



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

102501 2. vydání	DEFINICE TLAKŮ A JEJICH VZÁJEMNÝ VZTAH PŘI KONSTRUOVÁNÍ A ZKOUŠENÍ HLAVNÍCH DĚL, MINOMETŮ a MUNICE
-----------------------------------	---

ZAVÁDÍ	STANAG 4110, Ed. 4 DEFINITION OF PRESSURE TERMS AND THEIR INTER-RELATIONSHIP FOR USE IN THE DESIGN AND PROOF OF CANNONS OR MORTARS AND AMMUNITION Definice tlaků a jejich vzájemný vztah při konstruování a zkoušení hlavních děl, minometů a munice
NAHRAZUJE	ČOS 102501, 1. vydání, Oprava 2

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

DEFINICE TLAKŮ A JEJICH VZÁJEMNÝ VZTAH PŘI KONSTRUOVÁNÍ A ZKOUŠENÍ HLAVNÍCH DĚL, MINOMETŮ A MUNICE

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:

STANAG 4682, Ed.4

DEFINITION OF PRESSURE TERMS AND THEIR
INTER-RELATIONSHIP FOR USE IN THE DESIGN
AND PROOF OF CANNONS OR MORTARS AND
AMMUNITION

Definice tlaků a jejich vzájemný vztah při konstruování
a zkoušení hlavních děl, minometů a munice

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2019

OBSAH

	Strana
1 Předmět standardu.....	5
2 Nahrazení standardů (norem).....	5
3 Související dokumenty.....	5
4 Zpracovatel	5
5. Použité zkratky, značky a definice	5
5.1. Základní pojmy	5
5.3 Definice názvů tlaků plynů v hlavni	6
5.4 Názvy tlaků plynů vztahující se ke střele	7
5.5 Názvy tlaků plynů vztahující se k výmetné náplni.....	8
5.6 Názvy tlaků plynů vztahující se k systému	9
6 Grafické zobrazení.....	9
Přílohy	
Příloha A Definice extrémních provozních podmínek, výpočet tlaku plynů za extrémních provozních podmínek a směrodatné odchyly tlaku, výpočet středního tlaku plynů za extrémních provozních podmínek a celkové směrodatné odchyly.....	12
<u>Příloha B Grafické zobrazení</u>.....	17
<u>Příloha C Výpočet impulsu zákluzu systému pomocí empirické aproximace založené na teorii Hugoniota</u>.....	23

1 Předmět standardu

Tento standard zavádí standardizační dohodu STANAG 4110, edice 4.

2 Nahrazení standardů (norem)

Tento standard nahrazuje ČOS 102501, 1. vydání, Oprava 2.

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 102505	- MĚŘENÍ TLAKU TLAKOMĚRNÝMI TĚLÍSKY
ČOS 139805	- HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A POUŽITELNOSTI DĚLOSTŘELECKÉ MUNICE RÁŽE VĚTŠÍ NEŽ 40 MM
ČOS 139802	- HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI MINOMETNÝCH NÁBOJŮ
STANAG 4367	- THERMODYNAMIC INTERIOR BALLISTIC MODEL WITH GLOBAL PARAMETRES Termodynamický model vnitřní balistiky s celkovými parametry
ČOS 131501	- POSTUP STANOVENÍ STUPNĚ VZÁJEMNÉ ZAMĚNITELNOSTI MUNICE NATO PRO NEPŘÍMOU STŘELBU
ČOS 130017	- HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A POUŽITELNOSTI TANKOVÉ MUNICE

4 Zpracovatel

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

5. Použité zkratky, značky a definice

5.1 Základní pojmy

Při konstruování a zkoušení děl, minometů a munice k nim je nutné stanovit hodnotu tlaku plynů v hlavni. Aby existoval pouze jeden výklad a tím se zabránilo chybám, je potřebné používat ve státech NATO jeden soubor definic. Pro účely těchto definic budou použity následující pojmy:

Dělo nebo minomet se obecně skládá z:

- úplné hlavně;
- závěrového ústrojí;
- pomocného zařízení.

Systém je tvořen kombinací:

- děla nebo minometu;
- střely;
- výmetné náplně.

Za tlak v nábojové komoře je považován maximální tlak spalných plynů naměřený kdekoliv v hlavni.

Směrodatná odchylka tlaku je definována jako celková směrodatná odchylka pro daný systém a představuje statistické rozdělení kolem střední hodnoty, které se vztahuje na součet výběrových rozptylů vyskytujících se mezi děly, sériemi prachu, nástřelkami a ranami. Metoda výpočtu směrodatné odchylky je obsažena v Příloze 1.

5.2 Zkratky a značky

Zkratka	Název originálu	Český název
DMTZP	Lower Pressure Limit for Propellant Proof - LPLPP	dolní mezní tlak zkoušky prachu
EMPT	Extreme Maximum Operating Pressure - EMOP	extrémní maximální provozní tlak
HMTZP	Upper Pressure Limit for Propellant Proof - UPLPP	horní mezní tlak zkoušky prachu
IZ	Recoil Impulse - RI	impuls zákluzu
KT	Design Pressure - DP	konstrukční tlak
MBT	Safe Maximum Pressure - SMP	maximální bezpečný tlak
MDT	Permissible Maximum Pressure - PMP	maximální dovolený tlak
MPT	Maximum Operating Pressure - MOP	maximální provozní tlak
PZRT	Initial Negative Differential Pressure - INDP	počáteční záporný rozdíl tlaků
RKTČ	Differential Pressure Time Curve - DPTC	rozdílová křivka tlak-čas
TEPP	Extreme Service Condition - ESCP	Tlak za extrémních provozních podmínek
ÚKT	Fatigue Design Pressure - FDP	únavový konstrukční tlak
ZT	Proof Pressure - PP	zkušební tlak

5.3 Definice názvů tlaků plynů v hlavni

5.3.1 Rozdělení názvů tlaků plynů v hlavni

Následující názvy tlaků plynů v hlavni jsou rozděleny na čtyři skupiny:

- vztahující se k dělu nebo minometu;
- vztahující se ke střele;
- vztahující se k náplni;
- vztahující se k systému.

Definice těchto názvů tlaků zahrnuje také vysvětlení vzájemného vztahu mezi těmito skupinami.

5.3.2 Názvy tlaků plynů vztahující se k dělu a k minometu

5.3.2.1 Konstrukční tlak hlavně (KT hlavně)

je tlak plynů v nábojové komoře, který nesmí být překročen u více než jedné rány z 1 000 000 ran za mezních provozních podmínek, které jsou definovány v Příloze 1.

5.3.2.2 Křivka konstrukčního tlaku hlavně (křivka KT hlavně)

je křivka znázorňující průběh jednotlivých hodnot tlaku plynů v každém bodě podél hlavně.¹ Hodnoty tlaku nesmí být překročeny u více než jedné rány z 1 000 000 ran za mezních provozních podmínek, které jsou definovány v Příloze 1.

5.3.2.3 Křivka maximálního bezpečného tlaku hlavně (křivka MBT hlavně)

je křivka znázorňující jednotlivé hodnoty tlaku plynů v každém bodě podél projektované hlavně. Její překročení může způsobit výskyt trvalé deformace.

5.3.2.4 Míra bezpečnosti

je rozdíl mezi křivkou MBT hlavně a křivkou KT hlavně v libovolném bodu podél hlavně.

5.3.2.5 Maximální dovolený tlak v hlavni (MDT v hlavni)

je tlak plynů v nábojové komoře, který nesmí být překročen u více než 13 ran z 10 000 ran za mezních provozních podmínek, které jsou definovány v Příloze 1.

5.3.2.6 Zkušební tlak hlavně (ZT hlavně)

je tlak plynů v nábojové komoře, kterým je hlaveň zkoušena. Kolem tohoto tlaku se musí stanovit tlakové toleranční pásmo. Maximální zkušební tlak hlavně nesmí převýšit KT hlavně. Minimální zkušební tlak by ideálně měl být o 1,75násobek směrodatné odchylky tlaku nižší než KT hlavně, tj. MDT hlavně. Jestliže není zajištěna dostatečně velká tolerance umožňující provádění střelecké zkoušky v tomto tlakovém pásmu, musí být stanoven minimální zkušební tlak hlavně nižší než optimální MDT hlavně. V tomto případě musí být maximální dovolený tlak plynů v hlavni snížen a uveden do souladu s minimálním ZT hlavně.²

5.3.2.7 Únavový konstrukční tlak hlavně (ÚKT hlavně)

je tlak plynů v nábojové komoře stanovený pro únavový projekt a zkoušky částí hlavně a je spojený se stanovenou únavovou životností. Pokud není stanoveno jinak, nesmí být menší než tlak za mezních provozních podmínek (viz bod 7.5.3).

5.3.2.8 Křivka únavového konstrukčního tlaku hlavně (křivka ÚKT hlavně)

je křivka znázorňující jednotlivé hodnoty tlaku plynů v každém bodě hlavně, ve shodě s únavovým konstrukčním tlakem hlavně (ÚKT hlavně).

5.4 Názvy tlaků plynů vztahující se ke střele

5.4.1 Konstrukční tlak střely (KT střely)

je tlak plynů v nábojové komoře, který nesmí být překročen u více jak jedné rány z 1 000 000 ran za mezních provozních podmínek, které jsou definovány v Příloze 1.

¹ *KT hlavně a jemu odpovídající křivka KT jsou založeny na teoretické křivce balistického konstrukčního tlaku plynů odvozeného z předběžného vnitřněbalistického modelování a mohou být použity pro mechanickou konstrukci hlavně.*

² *Stát, který vyvíjí hlaveň je povinen v libovolném stadiu její konstrukce prokázat, že hlaveň splňuje výše uvedené požadavky.*

5.4.2 Maximální bezpečný tlak střely (MBT střely)

je tlak plynů v nábojové komoře, který by v případě překročení mohl způsobit mechanické nebo strukturální poškození střely.

5.4.3 Maximální dovolený tlak střely (MDT střely)

je tlak plynů v nábojové komoře, kterému nesmí být střela vystavena u více než 13 ran z 10 000 ran. MDT střely má být ideálně o 1,75násobek směrodatné odchylky tlaku pro daný systém menší než KT střely a může být nižší než zkušební tlak střely (viz čl. 7.3.4). MDT střely stanovuje vývojová organizace nebo instituce (investor, projektant). Obvykle musí střela MDT hlavně odolávat. MDT střely se stává významným pouze v případě, že je střela omezena nižším tlakem.

5.4.4 Zkušební tlak střely (ZT střely)

je tlak plynů v nábojové komoře, při kterém je střela zkoušena. Kolem tohoto tlaku se stanovuje tlakové toleranční pásmo.³ Je třeba, aby maximální ZT střely byl roven KT střely nebo jemu odpovídající hodnotě v závislosti na konstrukčních zásadách daného státu. Minimální zkušební tlak plynů by neměl být menší než MDT střely.

5.5 Názvy tlaků plynů vztahující se k výmetné náplni

5.5.1 Extrémní maximální provozní tlak (EMPT)

Kde jsou známy TEPP (očekávaná hodnota souboru) a odpovídající směrodatná odchylka tlaku plynů σ (souborů), tam pak EMPT je TEPP + 4,75 směrodatných odchylek dosažených v průběhu etapy konstruování hlavně. EMPT se může rovnat, ale nesmí být větší než KT systému.⁴

5.5.2 Maximální provozní tlak (MPT)

je TMPP plus 3násobek směrodatné odchylky tlaku plynů předběžně odhadnuté během etapy projektování hlavně za podmínky, že jsou známy TMPP (střední hodnota souboru) a příslušná směrodatná odchylka tlaku σ . MPT může být maximálně roven MDT systému.⁵

5.5.3 Horní mezní tlak zkoušky prachu (HMTZP)

je taková hodnota tlaku plynů v nábojové komoře, která je stanovena v technických podmínkách pro prach jako horní mez střední hodnoty tlaku při 21°C, která může být vyvinuta vhodným prachem ve formě výmetných náplní a poskytne stanovenou počáteční rychlost dané střele z daného děla v jejím standardním hmotnostním pásmu a za stanovených podmínek.

5.5.4 Dolní mezní tlak zkoušky prachu (DMTZP)

je taková hodnota tlaku plynů v nábojové komoře, která je stanovena v technických podmínkách pro prach jako dolní mez střední hodnoty tlaku při 21°C, která může být

³ Jestliže není zajištěno dostatečně velké toleranční pásmo umožňující zkušební střelby s dodržáním této tolerance, stanovuje se minimální ZT střely nižší než optimální MDT střely. V tomto případě MDT střely musí být snížena tak, aby se shodovala s minimálním ZT střely.

⁴ EMPT může být menší než KT systému, protože buď se směrodatná odchylka tlaku ve výrobě může ukázat menší než ta, která byla dosažena v průběhu etapy konstruování, nebo MDT systému byl nižší (tj. o více než 1,75 směrodatné odchylky pod KT systému), aby mohly být střelecké zkoušky provedeny v bezpečném pásmu. (Viz čl. 7.2.6 a 7.3.4).

⁵ MPT může být menší než MDT systému, protože směrodatná odchylka tlaku plynů ve výrobě se může ukázat menší než ta, která byla odhadnuta v průběhu etapy projektování.

vyvinuta vhodným prachem ve formě výmetných náplní a poskytne stanovenou počáteční rychlost dané střele z daného děla v jejím standardním hmotnostním pásmu a za stanovených podmínek.

5.5.5 Rozdílová křivka tlak – čas (RKTČ)

je křivka, která vyjadřuje závislost tlaku na čase, získaná odečtením tlaku plynů v předním konci nábojové komory od tlaku plynů v zadním konci nábojové komory. Optimální měřicí místa jsou těsně u dna střely a čela závěru.

5.5.6 Počáteční záporný rozdíl tlaků (PZRT)

je záporná hodnota rozdílové křivky tlaku v závislosti na čase, která se vytvoří zpočátku, když tlak plynů u dna střely stoupá rychleji než tlak u dna závěru. Tato hodnota je v korelaci s maximálním tlakem v nábojové komoře při zkouškách citlivosti na tlakové oscilace.

5.6 Názvy tlaků plynů vztahující se k systému

5.6.1 Konstrukční tlak systému (KT systému)

je ta hodnota KT hlavně nebo MDT střely, která je pro daný systém menší.

5.6.2 Maximální dovolený tlak systému (MDT systému)

je ta hodnota MDT hlavně nebo MDT střely, která je pro daný systém menší.

5.6.3 Tlak za extrémních provozních podmínek (TEPP)

je tlak plynů v nábojové komoře vzniklý při střelbě daného systému za extrémních provozních podmínek. Metodika výpočtu TEPP je uvedena v Příloze 1.

5.6.4 Impuls zákluzu systému (IZ systému)

je impuls vytvořený silou od výstřelu. Tímto impulsem se projevuje účinek výstřelu na celkovou zákluzovou hmotu zbraně následkem tlaku spalných plynů, dokud zrychlující se střela na dráze v hlavní nedosáhne ústí hlavně. Impuls zákluzu dále zahrnuje dodatečné působení vytékajících plynů z hlavně, když ji střela opustí.

6 Grafické zobrazení

Grafické zobrazení vztahů definovaných názvů tlaků včetně příkladu vypočítaných tlakových hladin je uvedeno v Příloze B.

VOLNÁ STRANA

PŘÍLOHY

Příloha A

Definice extrémních provozních podmínek, výpočet tlaku plynů za extrémních provozních podmínek a směrodatné odchyly tlaku, výpočet středního tlaku plynů za extrémních provozních podmínek a celkové směrodatné odchyly

1 Výpočet střední hodnoty TEPP a celkové směrodatné odchyly

1.1 Úvod

V 1. kapitole Přílohy 1 jsou popsány extrémní provozní podmínky a výpočet tlaku plynů za extrémních provozních podmínek (TEPP). 2. kapitola Přílohy 1 popisuje zkušební plán a statistickou analýzu požadovanou k odhadu celkového rozptylu tlaku (směrodatné odchyly) pro určení maximálního provozního tlaku (MPT). Popisovaná metoda (viz 2. kapitola) zahrnuje důležité informace z několika nezávislých zkoušek a může být použita v projektové, výzkumné nebo vývojové etapě nového systému nebo při zavedení nové komponenty do existujícího systému, když je k dispozici pouze omezené množství zkušebních dat. Takové odhady mohou být po získání dalších dostupných dat aktualizovány a mohou být využitelné k provedení úplné zkoušky MPT k dokončení specifikace systémové bezpečnosti. V 1. kapitole je také zahrnuto krátké vysvětlení statistické filozofie a příslušných úvah, které byly použity k vytvoření metodologie popsané ve 2. kapitole.

1.2 Extrémní provozní podmínky

Extrémní provozní podmínky jsou takové podmínky, ve kterých je dosahováno maximálních tlaků plynu v nábojové komoře a zpravidla k nim dochází při střelbě:

- při horní teplotě střelby (HTS)⁶ (nebo při teplotě, při které jsou dosahovány maximální tlaky);
- s novou hlavní ve špičce anomálie nějakého balistického jevu;
- se střelou, která dává nejvyšší tlak;
- s výmetnou náplní při horním mezním tlaku zkoušky prachu (HMTZP).

1.3 Stanovení tlaku za extrémních provozních podmínek (TEPP)

a) Tlak v nábojové komoře při střelbě se měří a zaznamenává:

- při HTS nebo při takové teplotě, při které jsou tlaky maximální;
- při nejméně dvou nástřelkách;
- při použití nejméně dvou nových hlavní⁷ ve špičce anomálie nějakého balistického jevu, nebo jestliže k němu nedochází, se tlak měří na začátku první čtvrtiny hlavně s vhodnou korekcí;
- při použití nejméně dvou sérií prachu, nejlépe při HMTZP nebo s vhodnou opravou.

Každá samostatná nástřelka výše uvedených zkoušek musí zahrnovat nejméně pět ran, aby se odhalily možné trendy a odlehlé výsledky, a měly by jí předcházet minimálně dvě zahřívací rány. Nová nástřelka je definována tak, že dělo přerušilo střelbu na dobu dostatečnou k vyrovnání teploty hlavně na teplotu okolí a tento požadavek je spojen s nejméně jednou z následujících podmínek:

- jiný den;
- nové palebné stanoviště;

⁶ Horní teplota střelby je teplota, které jsou vystaveny objekty zkoušky při střelecké zkoušce za horka. Tato teplota vychází z klimatického pásma, které zkoušející stát a uživatelské státy předpovídají, že nastane v nejhrošším případě horkého prostředí a že zkoušený objekt této teplotě při používání odolá.

⁷ Pro minomety se může použít jedna upravená hlaveň.

(iii) změna okolních podmínek.

Mělo by být použito co nejvíce nástřelek, děl a sérií prachu, aby se získal velký vzorek a následně nejlepší odhady jak TMPP, tak celkové směrodatné odchyly.⁸

Naměřené tlaky v nábojové komoře jsou opraveny tak, aby dovolily použít střelu, která dává nejvyšší tlak, je-li odlišná od použité střely.

Střední hodnota upraveného naměřeného tlaku v nábojové komoře je jeden odhad TEPP.

b) Jiný odhad TEPP je vypočítán opravou horního mezního tlaku pro zkoušku prachu na:

- horní teplotu střelby použitím koeficientu teplota-tlak HTS odvozeného ze střelby;
- střelu, která dává nejvyšší tlak.

c) Vyšší ze dvou odhadů provedených, jak je vysvětleno v a) a b) výše, je TEPP, který může být použit při výpočtu hrubé meze horní tolerance pro MPT a EMPT ze souhrnu nezávislých zkoušek.

1.4 Statistická filozofie a související úvahy

Z důvodu pomoci zajistit správný výpočet TEPP a směrodatné odchyly tlaku, je uvedeno následující krátké vysvětlení pojmů.

1.4.1 Směrodatná odchylna

V tomto kontextu je směrodatná odchylna σ definována jako celková směrodatná odchylna opravených tlaků naměřených v nábojové komoře, jak je určeno postupy uvedenými v bodě 1.1.3a).

1.4.2 Odhad a použití směrodatných odchylek odvozených z výběrů

2. kapitola uvádí vzorce pro získání odhadů směrodatných odchylek s . Ty lze získat různě:

i. sdružováním nebo zprůměrováním založeném na vzorci:

$$s_p^2 = \frac{(N_1 - 1)s_1^2 + (N_2 - 1)s_2^2 + \dots + (N_m - 1)s_m^2}{N_1 + N_2 + \dots + N_m - m}.$$

Použití tohoto vzorce předpokládá, že výběry byly získány ze souborů se stejnou směrodatnou odchylkou σ . Když jsou při splnění předcházející podmínky všechny střední hodnoty souborů stejné, pak sdružená s_p^2 je nestranný odhad společného rozptylu σ^2 (σ^2 v „mezích“). Jestliže střední hodnoty souborů jsou různé, sdružená s_p^2 stále zůstává nestranným odhadem rozptylu σ^2 , protože neměnné vlivy strannosti nebo náhodné vlivy mezi soubory jsou vyloučeny. Z hlediska bezpečnosti je důležité si všimnout, že

$$(s_i^2)_{\min} \leq s_p^2 \leq (s_i^2)_{\max}.$$

ii. seskupováním různých výběrů do jednoho velkého výběru:

V tomto případě je odhad směrodatné odchyly s_g založen na typickém vzorci

$$s_g^2 = \frac{\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x})^2}{N - 1},$$

⁸ Celkový počet ran vystřelených ve zkoušce by neměl být menší jak 54.

Příloha A

kde \bar{x} je celková střední hodnota a N je celkový počet měření (tj. celkový počet vystřelených ran).

Tento vzorec může být použit, jestliže jsou ze souborů se stejnými středními hodnotami získány různé výběry. V případě, že se významně odlišují, výsledná s_g^2 může významně nadhodnotit σ^2 „v mezích“.

Seskupování může být méně účinné než průměrování, zvláště za účelem odhadnutí σ^2 v „mezích“.

1.4.3 Výpočet celkové směrodatné odchylky

Protože $\frac{\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x})^2}{N - 1}$ je obecně strannost (vychýlení) odhadu, lepší odhad

celkové směrodatné odchylky získáme jako druhou odmocninu sumy všech komponent výběrových rozptylů.

Následující vzorec je postačující pouze pro získání aproximace prvního řádu celkové směrodatné odchylky:

$$s = \sqrt{(s_a^2 + s_b^2 + s_c^2 + s_d^2)},$$

kde s_a, s_b, s_c, s_d jsou směrodatné odchylky od rány k ráně, od série prachu k sérii prachu, od děla k dělu a od nástřelky k nástřelce.

2 Výpočet středního tlaku za extrémních provozních podmínek (TEPP) a celkové směrodatné odchyly

2.1 Přístup ke zkoušce

Střední TEPP a jeho směrodatná odchyly jsou v tomto přístupu vypočítány s použitím dat ze sady nezávislých zkoušek. Výsledky jsou použity k výpočtu maximálního provozního tlaku (MPT).

2.2 Výpočet střední hodnoty TEPP

Střední hodnota TEPP je vypočítána jako vážený průměr středních hodnot výběrů vybraných zkoušek:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^m N_i},$$

kde

N_i = rozsah výběru pro zkoušku i ,

m = celkový počet zkoušek,

\bar{x}_i = střední hodnota výběru TEPP pro zkoušku i .

Musí být zohledněna následující pravidla:

Vzhledem k tomu, že fyzikální základy dávají předpoklad, aby výběry mohly být brány ze stejného souboru, obvykle mohou být, jak je ukázáno, sloučeny všechny střední hodnoty výběru. Přesto se doporučuje provedení F-testu (Fisher) na rovnost středních hodnot (jako v jednosměrné analýze ANOVA). F-test by měl být proveden v 5% hladině významnosti. Jestliže jsou kterékoliv výběry shledány jako nekonzistentní, pak nesmí být ve váženém průměru použity.

2.2.1 Výpočet celkové směrodatné odchyly

Směrodatná odchyly TEPP je vypočítána jako odmocnina ze sumy rozptylů:

$$\text{Celková standardní odchyly } s = \sqrt{s_a^2 + s_b^2 + s_c^2 + s_d^2},$$

kde s_a , s_b , s_c , s_d jsou sdružené rozptyly od rány k ráně, od série prachu k sérii prachu, od děla k dělu a od nástřelky k nástřelce proměnlivosti TEPP ze sady platných zkoušek. Obvyklý vzorec pro sdružování rozptylů pro jednotlivý parametr, řekněme od série prachu k sérii prachu, je:

$$s_b^2 = \frac{(N_1 - 1) \cdot b_1^2 + \dots + (N_m - 1) \cdot b_m^2}{N_1 + \dots + N_m - m},$$

kde

N_1 = počet měření ze zkoušky 1,

m = počet nezávislých zkoušek,

b_1^2 = rozptyl měření ze zkoušky 1.

$$b_i^2 = \frac{N_i \sum_{j=1}^{N_i} x_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{N_i} x_{ij} \right)^2}{N_i (N_i - 1)},$$

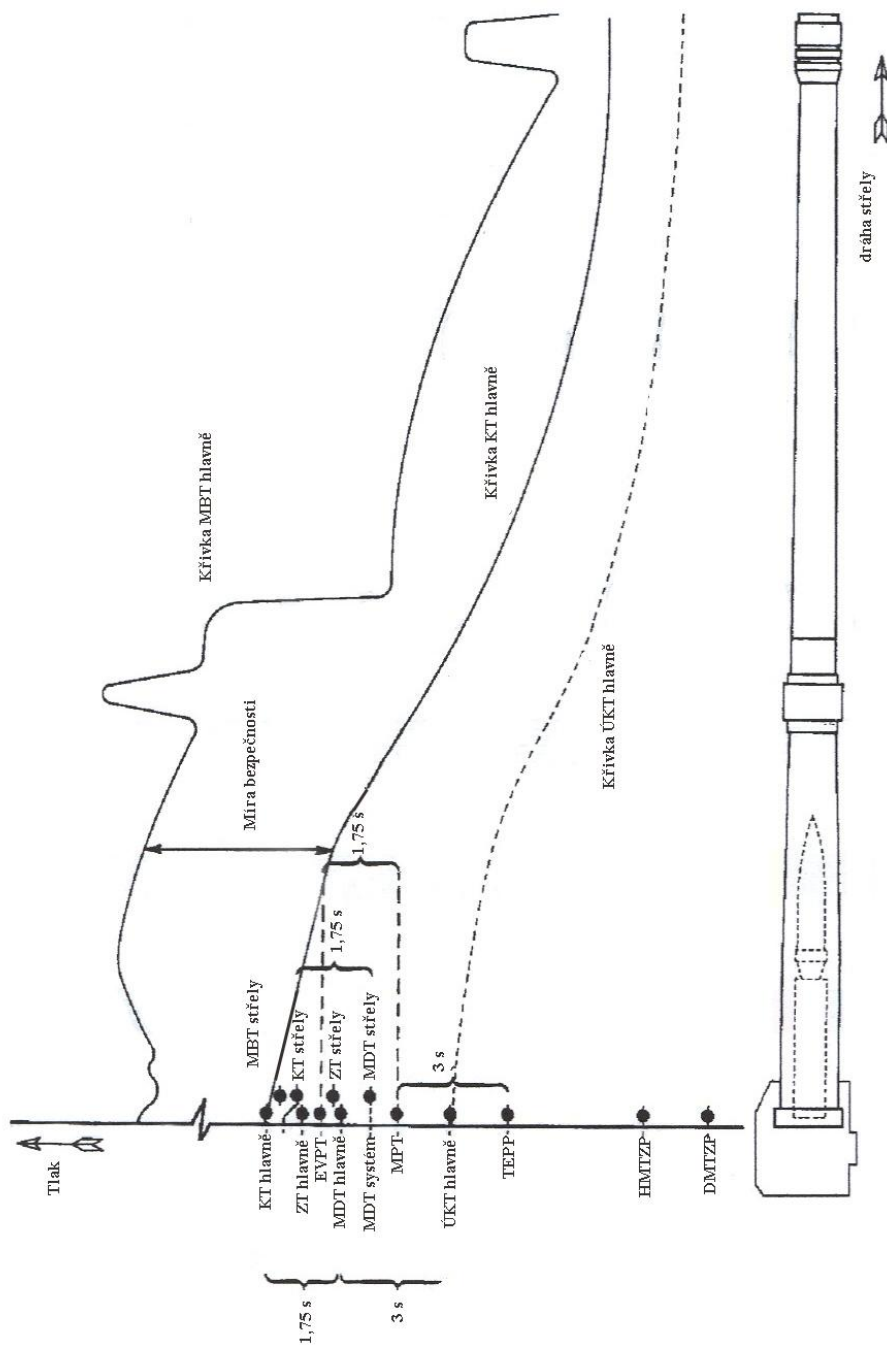
x_{ij} = tlak j -té rány i -té skupiny.

Příloha A

Jsou použity následující předpoklady:

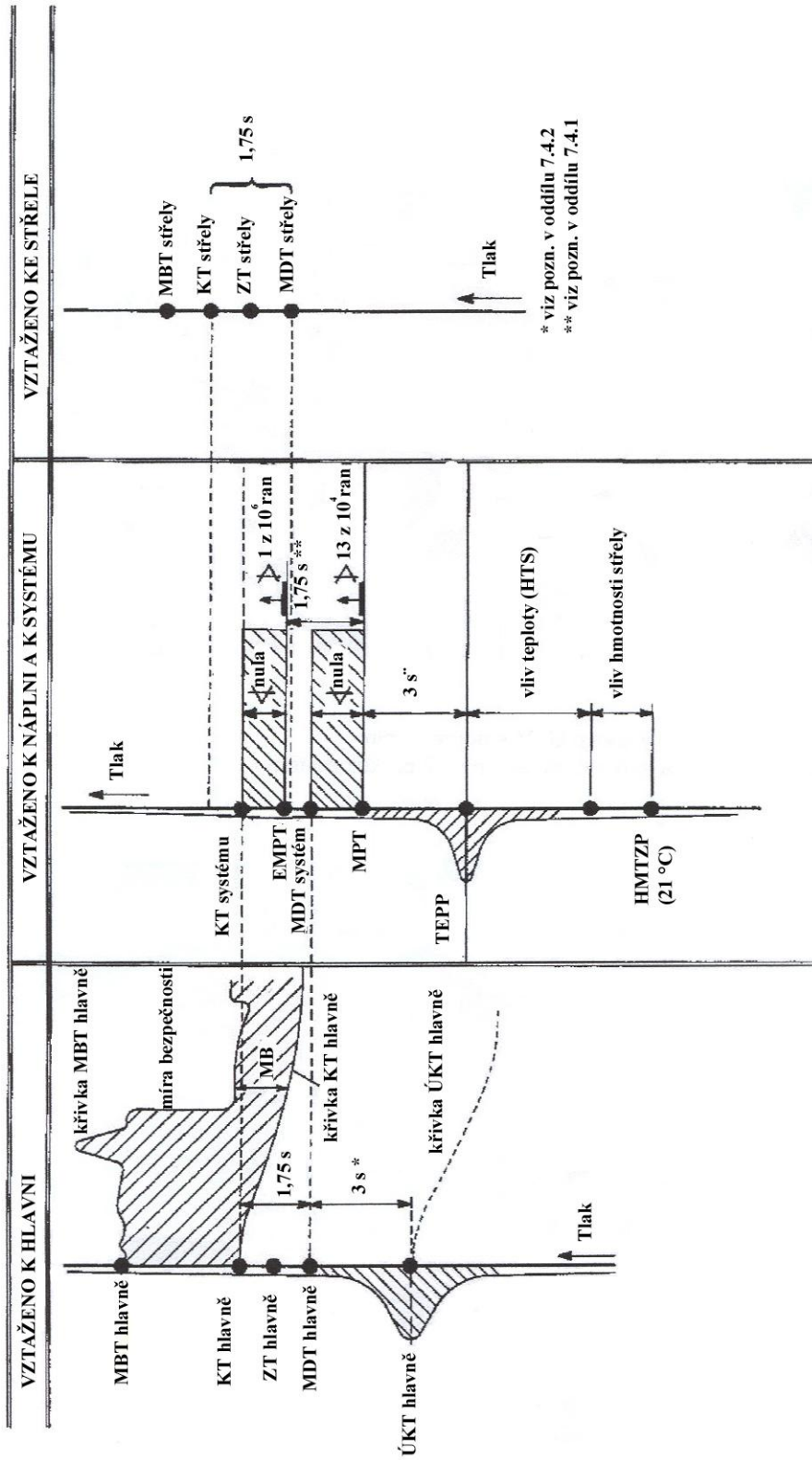
- i. Odlehlé výsledky byly odstraněny (např. Grubbsovou zkouškou pro jednorozměrný jev a metodou Barnett-Lewis pro dvourozměrný jev.
- ii. Homogenity rozptylů by měly být před sdružením přezkoušeny (např. Bartlettovým testem nebo Leveneovým testem.
- iii. Hlavní činitele rozptylů (dělo, nástřelky, série prachu) se podařilo izolovat, tj. neobsahují jiné zdroje variací (např. chybu měření, vzájemné ovlivňování).
- iv. Zkoušky jsou nezávislé (např. ta samá hlaveň nemůže být použita ve více než jedné zkoušce při oceňování proměnlivosti od děla k dělu).

Grafické zobrazení



OBRÁZEK 1 - Grafické zobrazení tlaků v hlavni a jejich vzájemný vztah

Příloha B



OBRÁZEK 2 - Názvy tlaků v dělostřeleckém systému a jejich vzájemný vztah

Tabulka 1 - PŘÍKLAD VYPOČÍTANÝCH TYPICKÝCH TLAKOVÝCH HLADIN

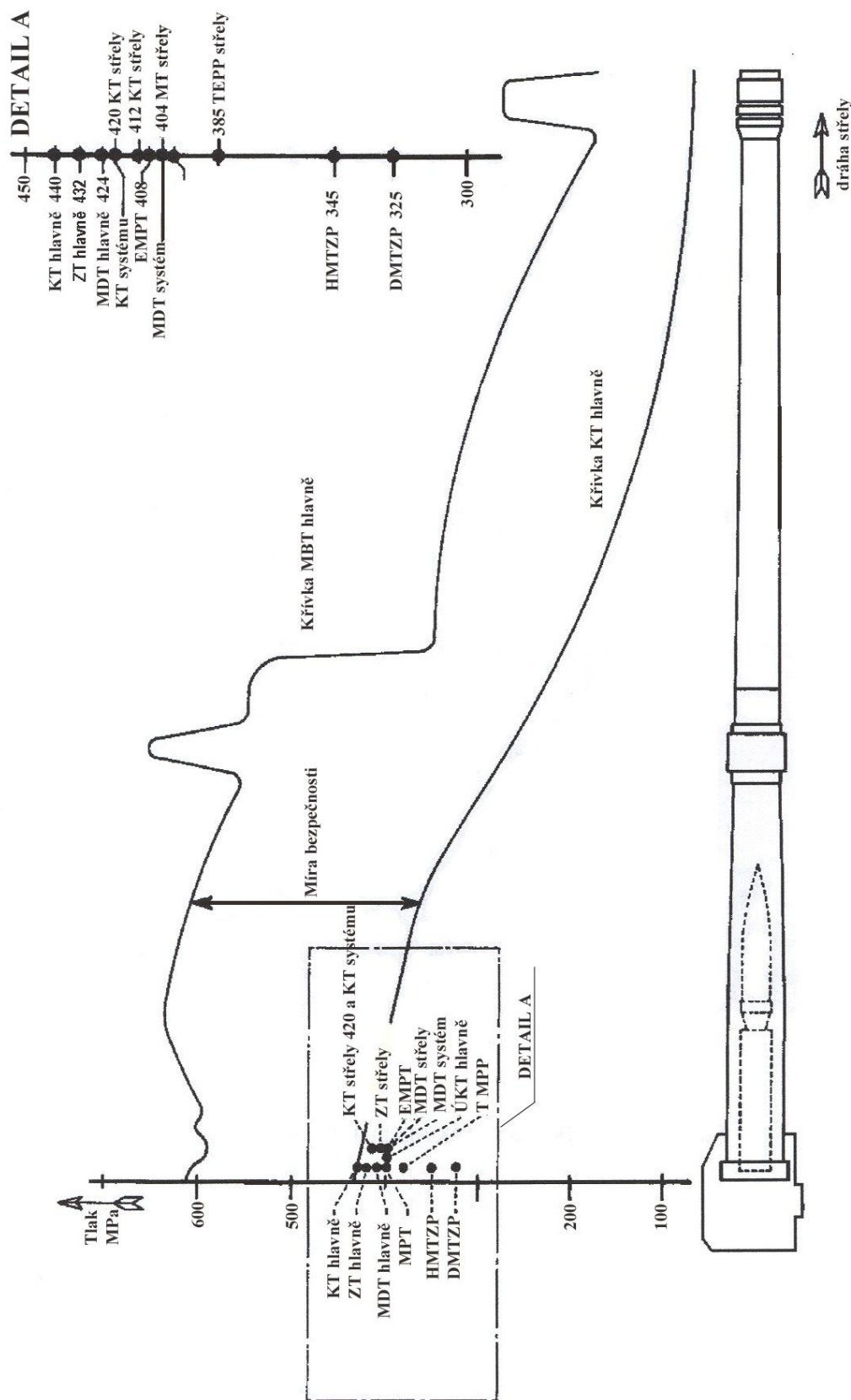
Poř. číslo	Název tlaku	Označení	Hodnota (MPa)	Článek číslo	Poznámka
1	Konstrukční tlak hlavně	KT hlavně	440	7.2.1	
2	Zkušební tlak hlavně	ZT hlavně Max = KT hlavně Min = MDT hlavně	432 440 424	7.2.6 7.2.1 7.2.5	Tolerance $\pm 0,875$ směrodatné odchylky s (poř. č. 9) je příliš malá, aby dovolila úpravu náplně. Z tohoto důvodu je tolerance zvýšena na ± 8 MPa.
3	Konstrukční tlak střely	KT střely	420	7.3.1	
4	Zkušební tlak střely	ZT střely Max = KT střely Min = MDT střely	412 420 404	7.3.4 7.3.1 7.3.3	Tolerance $\pm 0,875$ směrodatné odchylky s (poř. č. 9) je příliš malá, aby dovolila úpravu náplně. Z tohoto důvodu je tolerance zvýšena na ± 8 Mpa.
5	Konstrukční tlak systému	KT systému	420	7.5.1	Vztažený ke KT střely (poř. č. 3).
6	Maximální dovolený tlak systému	MDT systému	404	7.5.2	Vztažený k MDT střely (poř. č. 4).
7	Extrémní maximální provozní tlak (MPT)	EMPT	408,7	7.4.1	Z poř. č. 9, 10 a 11.
8	Maximální provozní tlak	MPT	400	7.4.2	Z poř. č. 9, 10 a 12.
9	Celková směrodatná odchylka $s = \sqrt{(s_a^2 + s_b^2 + s_c^2 + s_d^2)}$ kde směr. odchylka platí: - od rány k ráně - od série prachu - k sérii prachu - od děla k dělu - od nástřelky - k nástřelce	s a b c d	5* 3 1 3 1	Příl. 1	Musí být zaznamenána metoda odvození a výpočtu. * - aproximace prvního řádu.
10	Tlak za extrémních provozních podmínek	TEPP	385	7.5.3	Z poř. č. 13, 14 a 15.
11	4,75 x celková směrodatná odch.	4,75 x s	23,7	Příl. 1	Z poř. č. 9.
12	3 x celková směrodatná odch.	3 x s	15	Příl. 1	Z poř. č. 9.
13	Zvýšení tlaku změnou teploty náplně z 21°C na horní teplotu střelby		35	Příl. 1	

Příloha B

Poř. číslo	Název tlaku	Označení	Hodnota (MPa)	Článek číslo	Poznámka
14	Vliv hmotnosti střely na tlak		5	Příl. 1	Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hmotností.
15	Horní mezní tlak zkoušky prachu	HMTZP	345	7.4.3	
16	Dolní mezní tlak zkoušky prachu	DMTZP	325	7.4.4	

POZNÁMKA

Je třeba poznamenat, že v tomto příkladě je maximální provozní tlak (MPT) o 24 MPa nižší než maximální dovolený tlak hlavně a o 4 MPa nižší než maximální dovolený tlak střely. Podobně extrémní maximální provozní tlak (EMPT) je o více než 31 MPa nižší než KT hlavně a o více než 11 MPa nižší než KT střely. V tomto příkladu jsou uvedeny typické hodnoty tlaku zjištěné u 155mm dělostřeleckých systémů, jako je FH70.



OBRÁZEK 3 - Teoretický systém – číselný příklad použití definovaných názvů tlaků

Příloha B

Poznámky:

KT střely může být stejný jako KT hlavně (žádoucí), ale na uvedeném obrázku byl vzat tlak o 20 MPa nižší.

- a) Zkušební náplně použité jak pro zkoušky hlavně, tak střely by měly zabezpečit nejen požadované tlaky, ale také maximální rychlost střely a zrychlení podobně jako v případě horších podmínek prostředí (normálně při vyšší teplotě střelby jak hlavně, tak střely).
- b) Tento početní příklad se zabývá výpočty pro bezpečné úrovně tlaku vztažené k nábojové komoře hlavně. Mohou být požadovány další zkoušky a výpočty k zajištění požadavků na dodržení bezpečného tlaku na dráze střely v hlavni.

Výpočet impulsu zákluzu systému pomocí empirické aproximace založené na teorii Hugoniota

Zákluzový impuls dělového systému můžeme získat použitím následující empirické aproximace založené na teorii Hugoniota a dalších vytvořených rovnic:

$$I_2 = \left(m_p + \frac{m_c}{2}\right)v_0 + \sqrt{\frac{f - v_0^2(\gamma - 1) \cdot \left(\frac{m_p}{2m_c} + 0,17\right)}{\gamma}} m_c \left(1 + \frac{m_p}{12m_c}\right) \cdot \left(\frac{\gamma + 1}{2}\right)^{\frac{3-\gamma}{2(\gamma-1)}},$$

kde $f = P_e \frac{v_b - \alpha m_c}{m_c}$

- a
- I_2 = impuls zákluzu systému [N.s];
 - m_p = hmotnost střely [kg];
 - m_c = hmotnost výmetné náplně [kg];
 - v_0 = počáteční rychlost střely [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$];
 - f = termodynamická síla prachu [$\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$];
 - P_e = tlak prachových plynů na ústí hlavně [$\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$];
 - v_b = objem vývrtnu hlavně [m^3];
 - α = kovolum [$\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$];
 - γ = poměr specifických tepel prachových plynů.

Účinnost českého obranného standardu od: **2. října 2017**

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: 2019, obsahuje 12 listů
Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471, 160 01
Praha 6
Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
www.oos.army.cz

NEPRODEJNÉ
