou sestavou a referenční sestavou vyvolané záměnou výmetné náplně mohou být významné.

7.4.1.1 Vnitřněbalistická hlediska

Pro tuto situaci se počáteční rychlostí rozumí – po statistickém vyhodnocení – měřená počáteční rychlost opravená na tabulkovou hmotnost střel sestavy R.

Shodnost vnitřní balistiky z hlediska rozptylů znamená, že rozptyl počáteční rychlosti v nástřelkách s výrobní sérií výmetné náplně nábojů sestavy T není významně větší než rozptyl v nástřelkách s výrobní sérií výmetné náplně nábojů sestavy R. Jsou srovnávány rozptyly jedné výrobní série nábojů sestavy T a jedné výrobní série nábojů sestavy R.

Shodnost vnitřní balistiky z hlediska průměrů znamená, že rozdíl mezi středními počátečními rychlostmi výrobní série výmetné náplně nábojů sestavy T a výrobní série výmetné náplně nábojů sestavy R není významně větší než jaký lze očekávat mezi sériemi kterékoliv sestavy.

Ověření shodnosti je založeno na vyhodnocení:

- rozptylu v nástřelkách se stejnou výrobní sérií,
- rozptylu mezi sériemi.

Rozptyl mezi sériemi se stanovuje buď použitím náplní z několika výrobních sérií, nebo může být určen jiným způsobem.

7.4.1.2 Vnějšněbalistická hlediska

V případě, že různé výmetné náplně (se stejnými počátečními rychlostmi) mají různé charakteristiky hoření, které by mohly vyvolat odlišné charakteristiky úhlu náběhu střel, je rovněž nutné posoudit i vnějšněbalistická hlediska blíže popsaná v článku 7.4.2.2.

7.4.2 Záměna střely (a případně zapalovače)

Rozdíly vnitřně i vnějšněbalistických parametrů mezi testovanou sestavou a referenční sestavou vyvolané záměnou střely (zapalovače) mohou nabýt nezanedbatelných velikostí.

7.4.2.1 Vnitřněbalistická hlediska

Pro tuto situaci se počáteční rychlostí rozumí počáteční rychlost – po statistickém vyhodnocení – měřená při střelbě jedné a téže výrobní série výmetné náplně, vztažená k tabulkové hmotnosti střel sestavy R. Rozdíl v počátečních rychlostech (v_i) může být vyvolán rozdíly:

- v rozměrech nábojové komory (rozměrech střel),
- v odporu hlavně proti pohybu střely.

Shodnost vnitřní balistiky z hlediska rozptylů znamená, že rozptyl počáteční rychlosti střel u nábojů sestavy T není významně větší než rozptyl počáteční rychlosti střel u nábojů v sestavě R.

Shodnost vnitřní balistiky z hlediska středních hodnot znamená, že rozdíl mezi střední počáteční rychlostí střel u nábojů sestavy T není významně odlišný od střední počáteční rychlosti střel u nábojů v sestavě R.

7.4.2.2 Vnějšněbalistická hlediska

Při záměně střel (zapalovačů) mohou vzniknout rozdíly ve velikosti odporu, vztlaku a Magnusovy síly.

Shodnost vnější balistiky z hlediska rozptylů znamená, že rozptyly v dálce, straně a době letu střel u nábojů sestavy T nejsou významně větší než rozptyly střel u nábojů v sestavě R, vztažené k téže hodnotě počáteční rychlosti a tabulkové hmotnosti střel R.

Shodnost vnější balistiky z hlediska středních hodnot znamená, že střední hodnoty dostřelu, stranové odchylky a doby letu střel u nábojů sestavy T nejsou významně odlišné od středních hodnot týchž parametrů střel u nábojů v sestavě R, vztažených k téže hodnotě počáteční rychlosti a tabulkové hmotnosti střel R.

Jednoprocentní podobnost (1%) znamená, že rozdíl vzdáleností mezi teoretickým (skutečným) středním bodem dopadu střel T a střel R je v rozmezí:

- v dálce: 0,95 % dostřelu,
- ve straně: 0,3 % dostřelu,

a to s použitím nebo bez použití prostých balistických oprav prvků zamíření příslušejících každé náplni, doplněných k balistickým údajům poskytnutým dodávajícím státem, a po opravě zjištěných rozdílů v počátečních rychlostech.

Pětiprocentní podobnost (5%) znamená, že rozdíl vzdáleností mezi teoretickým (skutečným) středním bodem dopadu střel T a střel R je v rozmezí:

- v dálce: 4,75 % dostřelu,
- ve straně: 1,5 % dostřelu,

a to s použitím nebo bez použití prostých balistických oprav prvků zamíření příslušejících každé náplni, doplněných k balistickým údajům poskytnutým dodávajícím státem, a po opravě zjištěných rozdílů v počátečních rychlostech

7.4.3 Záměna výmetné náplně a střely (a případně zapalovače)

Rozdíly vnitřně i vnějšněbalistických parametrů mezi testovanou sestavou a referenční sestavou vyvolané záměnou výmetné náplně a střely mohou nabýt nezanedbatelných velikostí.

7.4.3.1 Vnitřněbalistická hlediska

Pro tuto situaci se počáteční rychlostí rozumí měřená počáteční rychlost – po statistickém vyhodnocení – vztažená k tabulkové hmotnosti střel R. Rozdíl v počátečních rychlostech může být vyvolán rozdíly v:

- charakteristikách výmetné náplně,
- rozměrech nábojové komory (rozměrech střel),
- odporu hlavně proti pohybu střely.

Posouzení shodnosti vnitřní balistiky z hlediska rozptylů a středních hodnot je stejné jako v článku 7.4.1.1.

7.4.3.2 Vnějšněbalistická hlediska

Posouzení shodnosti vnější balistiky je stejná jako v článku 7.4.2.2.

7.4.4 Záměna zapalovačů

V případě, že se vyskytnou odchylky hmotnosti nebo vnějších rozměrů zapalovače T vůči zapalovači R, mohou vzniknout významné rozdíly vnějšněbalistických parametrů. Posuzování těchto rozdílů je stejné jako v článku 7.4.2.2.

8 **Návrh zkoušek**

8.1 **Z hlediska rozsahu počátečních rychlostí**

8.1.1 Děla s proměnnými (pásmovými) výmetnými náplněmi

U děl používajících proměnné (pásmové) výmetné náplně by měly být střelby provedeny s vybranými náplněmi; z hlediska rozsahu dosahovaných počátečních rychlostí střel se doporučují tři náplně:

- podzvuková (při které má střela po celé dráze podzvukovou rychlost),
- přechodová (při ní je počáteční rychlost střely nepatrně vyšší než rychlost zvuku, přechod do podzvukové rychlosti nastává v počátečním úseku dráhy),
- nadzvuková (taková, při které je počáteční rychlost střely výrazně vyšší než rychlost zvuku a přechod do podzvukové rychlosti nastává pokud možno až v poslední části dráhy).

Střely a náplně použité ve střelecké zkoušce musí být temperovány bezprostředně před střelbou po dobu nejméně 24 hodin na 21 °C nebo – je-li v tabulkách střelby použita jiná jmenovitá (normální) teplota – na tuto jmenovitou teplotu.

8.1.2 Zásady hodnocení

a) Je-li srovnávacími střelbami vyhodnocena shodnost parametrů vnitřní balistiky takových dvou pásmových náplní, u kterých prachová náplň pro jedno pásmo je částí prachové náplně vyššího pásma, pak je také předpokládána shodnost parametrů vnitřní balistiky případných mezilehlých náplní.

b) Je-li srovnávacími střelbami vyhodnocena shodnost parametrů vnější balistiky dvou pásmových náplní stejného typu, např. zelený váček (GB) nebo bílý váček (WB), s jedno- nebo víceděrovým prachem, a to:

- podzvukové a přechodové náplně,
- přechodové a nadzvukové náplně,
- dvou náplní stejné rychlostní kategorie (podzvuková, přechodová nebo nadzvuková),

pak je předpokládána shodnost parametrů vnější balistiky také u každé mezilehlé náplně tohoto typu.

c) Je-li srovnávacími střelbami při použití stejných oprav vyhodnocena balistická podobnost dvou pásmových náplní stejného typu, např. zelený váček (GB) nebo bílý váček (WB), s jedno – nebo víceděrovým prachem, a to u:

- podzvukové a přechodové náplně,
- přechodové a nadzvukové náplně,
- dvou náplní stejné rychlostní kategorie (podzvuková, přechodová nebo nadzvuková),

pak je při použití stejných oprav předpokládána balistická podobnost také u každé mezilehlé náplně tohoto typu.

8.2 Z hlediska provedení zkoušek

8.2.1 Dělo

Hlaveň děla by z hlediska opotřebení měla být v první čtvrtině životnosti (ČOS 102502).

8.2.2 Střelnice

Dopadový prostor by měl být rovný a v přibližně stejné nadmořské výšce jako dělo.

8.2.3 Počet ran v nástřelkách

Počet započítatelných ran v nástřelkách (bez zahřívacích a usazovacích ran) vystřelených pro stanovení shodnosti nebo podobnosti v každé kombinaci typu náplně/čísla náplně/náměry – se určuje s přihlédnutím jak na statistická hlediska (viz kapitola 12 a další) tak i na další hlediska (ekonomika, dostupnost, čas a jiné).

V případě, že srovnávacími střelbami je s využitím oprav indikována balistická podobnost (1% nebo 5%), může být vyžadováno provedení doplňkových střeleckých zkoušek.

9 Provedení srovnávacích balistických střelb

9.1 Varianty srovnávacích balistických střelb

Náboje obou sestav (R a T) se střílí s každou určenou náplní:

- ve stejné době,
- ve stejném směru,
- stejným kvadrantovým náměrem.

Pro omezení vlivů vnějších podmínek měnících se během střelby by měly být náboje sestavy R i T stříleny prokládaně po ranách (tj. střídavě – jeden náboj sestavy R, jeden náboj sestavy T).

V případě, že vznikne podezření na možné ovlivnění výsledků srovnávací střelby pamětí děla (např. jsou-li smíchány dva typy náplní), je výhodné střilet prokládaně po skupinách ran (tj. jedna skupina nábojů sestavy R a jedna skupina nábojů sestavy T).

9.2 Balistická shodnost

Shodnost parametrů vnitřní balistiky je možné ověřovat při střelbě libovolným náměrem.

Shodnost parametrů vnější balistiky se ověřuje při střelbě náměrem cca 40°, tj. přibližně 700 mils.

Každá vybraná výmetná náplň je ověřována srovnávací balistickou střelbou stejného počtu nábojů v obou sestavách (R i T) (obvykle 12 ranami – jak vyplývá z obr. 2 v kapitole 12).

Balistická shodnost z hlediska rozptylu je vyhodnocena na základě výsledků porovnání rozptylu nástřelek s náboji sestavy R a s náboji sestavy T. Porovnání je provedeno aplikací Levenova testu nebo F-testu (jednostranné testy významnosti).

Balistická shodnost z hlediska středních hodnot je vyhodnocena na základě posouzení rozdílů výsledků v rámci dvojic R – T, skládajícími se z jedné nástřelky s náboji sestavy R a jedné nástřelky s náboji sestavy T, použitím t-testu (dvoustranného testu významnosti).

9.3 Balistická podobnost

U každé vybrané výmetné náplně je balistická podobnost testována regresní analýzou vyhodnocených rozdílů v rámci dvojic R – T, skládajícími se z výsledků měření jedné rány sestavy R a jedné rány sestavy T.

Doporučený rozsah střelecké zkoušky pro každou vybranou náplň je střelba pěti dvojic ran (R a T) třemi náměry – obvykle 22,5°; 40° a 62° (tj. 400 mils, 700 mils a 1100 mils).

V krajním případě lze střeleckou zkoušku pro každou vybranou náplň provést vystřelením jednotlivých dvojic ran (R a T) v pěti náměrech, obvykle ~ 20°; ~ 31°; ~ 42°; ~ 53° a ~ 65° (tj. 350 mils, 550 mils, 750 mils, 950 mils a 1150 mils).

9.4 Požadované údaje

Ke každému vystřelenému ověřovanému a referenčnímu náboji musí být zaznamenány následující údaje:

- meteorologické údaje,
- náměr,
- hmotnost střely,
- počáteční rychlost,
- dostřel,
- relativní výška dopadu nebo rozprasku střely vůči dělu,
- stranová odchylka,
- doba letu.

Přesnost požadovaných údajů musí být v souladu s ČOS 102502.

9.5 Statisticky zpracovávané veličiny

U testované a referenční sestavy nábojů se statisticky zpracovávají tyto veličiny:

- počáteční rychlost (měřená rychlost opravená na tabulkovou hmotnost referenčních střel R),
- dostřel a doba letu jako měřené veličiny opravené na tabulkovou:
 - hmotnost referenčních střel R,
 - počáteční rychlost referenčních střel R,
 - výšku rozprasku nebo dopadu, pokud možno vůči nadmořské výšce děla,
- měřená stranová odchylka.

U obou sestav nábojů se provede oprava měřených údajů s využitím příslušných tabulek střelby.

10 Odlehlé hodnoty

Při zpracování měřených hodnot se může vyskytnout natolik odlehlá hodnota, že zkresluje aktuální statistické rozdělení. Příčinou zkreslení může být, že:

- měření – i když patří k vyšetřovanému souboru – které se natolik odchyluje nebo se vyskytuje jen výjimečně, by mělo nepřiměřený vliv na výpočet odhadu rozptylu nebo střední hodnoty,
- odchýlení mohlo vzniknout následkem nějaké nezjištěné hrubé chyby při provádění testu.

Pro posuzování odlehlých hodnot existuje více pravidel. Jedno z nich je uvedeno v článku 12.4.

Při vylučování odlehlých měření je třeba důkladně uvážit všechny okolnosti, neboť odlehlá hodnota může představovat charakteristiku konkrétní sestavy.

11 Použití tabulek střelby k opravám na tabulkovou počáteční rychlost a tabulkovou hmotnost střel

11.1 Vliv změn tabulkové počáteční rychlosti a tabulkové hmotnosti střel na dostřel

Vliv změn tabulkové počáteční rychlosti (v_0) a tabulkové hmotnosti střel (m_{tab}) na dostřel lze vyjádřit vztahem:

$$\Delta X = (\Delta X / \Delta v_0) \cdot (\Delta v_0)_m + (\Delta X / \Delta m) \cdot \Delta m$$

kde

Δm – odchylka od tabulkové hmotnosti střely (v % tabulkové hmotnosti),

$(\Delta X / \Delta v_0)$ – jednotková změna dostřelu způsobená přírůstkem rychlosti v_0 o $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, která může být odečtena přímo z tabulky F v tabelovaných tabulkách střelby (podle STANAG 4119, Ed. 2),

$(\Delta v_0)_m$ – odchylka od tabulkové rychlosti v_0 , která by měla být dosažena při tabulkové hmotnosti střely (v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),

$(\Delta X / \Delta m)$ – dílčí změna dostřelu způsobená přírůstkem hmotnosti střely o 1 %, vyjádřená vztahem

$$(\Delta X/\Delta m) = (\Delta X/\Delta m)_{1SQ} \cdot \frac{\text{tabulková hmotnost}}{\text{hmotnost 1SQ} \cdot 100}$$

kde

$(\Delta X/\Delta m)_{1SQ}$ – jednotková změna dostřelu, vyvolaná přírůstkem hmotnosti střely o 1 SQ, která může být odečtena přímo z tabulky F v tabelovaných tabulkách střelby.

11.2 Vliv zvětšení hmotnosti střely

Vliv zvětšení hmotnosti střely z hlediska dostřelu se projevuje dvěma účinky:

- zmenšením počáteční rychlosti střely,
- zmenšením zbrzdění střely působením odporu vzduchu.

Změnu účinku odporu vzduchu lze vyjádřit vztahem:

$$(\Delta X/\Delta m) = (\Delta X/\Delta v_0) (\Delta v_0/\Delta m) + (\Delta X/\Delta m)v_0,$$

kde:

$(\Delta v_0/\Delta m)$ – dílčí změna počáteční rychlosti, způsobená zvětšením hmotnosti střely o 1 %,

$(\Delta X/\Delta m)v_0$ – dílčí změna dostřelu, způsobená zvětšením hmotnosti střely o 1 %, uvažovaná při konstantní počáteční rychlosti v_0 .

11.3 Vliv zmenšení rychlosti střely

Výraz

$$(\Delta X / \Delta m)_{v_0} = - (\Delta X/\Delta \rho),$$

je jednotkovou změnou dostřelu X , způsobenou zvětšením hustoty vzduchu o 1 %; tuto jednotkovou změnu lze odečíst přímo z příslušných sloupců oprav v tabulce F tabelovaných tabulkách střelby.

S pomocí tohoto výrazu lze vypočítat změnu $(\Delta v_0/\Delta m)$ jako

$$(\Delta v_0/\Delta m) = \frac{(\Delta X / \Delta m) - (\Delta X / \Delta m)_{v_0}}{(\Delta X / \Delta v_0)} = \frac{(\Delta X / \Delta m) - (\Delta X / \Delta \rho)}{(\Delta X / \Delta v_0)}.$$

11.4 Celková změna dostřelu

Celková změna dostřelu je pak dána vztahem

$$\Delta X = (\Delta X/\Delta v_0) / (\Delta v_0)_m + (\Delta v_0/\Delta m) \cdot \Delta m / - (\Delta X/\Delta \rho) \cdot \Delta m,$$

ve kterém jsou vlivy změny hmotnosti střel odděleny.

Celková měřená odchylka v_0 je složena ze dvou částí:

$$\Delta v_0 = (\Delta v_0)_m + (\Delta v_0/\Delta m) \cdot \Delta m.$$

12 Statistické techniky pro metodu srovnávací balistické střelby

V této kapitole jsou uvedeny statistické techniky potřebné k posouzení balistické shodnosti nebo balistické podobnosti sestav nábojů srovnávaných pomocí srovnávací balistické střelby.

12.1 Balistická shodnost

12.1.1 Úvod

Počet uvažovaných ran je

n_T .. v sestavě náboje T (index „T“),

n_R .. v sestavě náboje R (index „R“).

Obvykle je $n_T = n_R (= n)$.

Statistickými proměnnými x jsou počáteční rychlost, dostřel, stranová odchylka, doba letu – posuzované podle popisu v člancích 5. až 11.

Jednotlivý jev (měření) je x_{Ti} nebo x_{Ri} ($i = 1, 2, \dots, n_T$ nebo n_R).

12.1.2 Balistická shodnost z hlediska rozptylu

Skutečné rozptyly nebo rozptyly základních souborů jsou: σ_T^2 a σ_R^2 .

Výběrové rozptyly nebo odhady rozptylu základního souboru jsou:

$$s_T^2 = \frac{1}{n_T - 1} \sum (x_{Ti} - \bar{x}_T)^2, \quad s_R^2 = \frac{1}{n_R - 1} \sum (x_{Ri} - \bar{x}_R)^2,$$

$$\text{kde} \quad \bar{x}_T = \frac{1}{n_T} \sum x_{Ti} \quad \bar{x}_R = \frac{1}{n_R} \sum x_{Ri},$$

jsou střední hodnoty nebo odhady středních hodnot základního souboru μ_T a μ_R .

Testovanou hypotézou je $H_0: \sigma_T/\sigma_R \leq 1$, na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ proti $H_1: \sigma_T/\sigma_R > 1$.

Rozptyl lze testovat buď Levenovým testem, nebo F-testem. Upřednostňuje se Levenův test¹, protože je méně citlivý na odchýlení z normálního rozdělení.

12.1.2.1 Levenův test (jednostranný)

U obou souborů se stanoví mediány (med_T a med_R). Absolutní odchylky i -tého pozorování od příslušného mediánu souboru jsou:

$$d_{Ti} = |x_{Ti} - med_T|, \quad \text{a} \quad d_{Ri} = |x_{Ri} - med_R|.$$

Střední hodnoty těchto absolutních odchylek jsou:

$$\bar{d}_T = \frac{1}{n_T} \cdot \sum d_{Ti}, \quad \bar{d}_R = \frac{1}{n_R} \cdot \sum d_{Ri}.$$

Předpokládá se, že když $\sigma_T = \sigma_R$, pak pro praktické účely má podíl

¹ Levene, H.: Robust tests for quality of variances, in: Contributions to probability and statistics, essay in honour of H. Hotelling, Ed. by I. Olkin et al., Stanford 1960, pages 278-292.

$$t' = \frac{\bar{d}_T - \bar{d}_R}{\sqrt{M \left[\frac{1}{n_T} + \frac{1}{n_R} \right]}}$$

statistické rozdělení jako $t(f)$; počet stupňů volnosti $f = n_T + n_R - 2$,

a

$$M = \frac{1}{n_T + n_R - 2} \left[\sum (d_{Ti} - \bar{d}_T)^2 + \sum (d_{Ri} - \bar{d}_R)^2 \right],$$

je souhrnná hodnota odhadu momentu 2. řádu okolo střední hodnoty absolutních odchylek od mediánů.

Hypotéza H_0 se přijímá, je-li $t' < t_\alpha$; jinak se zamítá.

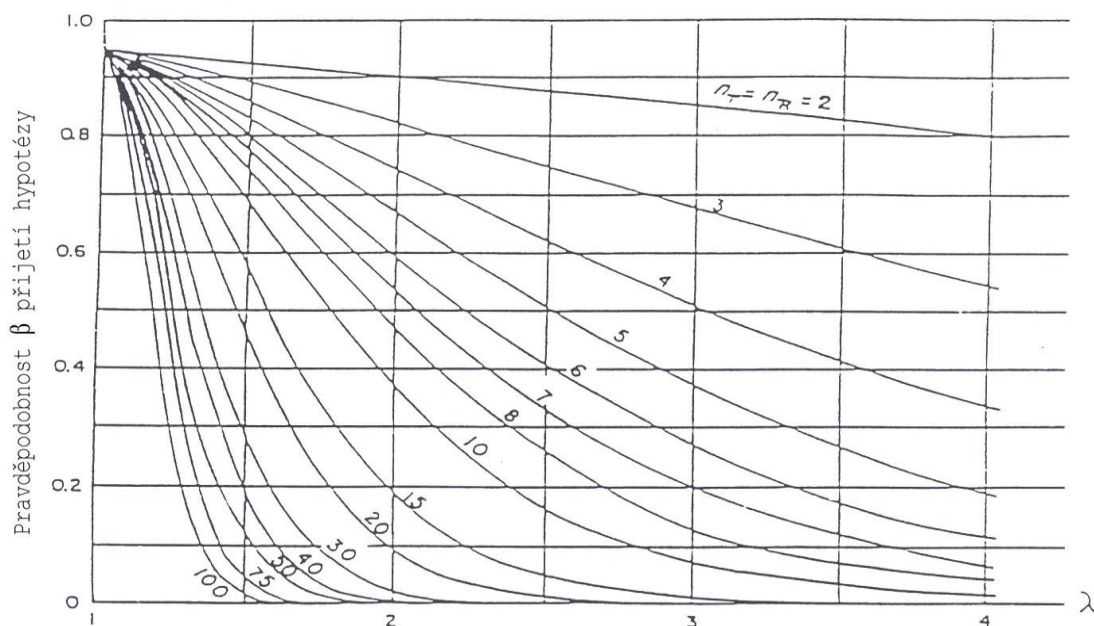
K dosažení stejné síly testu by měl být počet pozorování o cca 15 % větší než počet vyžadovaný pro F-test.

12.1.2.2 F-test (jednostranný)

- a) Vypočte se podíl $(s_T/s_R)^2$. V případě normálního rozdělení, je-li $\sigma_T = \sigma_R$, odpovídá tento podíl F -rozdělení s počtem stupňů volnosti $(f_1, f_2) = ((n_T - 1), (n_R - 1))$.

Platí-li, že $F \leq F_\alpha$, pak se hypotéza H_0 přijímá; v opačném případě se zamítá.

- b) Pravděpodobnost β přijetí hypotézy H_0 jako funkce $\lambda = \sigma_T/\sigma_R$ a počtu pozorování ($n_T = n_R = n$) může být odečtena z grafu operativní charakteristiky na obr. 1. Pro charakteristické hodnoty λ je síla testu rovna $1 - \beta$.



OBRÁZEK 1 – Graf operativní charakteristiky (křivky OC) pro testování hypotézy

H₀: $\lambda = \sigma_T / \sigma_R = 1$ proti

H₁: $\lambda = \sigma_T / \sigma_R > 1$ pomocí F-testu.

Hladina významnosti: $\alpha = 0,05$

(Převzato z: Crow, E. L., Davis, F. A. a Maxfield, M. W., 1960. Statistics Manual. Dover Publications Inc. (NAVORD Report 3369 – NOTS 948, U.S. Naval Ordnance Test Station)).

Z grafu lze odečíst pro $\beta = 0,10$ a $\lambda = 2,5$ hodnoty $n_T = n_R = 12$.

12.1.3 Balistická shodnost z hlediska středních hodnot

Uvažuje se stejný počet ran obou sestav $n_T = n_R = n$.

a) Vytvoří se dvojice pozorování R – T:

$$d_i = x_{Ti} - x_{Ri}; \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Rozptyl souboru dvojic d je

$$\sigma_d^2 = \sigma_T^2 + \sigma_R^2,$$

kde σ_T^2 a σ_R^2 jsou rozptyly souborů x_T a x_R .

Odhad velikosti tohoto rozptylu je

$$s_d^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (d_i - \bar{d})^2,$$

kde

$\bar{d} = \frac{1}{n} \cdot \sum d_i$ je průměr souboru, tj. hodnota odhadu průměru základního souboru d

$$\mu = \mu_T - \mu_R,$$

μ_T a μ_R jsou průměry základních souborů veličin x_T a x_R .

Testovaná hypotéza je $H_0: \mu = 0$ proti $H_1: \mu \neq 0$, normální hladina významnosti α obvykle bývá $\alpha = 0,05$.

Poté se použije t -testu (dvoustranného, rovnoměrně rozděleného).

vypočte se hodnota veličiny $t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$ pro počet stupňů volnosti $f = n - 1$.

Hypotéza H_0 se přijímá, když $|t| \leq t_{\alpha/2}$, jinak se zamítá.

b) Pravděpodobnost přijetí hypotézy H_0 jako funkce $\lambda = \mu / \sigma_d$ a počtu dvojic (n) může být odečtena z grafu operativní charakteristiky na obr. 2.

Pro charakteristické hodnoty λ je síla testu rovna $1 - \beta$.

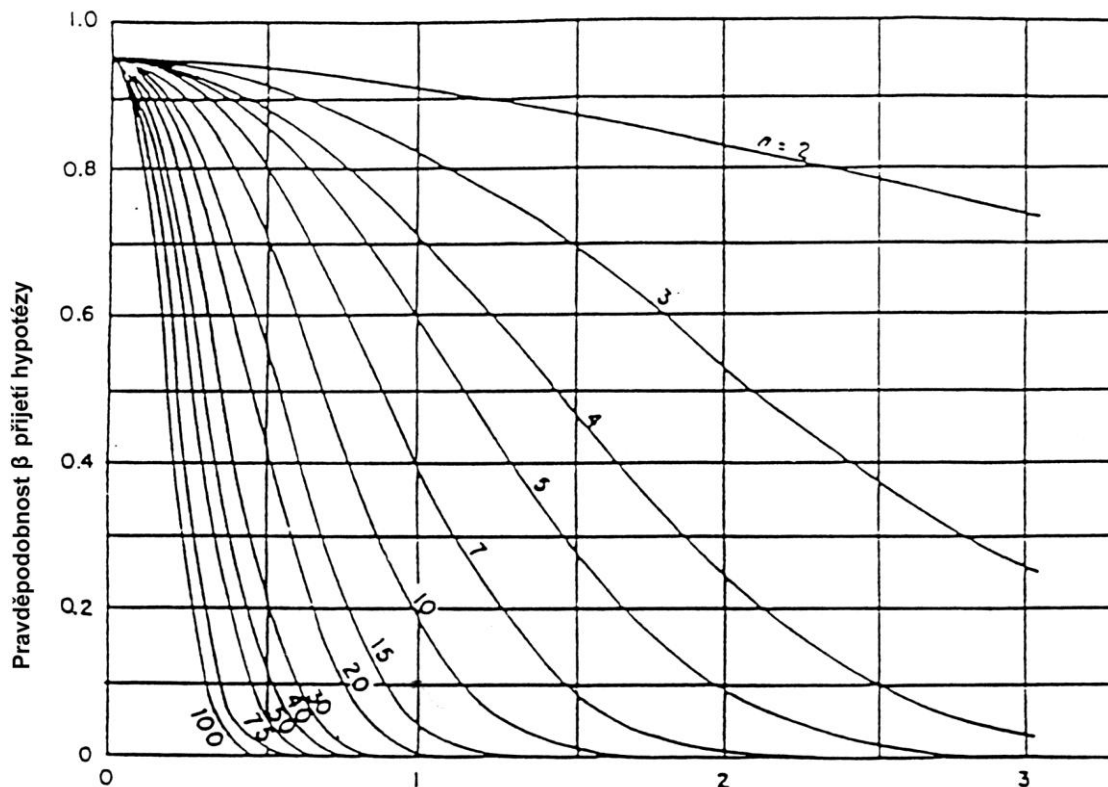
c) Při porovnávání výmetných náplní je nezbytné rozlišovat rozptyly charakterizující odchylky mezi nástřelkami téže výrobní série:

$$\sigma_{\text{round-to-round, R}}^2 \text{ a } \sigma_{\text{round-to-round, T}}^2,$$

a rozptyly charakterizující odchylku mezi výrobními sériemi:

$$\sigma^2_{lot-to-lot, R} \text{ a } \sigma^2_{lot-to-lot, T}.$$

Výše popsané techniky lze v případě provedení srovnávací střelby s náplněmi z několika výrobních sérií R a několika výrobních sérií T použít přímo, bez úprav.



OBRÁZEK 2 – Graf operativní charakteristiky (křivky OC) pro testování hypotézy

$H_0: \mu = 0$ proti

$H_1: \mu = \lambda \cdot \sigma \neq 0$ pomocí dvoustranného t-testu.

Hladina významnosti: $\alpha = 0,05$

(Převzato z: Crow, E.L., Davis, F.A. a Maxfield, M.W., 1960. Statistics Manual. Dover Publications Inc. (NAVORD Report 3369 – NOTS 948, U.S. Naval Ordnance Test Station)).

Z grafu lze pro $\beta = 0,10$ a $\lambda = 1,0$ odečíst hodnoty $n = 12$.

d) V případě, kdy byla použita pouze jedna výrobní série nábojů sestavy R a jedna výrobní série nábojů sestavy T, je nutné použít hodnoty rozptylů mezi výrobními sériemi založené na hodnotách odhadů získaných jiným způsobem. Rozptyl základního souboru rozdílů středních hodnot dvou sérií je

$$\sigma^2_{d(lot-to-lot)} = \sigma^2_{(lot-to-lot, R)} + \sigma^2_{(lot-to-lot, T)}.$$

Jestliže celkový průměr souboru všech sérií nábojů sestavy R je roven celkovému průměru všech sérií nábojů sestavy T a jestliže testované série jsou náhodně vybrány, pak rozdíl průměrů základních souborů vybraných sérií

$$\mu = \mu_T - \mu_R,$$

bude mít normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a výše uvedeným rozptylem. Pravděpodobnost, že dvě testované série (R a T) byly vybrány tak, že absolutní hodnota rozdílu základních souborů μ je menší než

$$\mu_{0,975} \cdot \sigma_d (\text{lot-to-lot}) = 1,96 \cdot \sigma_d (\text{lot-to-lot}),$$

je 95 %.

„ μ “ znamená distribuční funkci normálního rozdělení.

V důsledku toho by v tomto případě měl být interval přijetí hypotézy H_0 o tuto velikost rozšířen.

12.2 Balistická podobnost

Předpokládá se, že s každou sestavou nábojů je vystřelen stejný počet ran (n). Ke stanovení podobnosti je použita regresní analýza, založená na párovaných pozorováních. K posouzení velikosti rozdílů sledovaných parametrů se použije dále uvedených vztahů:

12.2.1 Dostřel

Zjištěné rozdíly dostřelů (ΔR), opravené na tabulkovou počáteční rychlost (v_0) a tabulkovou hmotnost střel, jsou převedeny na procentuelně vyjádřené rozdíly:

- tvarových koeficientů (Δi),
- koeficientů odporu (Δf_D),
- hustot vzduchu ($\Delta \rho$).

použitím vztahů:

$$\Delta i = \frac{\Delta R}{(\Delta R / \Delta i)},$$

$$\Delta f_D = \frac{\Delta R}{(\Delta R / \Delta f_D)},$$

$$\Delta \rho = \frac{\Delta R}{(\Delta R / \Delta \rho)}.$$

12.2.2 Stranová odchylka

Zjištěné rozdíly stranových odchylek dopadů střel ($\Delta defl$ – v mils) jsou převedeny na rozdíly v:

- koeficientů vztlaku (Δf_L) (v %),
- derivace ($\Delta drift$) (v %),

použitím vztahů:

$$\Delta f_L = \frac{\Delta defl}{(\Delta defl / \Delta f_L)},$$

$$\Delta_{drift} = \frac{\Delta_{defl}}{0,01 \cdot derivace}$$

12.2.3 Model

Analýza je založena na použití lineárního regresního modelu

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x,$$

kde:

x odpovídá náměru,

y odpovídá Δi , Δf_D , $\Delta \rho$, Δf_L nebo derivaci,

soustava koeficientů (β_0 , β_1) odpovídá jednotlivým položkám.

12.3 Statistické hodnocení

12.3.1 Odhad regresních koeficientů

U každé náplně je nutné zvážit počet dvojic R – T vystřelených každým ze tří nebo více náměrů.

Náměry jsou označeny x_i ($i = 1, 2, \dots, m$).

Hodnoty y , získané při náměru x_i , jsou označeny y_{ij} ($j = 1, 2, \dots, n_i$).

Celkový počet dvojic je $n = \sum n_i$

V obvyklém postupu se použije:

$$m = 3; \quad n_1 = n_2 = n_3 = 5; \quad n = 15.$$

V krajním případě:

$$m = 5; \quad n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = n_5 = 1; \quad n = 5.$$

Regresní koeficienty jsou stanoveny následovně:

$$E(\beta_1) = b_1 = \frac{\sum \sum (x_i - \bar{x})(y_{ij} - \bar{y})}{\sum n_i (x_i - \bar{x})^2}$$

$$E(\beta_0) = b_0 = \bar{y} - b_1 \cdot \bar{x},$$

kde: $\bar{x} = 1/n \cdot \sum n_i \cdot x_i$;

$$\bar{y} = 1/n \cdot \sum \sum y_{ij};$$

12.3.2 Testování předpokladu linearity

Jestliže je k dispozici více než jedno pozorování při jednom nebo více náměrech, může být použitím F-rozdělení vyšetřena dobrá shoda:

Společný odhad hodnoty rozptylu y_{ij} je:

$$s_1^2 = \frac{1}{n-m} \sum \sum (y_{ij} - \bar{y}_i)^2,$$

kde $\bar{y}_i = \frac{1}{n_i} \sum y_{ij}$ je průměr výběru pro $x = x_i$

Rozptýlení okolo regresní přímky ve vertikálním směru (y) je měřeno pomocí parametru

$$s_2^2 = \frac{1}{m-2} \sum n_i (\bar{y}_i - (b_0 + b_1 x_i))^2,$$

Jestliže

$(s_2/s_1)^2 > F_\alpha$, zamítá se předpoklad linearity na hladině významnosti α .

Počet stupňů volnosti $(f_1, f_2) = ((m-2), (n-m))$.

Obvykle se volí $\alpha = 0,10$.

Při obvyklém postupu je: $(f_1, f_2) = (1, 12)$; $F_{0,10} = 3,18$.

V nejmenším přípustném rozsahu zkoušek nelze test linearity takto provádět. V tomto případě by linearita měla být testována subjektivně – odhadem pomocí diagramu.

12.3.3. Konstrukce konfidenčního intervalu

Kvůli sestrojení konfidenčního intervalu $(1 - \alpha)$ podél celé regresní čáry je regresní interval $(1 - \alpha)$ určen tak, aby odpovídal vybraným hodnotám x :

$$(b_0 + b_1 x) \pm \sqrt{2F_\alpha} \cdot s_e \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + (x - \bar{x})^2 / \sum n_i \cdot (x_i - \bar{x})^2},$$

kde „směrodatná chyba odhadu“ je odmocninou z výrazu

$$s_e^2 = \frac{1}{n-2} \sum \sum (y_{ij} - (b_0 + b_1 x_i))^2 = \frac{1}{n-2} \left[\sum \sum (y_{ij} - \bar{y})^2 - b_1^2 \sum n_i (x_i - \bar{x})^2 \right],$$

což je míra rozptýlení y_{ij} okolo regresní čáry ve vertikálním směru (y).

Počet stupňů volnosti pro F je:

$$(f_1, f_2) = (2, n - 2).$$

Obvykle se volí $\alpha = 0,10$.

Při obvyklém postupu: $(f_1, f_2) = (2, 13)$; $F_\alpha = 2,76$.

V nejmenším přípustném rozsahu zkoušek: $(f_1, f_2) = 2, 3$; $F_\alpha = 5,46$.

Poté se vypočítají konfidenční intervaly pro všechna pozorování x a zakreslenými body se – podle obr. 3 – proloží „hladké“ (vyhlazené) křivky.

12.3.4 Test nulové hypotézy pro koeficienty (volitelný)

První test $H_0: \beta_1 = 0$ proti $H_1: \beta_1 \neq 0$.

Bere se přitom do úvahy:

$$t = \frac{b_1}{s_b}, \text{ kde } s_b \text{ je odmocnina výrazu } s_b^2 = s_e^2 / \sum n_i (x_i - \bar{x})^2.$$

Hypotéza H_0 se zamítá, je-li $t < -t_{\alpha/2}$ nebo $t > t_{\alpha/2}$.

Není-li tato hypotéza zamítnuta, testuje se v dalším hypotéza $H_0: \beta_0 \neq 0$ proti $H_1: \beta_0 = 0$.

Bere se přitom do úvahy:

$$t = \frac{b_0}{s_e} / \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum n_i (x_i - \bar{x})^2}},$$

H_0 se zamítá, je-li $t < -t_{\alpha/2}$ nebo $t > t_{\alpha/2}$.

Počet stupňů volnosti je $f = n - 2$. Obvykle se volí hladina významnosti $\alpha = 0,10$.

Při obvyklém postupu: $f = 13$; $t_{0,05} = 1,771$.

V krajním případě: $f = 3$; $t_{0,05} = 2,353$.

Jestliže hypotéza $H_0: \beta_0 = 0$ není zamítnuta, nevyžaduje se korekce. Je však nutné vždy testování doplnit i hodnocením podle následujícího článku 12.3.5.

12.3.5 Ověření stupně podobnosti

Pro příslušnou položku je jako prostá balistická oprava (dálky nebo strany) zvolena neproměnná hodnota $y = y_0$, rovnající se nebo blízká k y . Po zavedení opravy je stupeň podobnosti hodnocen následovně:

12.3.5.1 Dálka

Pro vybrané hodnoty x odpovídající změně o $\pm 0,95$ % dostřelu – jsou použitím následujícího vztahu vypočteny hodnoty y :

$$\Delta y = \frac{0,0095 \cdot \text{dálka}}{(\Delta \text{dálka} / \Delta y)},$$

kde Δy je:

- koeficient tvaru (Δi), nebo
- koeficient odporu (Δf_D), nebo
- procento hustoty vzduchu ($\Delta \rho$).

Vypočtené hodnoty $y = y_0 \pm \Delta y$ se zakreslí a těmito body se proloží hladké křivky.

Nenachází-li se konfidenční meze mezi těmito ± 1 %-ními křivkami, opakuje se výpočet pro $\pm 4,75$ % použitím vztahu

$$\Delta y = \frac{0,0475 \cdot \text{dálka}}{(\Delta \text{dálka} / \Delta y)}.$$

12.3.5.2 Stranová odchylka

Pro vybrané hodnoty x , odpovídající změně o $\pm 0,3$ % dostřelu – jsou použitím následujícího vztahu vypočteny hodnoty y ze vztahu:

$$\Delta y = \Delta f_L = \frac{3}{(\Delta \text{derivace} / \Delta f_L)}, \quad \text{nebo}$$

$$\Delta y = \Delta \text{derivace} \text{ (v \% derivace)} = \frac{300}{\text{derivace}}.$$

Vypočtené hodnoty $y = y_0 \pm \Delta y$ se zakreslí a těmito body se proloží hladké křivky.

Jestliže se konfidenční meze nenachází mezi těmito $\pm 0,3$ %-ními křivkami, opakuje se výpočet pro $\pm 1,5$ % použitím

$$\Delta y = \Delta f_L = \frac{15}{(\Delta \text{derivace} / \Delta f_L)}, \text{ nebo}$$

$$\Delta y = \Delta \text{derivace (v \% derivace)} = \frac{1500}{\text{derivace}}.$$

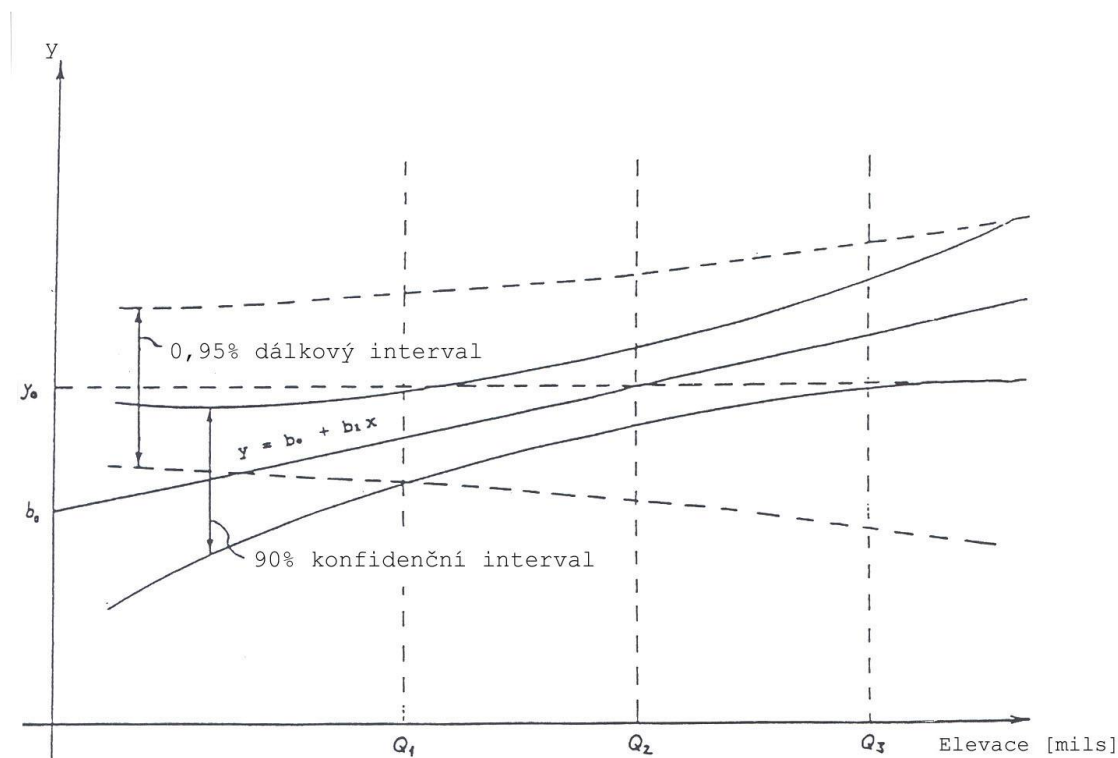
12.3.5.3 Stupeň podobnosti

Konstatuje se, že existuje jednocentní podobnost, jestliže po použití vybraného souboru prostých balistických oprav (y_0 pro dálku a stranu) je konfidenční interval pro dálku v mezích $\pm 0,95$ % dostřelu a konfidenční interval pro stranu v mezích $\pm 0,3$ % dostřelu.

Konstatuje se, že existuje pětiprocentní podobnost, jestliže po použití vybraného souboru prostých balistických oprav (y_0 pro dálku a stranu) je konfidenční interval pro dálku v mezích $\pm 4,75$ % dostřelu a konfidenční interval pro stranu v mezích $\pm 1,5$ % dostřelu.

Obecný princip je znázorněn na obr. 3.

Obecně platí, že křivky začínají náměrem odpovídajícím 20 % maximálního dostřelu.



OBRÁZEK 3 – Regresní čára 90% konfidenčního intervalu s 0,95% intervalem dostřelu (princip).

V případě znázorněném na obrázku je znázorněno, že 1%-ní podobnosti bude dosaženo při náměrech větších než je Q_1 .

12.4 Odlehlé hodnoty

K testování odlehlých hodnot se doporučuje použít:

Grubsov test odlehlých hodnot²:

Je dán datový soubor (výběr) s n údaji: x_1, x_2, \dots, x_n .

Vypočte se veličina $T = \frac{|x_k - \bar{x}|}{s}$,

kde

x_k ... znamená největší (nejmenší) pozorování ve výběru testovaném na odlehlost,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \dots \text{střední hodnota výběru,}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2 \dots \text{výběrový rozptyl.}$$

Je-li veličina T větší než kritická hodnota odečtená z následující tabulky pro určitou hladinu významnosti α , lze x_k považovat za odlehlé pozorování.

Kritické hodnoty veličiny T pro jednostranný test směrodatné odchylky vypočtené ze stejného výběru jsou uvedeny v tabulce 2.

TABULKA 2 – Kritické hodnoty veličiny T pro jednostranný test

Počet pozorování n	Hladina významnosti 5 %	Hladina významnosti 2,5 %	Hladina významnosti 1 %
3	1,15	1,15	1,15
4	1,46	1,48	1,49
5	1,67	1,71	1,75
6	1,82	1,89	1,94
7	1,94	2,02	2,10
8	2,03	2,13	2,22
9	2,11	2,21	2,32
10	2,18	2,29	2,41
11	2,23	2,36	2,48
12	2,29	2,41	2,55
13	2,33	2,46	2,61
14	2,37	2,51	2,66

² Grubbs, F. E., 1969. Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples. Technometrics, Vol. 11, No. 1

Počet pozorování <i>n</i>	Hladina významnosti 5 %	Hladina významnosti 2,5 %	Hladina významnosti 1 %
15	2,41	2,55	2,71
16	2,44	2,59	2,75
17	2,47	2,62	2,79
18	2,50	2,65	2,82
19	2,53	2,68	2,85
20	2,56	2,71	2,88
21	2,58	2,73	2,91
22	2,60	2,76	2,94
23	2,62	2,78	2,96
24	2,64	2,80	2,99
25	2,66	2,82	3,01
30	2,75	2,91	
35	2,82	2,98	
40	2,87	3,04	
45	2,92	3,09	
50	2,96	3,13	
60	3,03	3,20	
70	3,09	3,26	
80	3,14	3,31	
90	3,18	3,35	
100	3,21	3,38	

Převzato z: Grubbs, F. E., 1969. Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples. Technometrics, Vol. 11, No. 1, pp. 1–21.

13 Stanovení potřebného rozsahu výběru pro metodu srovnávací balistické střelby

Směrnice pro stanovení požadovaného rozsahu výběru mohou být založeny buď na statistických nebo na praktických úvahách (cena, ekonomika, časová omezení atd.) nebo na obojích.

13.1 Rozvaha ze statického hlediska

Pro tento případ se předvídají dva typy testování hypotéz:

- test rovnosti ROZPTYLŮ,
- test rovnosti STŘEDNÍCH HODNOT (nejdůležitější test).

Požadovaný rozsah výběru bude založen na dvoustranném testu hypotézy středních hodnot:

| H_0 : $\mu_T = \mu_R$ rovnost dvou středních hodnot (nulová hypotéza),

| H_1 : $\mu_T \neq \mu_R$ reálné střední hodnoty jsou významně rozdílné (alternativní hypotéza).

Nechť α je hladina významnosti testu, ale není známo, zda platí, že: $\sigma_T = \sigma_R$ (testováno hypotézou na rozptyly).

V tomto případě je možno použít dvou praktických přístupů, založených na statistických rozvahách.

13.1.1 První přístup

Rozsah výběru n_T (pro testovanou sestavu) a n_R (pro referenční sestavu) se stanoví tak, že graf operativní charakteristiky testu (obr. 4) prochází dvojicí bodů A a B odpovídajících „zájmům“ dvou zúčastněných stran („dodavatel“ a „odběratel“).

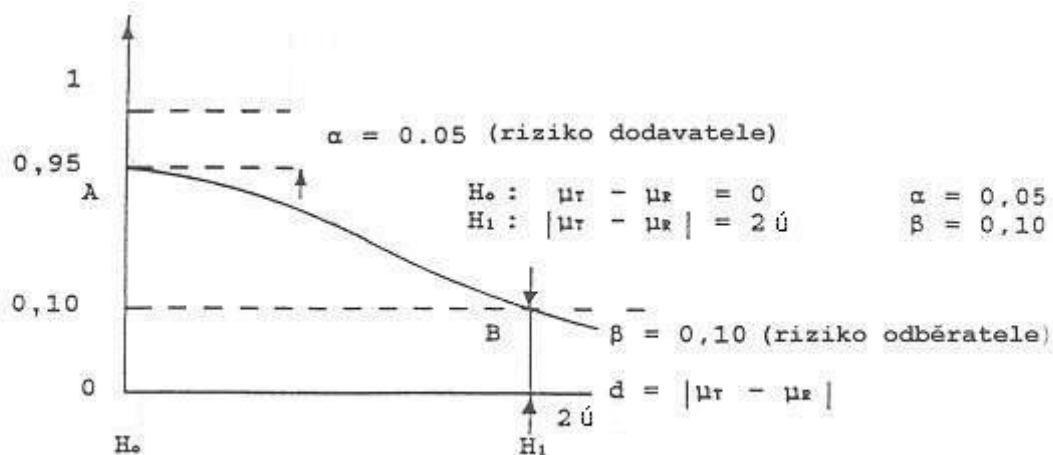
H_0 (nulová hypotéza): $\mu_T - \mu_R = 0$ na hladině významnosti α ,

H_1 (alternativní hypotéza): $|\mu_T - \mu_R| =$ specifická hodnota s pravděpodobností β (což je pravděpodobnost nezjištění specifické hodnoty).

Obvyklá hodnota pro α je 0,05 a pro β je 0,10.

Předpokládá se H_1 : $|\mu_T - \mu_R| = 2 \text{ } \acute{u}$ (pravděpodobné úchyly),

$\beta = p$ (přijetí H_0) = p (nezjištění $d = |\mu_T - \mu_R|$).



OBRÁZEK 4 – Graf operativní charakteristiky

Ve skutečnosti to znamená, že návrh rozsahu výběru sebou nese rizika dvou stran, tj. „dodavatele“ a „odběratele“, která jsou ochotni přijmout.

Riziko přijetí chyby prvního druhu je $\alpha = 0,05$, což znamená pro dodavatele možnost zamítnutí nulové hypotézy H_0 , ačkoliv byla správná ($\mu_T = \mu_R$).

Vyjádřeno jinak – dodavatel očekává, že při zvoleném rozsahu výběru bude výsledkem testu hypotézy v 95 % všech případů přijetí H_0 , ale v 5 % případů chybně povede k vyloučení správné H_0 .

Riziko přijetí chyby druhého druhu je $\beta = 0,10$, což znamená, že odběratel – zde potenciální kupující, uživatel nebo dělostřelec – nese 10% riziko přijetí hypotézy

$H_0: (\mu_T = \mu_R)$, přestože by měla být vyloučena, protože je pravdivá alternativní hypotéza

$H_1: (|\mu_T - \mu_R|) \geq 2 \acute{u}$. Tyto 2 pravděpodobné úchyly (\acute{u}) jsou to, co je „odběratel“ ochoten v krajnosti přijmout s 10% možností.

Takže nejčastěji, a to v 90 % všech případů, plán výběru povede ke správnému vyloučení H_0 , protože to byla nesprávná hypotéza, ale v 10 % případů chybně připustí přijetí H_0 .

Pro zjištění velikosti n_T a n_R lze použít buď tabulek nebo grafu operativní charakteristiky.

Pro tyto typické případy: $H_0: |\mu_T - \mu_R| = 0 \quad \alpha = 0,05,$
 $H_1: |\mu_T - \mu_R| = 2 \acute{u} \quad \beta = 0,10,$

Lze nalézt $n_T = n_R = n = 12$.

Poznámka

- Hodnota $|\mu_T - \mu_R| = 2 \acute{u}$ je odvozena z požadavků na přesnost dopadů střel, totiž, že systematický posun (strannost) o velikosti $2\acute{u}$ začíná významně zhoršovat balistický účinek v cíli (typicky asi o 10 % ve skupině ran vystřelených z dělostřeleckého zbraňového systému na typické dálky).
- Nejlepší síla testu $(1 - \beta)$ je získána při $\mu_T = \mu_R$.

Lze zvolit i jiné soubory rizik α a β ; parametry α , β a rozsah výběru n však nejsou navzájem nezávislé. Ve skutečnosti při stálém rozsahu n (obvyklý rozsah výběru je zachováván) zmenšování jednoho typu rizika automaticky zvětšuje druhý typ rizika.

Například, když pro zvolené α (předpokládejme $\alpha = 0,05$) je rozsah výběru umožňující dosahovat přiměřeně malou hodnotu β (předpokládejme $\beta = 0,10$) příliš velký (předpokládejme $n = 12$) a je skutečně důležité zjistit nejmenší rozdíl $2\acute{u}$ – jestliže existuje; pak lze navrhnout méně konzervativní hodnotu α (tj. větší) (předpokládejme $\alpha = 0,10$). Tím se bude redukovat rozsah výběru na $n = 8$, aby se dosáhlo stejného rizika $\beta = 0,10$ pro odběratele. Pak ale „dodavatel“ musí být ochoten nést vyšší riziko (10 % namísto 5 %).

13.1.2 Druhý přístup

Lze také pevně stanovit hodnoty pro obvyklý rozsah výběru $n_T = n_R = n$ a potom ověřit, zda jsou zahrnuta potenciální rizika pro obě strany. V následujících tabulkách jsou uvedeny hodnoty pro $1 - \beta$ nebo β pro určitý počet hodnot n a pro hodnoty $\alpha = 0,01, 0,05$ a $0,10$.

$$1 - \beta = p \text{ (pravděpodobnost zjištění, že rozdíl } |\mu_T - \mu_R| = 2 \acute{u} \\ = p \text{ (pravděpodobnost vyloučení nesprávné } H_0).$$

TABULKA 3 – Kritické hodnoty ($1 - \beta$)

<i>n</i>	<i>$\alpha = 0,01$</i>	<i>$\alpha = 0,05$</i>	<i>$\alpha = 0,10$</i>
3			<u>0,50</u>
4			0,64
5		<u>0,50</u>	0,73
6		0,60	0,80
7		0,65	0,85
8	<u>0,50</u>	0,70	0,90
9	0,55	0,80	0,92
10	0,60	0,83	0,94
11	0,70	0,86	<u>0,95</u>
12	0,75	0,90	
13	0,80	0,93	<u>0,99</u>
14	0,83	<u>0,95</u>	
15	0,86		
16	0,90		
17	0,92		
18	0,93		
19	<u>0,95</u>		
20		<u>0,99</u>	
...			
26	<u>0,99</u>		

$\beta = p$ (pravděpodobnost zjištění rozdílu $|\mu_T - \mu_R| = 2 \hat{u}$
 $= p$ (pravděpodobnost vyloučení nesprávné H_0).

TABULKA 4 – Kritické hodnoty β

<i>n</i>	<i>$\alpha = 0,01$</i>	<i>$\alpha = 0,05$</i>	<i>$\alpha = 0,10$</i>
3			<u>0,50</u>
4			0,37
5		<u>0,50</u>	0,27
6		0,40	0,20
7		0,35	0,15
8	<u>0,50</u>	0,30	0,11
9	0,45	0,20	0,08
10	0,40	0,17	0,06
11	0,30	0,14	<u>0,05</u>
12	0,25	0,10	
13	0,20	0,07	<u>0,01</u>
14	0,17	<u>0,05</u>	
15	0,14		

<i>n</i>	<i>α = 0,01</i>	<i>α = 0,05</i>	<i>α = 0,10</i>
16	0,10		
17	0,08		
18	0,07		
19	<u>0,05</u>		
20		<u>0,01</u>	
...			
26	<u>0,01</u>		

Je-li požadovaný rozsah výběru stanoven tak, aby prokázal vyhovující testy hypotézy na rovnost skutečných středních hodnot, lze pak posoudit, jak dobrý bude jednostranný test rovnosti rozptylů (který by měl předcházet testu středních hodnot) se stejným rozsahem výběrů, jak je uvedeno výše.

$$\text{v tomto případě: } H_0: \sigma_T^2 = \sigma_R^2 \text{ nebo } \frac{\sigma_T^2}{\sigma_R^2} = 1 \text{ s } \alpha$$

$$H_1: \mu_T^2 = k^2 \cdot \mu_R^2 \text{ nebo } \frac{\mu_T^2}{\mu_R^2} = k^2 > 1 \text{ s } \beta$$

Kde k je číslo charakterizující rozdíl hodnot μ_T a μ_R .

Následující tabulka uvádí hodnoty pro $\beta = p$ (pravděpodobnost chybného zjištění $\sigma_T = k \cdot \sigma_R$).

TABULKA 5 – Kritické hodnoty β

<i>n</i>	<i>α = 1,5</i>	<i>α = 2</i>	<i>α = 2,5</i>	<i>α = 3</i>	<i>α = 3,5</i>
3	0,92	0,83	0,75	0,68	<u>0,62</u>
4				<u>0,50</u>	
5			0,50		
6					
7		<u>0,50</u>			<u>0,10</u>
8					
9				<u>0,10</u>	
10					
11					
12			<u>0,10</u>		
18	<u>0,50</u>				
19					
20		<u>0,10</u>			

13.2 Praktické rozvahy

V důsledku praktických omezení (ceny, ekonomika, trvání testů...) nelze vždy stanovit požadovaný rozsah výběru podle zásad založených jen na statistických rozvahách. S využitím předchozí tabulky pro testování průměrů lze zjistit, že počtu

$n_T = n_R = n = 5$ (pro $\alpha = 0,05$) odpovídá parametr $\beta = 1 - \beta = 0,5$ (práh rentability – kritický bod). Interpretace této velikosti parametru β je, že:

- odběratel v 50 % případů považuje skutečné střední hodnoty za rovné (tj. že $\mu_T = \mu_R$); přičemž ve skutečnosti jsou rozdílné, tj. $|\mu_T - \mu_R| > 2 \sigma$, což by nebyl ochoten tolerovat.

Velikost výběru $n_T = n_R = n = 5$ je nutno považovat za nejmenší možný rozsah výběru, z kterého však vyplývá příliš velké riziko (50 %) pro odběratele nebo dělostřelce.

V případě nutnosti kompromisu se doporučuje navrhnout velikost výběrů bližší k hodnotě $n = 12$ (dávající dostatečnou záruku pro minimální riziko odběratele), neboť hodnoty bližší k číslu $n = 5$ dávají za předpokladu $\alpha = 0,05$ nedostatečnou záruku pro odběratele.

14 Metoda založená na srovnávání dráhy modifikovaného hmotného bodu a výsledků měření balistického sledovacího radiolokátoru

Podstatou této kapitoly je stanovit použitím radiolokačních nebo simulačních technik, zda vnějšněbalistické vlastnosti střel testovaných nábojů sestavy T mohou být považovány za shodné nebo podobné vnějšněbalistickým vlastnostem střel referenčních nábojů sestavy R. V případě potřeby mohou být také stanoveny prosté vnějšněbalistické opravy.

14.1 Opravy

Prosté vnějšněbalistické opravy – uvažované v souvislosti s balistickou podobností – jsou jednoduchými úpravami dat dráhy modelu modifikovaného hmotného bodu (ČOS 109001). Pro náboje referenční sestavy jsou tyto opravy dány v podobě koeficientů násobících sílu odporu vzduchu, vztlakovou sílu nebo Magnusovu sílu; tyto koeficienty mohou být buď konstantní, nebo pro případ řízení palby počítačem mohou být funkcemi kvadrantového náměru. Tyto opravy mohou být aplikovány k tabulkám střelby pomocí oprav hustoty vzduchu, derivace nebo doby letu.

14.2 Metody

14.2.1 Obecné poznámky

Náboje sestavy R se považují za referenční. Pro tuto sestavu musí být k dispozici soubor podstatných informací, obsahující:

- a) model dráhy střely (ve smyslu ČOS 109001) s aerodynamickými údaji a doplněný opravnými koeficienty pro každé dělo, z něhož bude stříleno,
- b) tabulky střelby (ve smyslu STANAG 4119, Ed. 2),
- c) střelecké protokoly s údaji o dostřelech a přesnosti střelby s připojenými analýzami.

Obdobný souhrn údajů by měl být k dispozici i pro testované náboje sestavy T; v krajním případě se požaduje alespoň vnějšněbalistické posouzení očekávaných balistických parametrů nábojů sestavy T.

Volbu použití simulační nebo střelecké metody je vhodné provést podle kvality dostupných údajů pro náboje sestavy T nebo podle důležitosti jednotlivých kombinací R/T z uživatelského hlediska (viz obr. 5).

V obr. 5 jsou naznačeny jednotlivé kroky metod aplikovaných v této kapitole. Prvotním krokem v rozhodovacím procesu je posouzení dostupných údajů a rozhodnutí, zda shoda nebo podobnost může být stanovena jen metodou simulace nebo zda jsou k tomu potřebné střelecké zkoušky. Toto posouzení by mělo být zpracováno balistiky a zástupci uživatele se zkušenostmi s velkorážovými zbraněmi. Metoda simulace je popsána v článku 14.2.2 a střelecká metoda v článku 14.2.3.

14.2.2 Metoda simulace

Tato nestřelecká metoda může být použita ke stanovení stupně podobnosti mezi náboji sestavy R a T s dostatečně známými charakteristikami. V tomto případě by měly soubory údajů pro sestavy R a T obsahovat alespoň tyto informace:

- a) aerodynamické údaje pro model dráhy MPM a setrvačností charakteristiky střel spolu s připojenými opravnými faktory (ve smyslu ČOS 109001, 1. vyd.),
- b) tabulky střelby (ve smyslu STANAG 4119, Ed. 2),
- c) střelecké protokoly s údaji o dostřelech a přesnosti střelby s připojenými analýzami,
- d) doklad o prokázání způsobilosti nábojů sestavy T ke střelbě provedené praktickou střelbou.

Metoda simulace může být použita také tehdy, rozhodne-li komise odborníků určená pro zkoušky, že dostupné informace jsou vzhledem k málo pravděpodobnému výskytu určité kombinace R/T dostačující k přiřazení odpovídajícího stupně zaměnitelnosti této kombinaci bez provedení ověřovacích střeleckých zkoušek.

14.2.1.1 Stupeň podobnosti

Stupeň podobnosti vnějšněbalistických charakteristik nábojů dvou sestav R a T bude stanoven simulací následujícím postupem:

- a) simulace modelu MPM sestavy R s daty R pro vybrané náplně a náměry v normálních balistických podmínkách, poskytující odhad střední hodnoty délky a derivate,
- b) simulace modelu MPM sestavy T s daty T pro vybrané náplně a náměry, v normálních balistických podmínkách, poskytující odhad střední hodnoty délky a derivate,
- c) porovnání výsledků simulací,
- d) balistické shody je dosaženo, jestliže žádný z rozdílů v délce a v derivaci mezi výsledky simulace sestav R a T není větší než jedna pravděpodobná úchylka délková a šířková odečtená z tabulek střelby pro sestavu R,

- e) balistické podobnosti 1 %, případně 5 % bude dosaženo, jestliže žádný z rozdílů v dálce a v derivaci s opravami nebo bez oprav mezi simulacemi sestav R a T není větší než 0,95 %, případně 4,75 % dostřelu v dálce a 0,3 %, případně 1,5 % dostřelu v derivaci. V případě potřeby je nutno použít opravných koeficientů, ve tvaru uvedeném v tabulce 5,
- f) jestliže po zavedení oprav jsou rozdíly mezi výsledky simulací sestav R a T větší než 4,75 % dostřelu v dálce a větší než 1,5 % dostřelu v derivaci, pak nemůže být balistické podobnosti dosaženo,
- g) v případě potřeby může být po vyhodnocení výsledků metody simulace provedena ověřovací balistická střelba.

14.2.3 Střelecká metoda

Tato metoda je založena na použití balistického radiolokátoru pro dráhová měření při balistické střelbě. Lze ji takto použít ke stanovení balistické shody nebo stupně podobnosti mezi náboji sestavy R a T. Možnými srovnávanými sestavami mohou být např.:

- a) R – referenční střela se svým referenčním zapalovačem a T – tatáž střela s jiným zapalovačem,
- b) R – referenční střela zkonstruovaná a vyráběná v jedné zemi a T – střela stejného typu vyráběná v jiné zemi,
- c) R – referenční střela s referenční účinnou náplní a T – stejná střela s jinou účinnou náplní.

Dostupné systémy balistických radiolokátorů poskytují přímá měření radiální rychlosti střel, která lze použít spolu s měřeními větru a hustoty vzduchu společně s modelem dráhy (ve smyslu ČOS 109001, 1. vyd.) k určení odporové síly a celkového koeficientu odporu vzduchu (C_D) jako funkce Machova čísla.

Určování polohy střely na dráze pomocí balistického radiolokátoru umožňuje kromě schopnosti odhadnout rozdíly ve velikostech síly odporu vzduchu také získat data potřebná k odhadu korekcí vztlaku a Magnusovy síly.

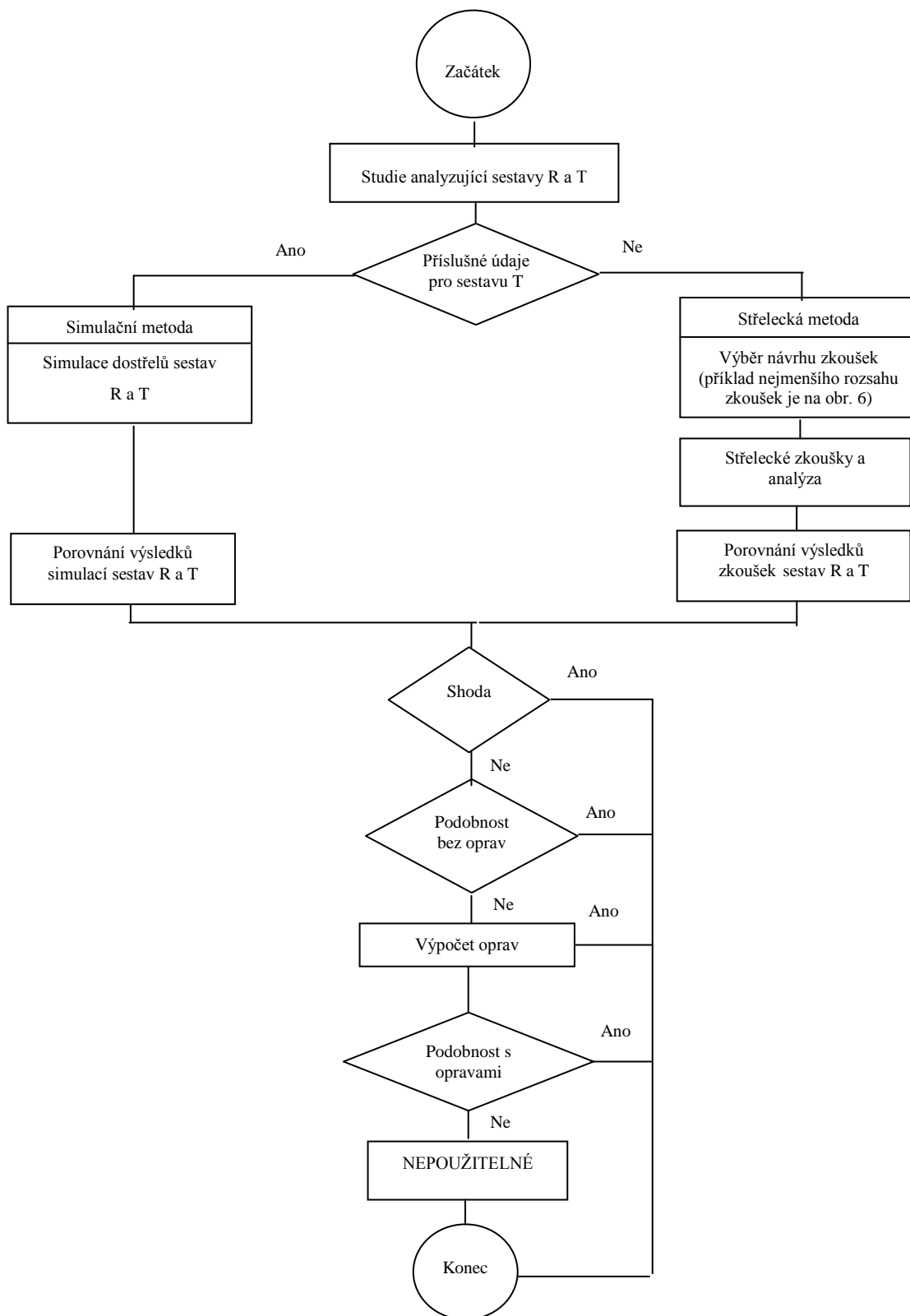
Náboje obou sestav musí být vystřeleny za stejných podmínek – v téže době – ze zavedeného typu zbraně. Pro střelbu by měly být voleny náměry dostatečně vysoké, aby umožnily přiměřené pokrytí Machových čísel po celém letu, ale ne vyšší. Toto zmenšuje nároky na měření větru ve vyšších výškách, umožňuje větší tempo střelby a lepší využití střelnice. Náplně a náměry obou sestav nábojů by měly být zvoleny tak, aby zabezpečily pokrytí úplného rozsahu Machových čísel u každé střelecky ověřované sestavy.

Střelecké zkoušky budou provedeny balistickou střelbou nábojů sestavy R a T prokládaně po ranách (tj. střídavým způsobem – jedna rána sestavy R, jedna rána sestavy T) každou z požadovaných náplní. Počet vystřelených ran v každé střelecké skupině by měl být stanoven na základě požadované konfidenční úrovně pro shodu nebo podobnost a může být stanoven kterýmkoliv standardním statistickým testem metodou vybranou dle kapitoly 12. Minimální počet ran je dán tabulkou 6 v závislosti na plánu zkoušek určeném z obr. 1.

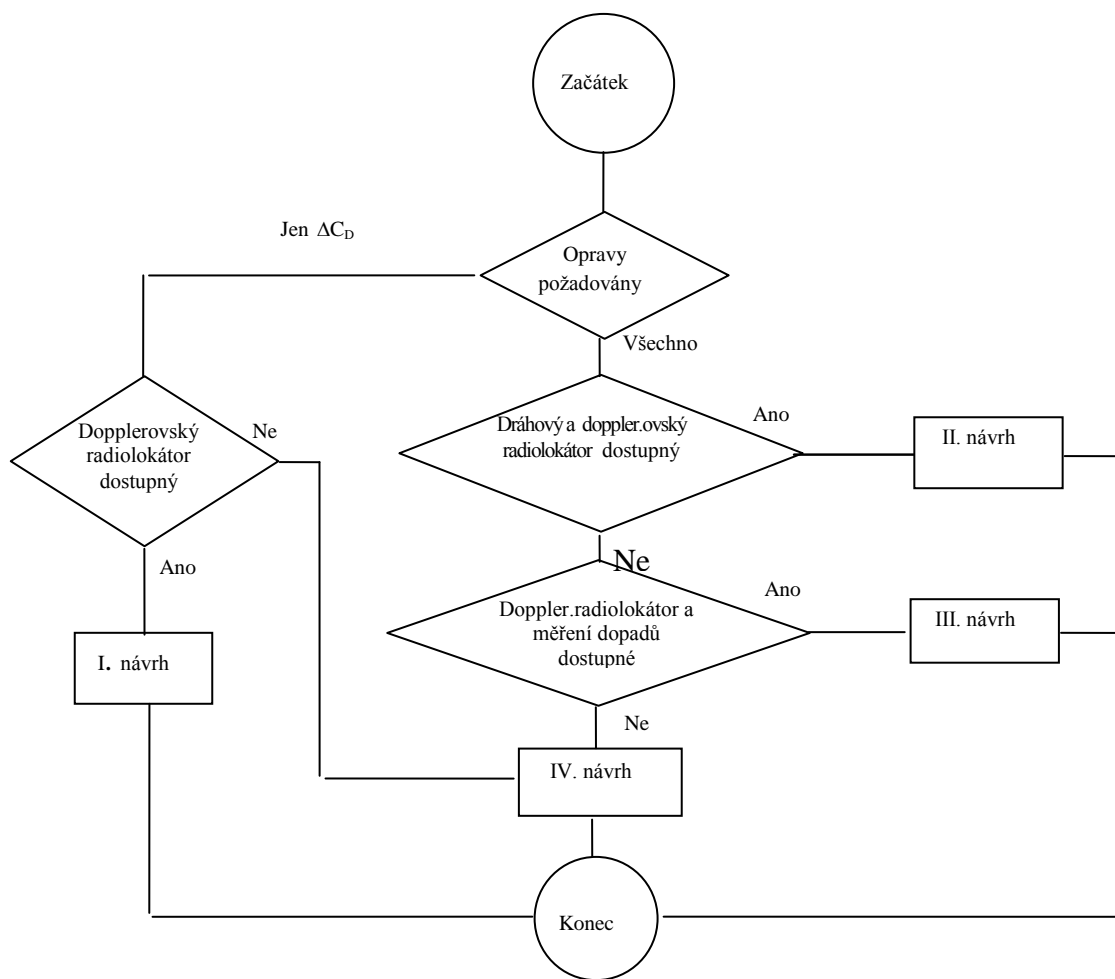
Výsledky nábojů sestavy T mohou být použity ke stanovení prostých oprav, které mohou po sloučení s modelem nábojů sestavy R dát upravený model, tzv. upravený referenční model – AR. V případě nutnosti použití opravových koeficientů tyto musí být prezentovány ve tvaru podle tabulky v příloze A.

Dosažení balistické shody nebo úrovně podobnosti nebo reálné neshody bude stanoveno simulací podmínek střelby v souladu s článkem 14.2.2 záměnou modelu nábojů sestavy R modelem nábojů sestavy AR. Dosažená konfidenční úroveň by měla být potvrzena ověřovacími střelbami stejně jako při použití metody simulace.

Údaje z balistické ověřovací střelby se doporučuje shromažďovat a analyzovat podle směrnic uvedených v kapitole 12 jako rutinní součást balistické střelby s použitím balistického radiolokátoru pro dráhová měření.



OBRÁZEK 5 – Metoda ke stanovení balistické podobnosti nábojů dvou sestav



OBRÁZEK 6 – Příklady návrhu zkoušek

Poznámka
Nejmenší rozsah zkoušek je dán tabulkou 6.

TABULKA 6 – Nejmenší rozsah zkoušek pro střeleckou metodu

Návrh	Účel	Měřicí vybavení	Náměr (mils)	Náplně						Nejmenší počet ran
				L (nejnižší)	I ₁	I ₂	I ₃	H (nejvyšší)		
I	Pouze ke stanovení ΔC_D , je-li očekáván nulový ΔC_L rychlosti	Radiolokační měřič rychlosti	400	1R/1T		1R/1T			1R/1T	9R/9T
			700	1R/1T		1R/1T			1R/1T	
			1100**	1R/1T		1R/1T			1R/1T	
II	Ke stanovení všech opravných faktorů (ΔC_D , ΔC_L , Δ Magnus. síly, Δv_0)	Radiolokační měřič rychlosti a radiolokátor pro dráhová měření	400	1R/1T	1R/1T	1R/1T	1R/1T		1R/1T	15R/15T
			700	1R/1T	1R/1T	1R/1T	1R/1T		1R/1T	
			1100**	1R/1T	1R/1T	1R/1T	1R/1T		1R/1T	
III	Ke stanovení všech opravných faktorů (ΔC_D , ΔC_L , Δ Magnus. síly, Δv_0)	Radiolokační měřič rychlosti a měření dopadů	350	1R/1T		1R/1T			1R/1T	15R/15T
			550	1R/1T		1R/1T			1R/1T	
			750	1R/1T		1R/1T			1R/1T	
			950**	1R/1T		1R/1T			1R/1T	
			1150**	1R/1T		1R/1T			1R/1T	
IV	Ke stanovení všech opravných faktorů	Měření dopadů (metoda srovnávací balistické střelby- kapit.7)	Návrh III při použití měřiče rychlosti také splňuje požadovaný minimální rozsah srovnávací balistické střelby (viz kapitola 7)						45R/45T	
			400	5R/5T		5R/5T				5R/5T
			700	5R/5T		5R/5T				5R/5T
			1100**	5R/5T		5R/5T				5R/5T

*) ... Všechny náměry jsou přibližné. Náměry (a náplně) mohou ovlivňovat nastavení radiolokátoru

**)... Pouze je-li vyžadován vysoký náměr
1R/1T...1 referenční a 1 testovaná sestava

L...nejnižší náplň
H...nejvyšší náplň
I₁, I₂, I₃...mezilehlé
náplně

15 Zpráva o stanovení balistických rozdílů

15.1 Požadovaný obsah zprávy

Zpráva o závěrech ze stanovení balistických rozdílů mezi systémy zbraň/munice má obsahovat:

- Popis ověřované kombinace zbraň a munice,
- Aplikované metody srovnání:
 - metoda srovnávací balistické střelby,
 - střelecká metoda s použitím balistického radiolokátoru pro dráhová měření,
- Stupeň podobnosti balistických charakteristik a příslušné odvolávky k prvkům střelby ekvivalentní k zjištěnému stupni podobnosti,
- Interval použitých náměrů,
- Obrázek k ilustraci výsledků (obr. 3, kapitola 12).

15.1 Formát prostých balistických oprav

Formát prostých balistických oprav je uveden v tabulce v příloze A.

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

Formát prostých balistických oprav

Rozdíl v	Ústové rychlosti	Dálce	Derivaci	Době letu
je kompenzován použitím opravy na	ústovou rychlost ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	hustotu vzduchu (%)	derivaci (%)	dobu letu (s nebo %)
nebo	koeficient rychlosti hoření: f_B a koeficient vnitřního odporu: f_R (%)	koeficient tvaru: i nebo koeficient odporu: f_D (%)	koeficient vztlaku: f_L (%)	koeficient Magnusovy síly: Q_M (%)
Střela	Náplň			

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **10. ledna 2008**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zapracoval	Datum zapracování	Poznámka

U p o z o r n ě n í: 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: 2022, obsahuje 24 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 oos.army.cz

NEPRODEJNÉ
