



## ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

<b>137603</b> <b>4. vydání</b>	<b>PROVOZNÍ ZKUŠEBNICTVÍ VÝBUŠNIN V ARMÁDĚ ČR</b>
-----------------------------------	---

ZAVÁDÍ	Nezavádí žádný STANAG ani AP
NAHRAZUJE	ČOS 137603, 3. vydání PROVOZNÍ ZKUŠEBNICTVÍ VÝBUŠNIN V ARMÁDĚ ČR

(VOLNÁ STRANA)

## ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

### PROVOZNÍ ZKUŠEBNICTVÍ VÝBUŠNIN V ARMÁDĚ ČR

**Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:**

STANAG 4675, Ed 1	IN SERVICE SURVEILLANCE (ISS) OF MUNITIONS Sledování zavedené munice
AOP-62(A)	IN-SERVICE SURVEILLANCE OF MUNITIONS GENERAL GUIDANCE Sledování zavedené munice – Všeobecné pokyny
AOP-63(A)	IN-SERVICE SURVEILLANCE OF MUNITIONS SAMPLING AND TEST PROCEDURES Sledování zavedené munice – Odběr vzorků a zkušební postupy
AOP-64(A)	IN-SERVICE SURVEILLANCE OF MUNITIONS CONDITION MONITORING OF ENERGETIC MATERIALS Sledování zavedené munice – monitorování stavu funkčnosti energetických materiálů
ČOS 137601, 4. vydání	ORGANIZACE A METODY SCHVALOVÁNÍ ZPŮSOBILOSTI VÝBUŠNIN PRO VOJENSKÉ ÚČELY

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2020

## OBSAH

1	Předmět standardu .....	5
2	Nahrazení standardů (norem) .....	5
3	Související dokumenty .....	5
4	Zpracovatel ČOS .....	7
5	Použité zkratky, značky a definice .....	7
5.1	Zkratky a značky .....	7
5.2	Definice a popis pojmů .....	7
6	Organizace provozního zkušebnictví výbušnin AČR.....	19
6.1	Zajištění provozního zkušebnictví výbušnin .....	19
6.2	Pravidla výběru munice ke zkouškám .....	19
6.3	Pravidla výběru reprezentativního vzorku raketové munice .....	20
6.4	Pravidla odběru vzorků výbušnin .....	21
6.5	Pravidla periodického přezkušování .....	21
6.6	Pravidla zkoušení výbušnin .....	21
6.7	Pravidla vyhodnocení výsledků zkoušek .....	22
7	Seznam zkoušek výbušnin v provozním zkušebnictví AČR.....	23
8	Metodiky předepsaných zkoušek vojenských výbušnin .....	27
8.1	Umělé stárnutí.....	27
8.2	Vizuální kontrola .....	29
8.3	Endoskopická defektoskopie .....	31
8.4	Ultrazvuková defektoskopie .....	32
8.5	Stanovení obsahu vlhkosti a těkavých látek .....	33
8.6	Stanovení úbytku stabilizátoru metodou HPLC .....	35
8.7	Stanovení migrace změkčovadel v homogenních TPH.....	38
8.8	Stanovení rozpustného podílu v heterogenních TPH .....	39
8.9	Stanovení chemické stability vakuovým stabilitním testem .....	41
8.10	Stanovení chemické stability při 100 °C.....	43
8.11	Stanovení termické stability metodou DTA .....	45
8.12	Funkční zkoušky .....	46

## 1 Předmět standardu

**1.1** ČOS 137603 „Provozní zkušebnictví výbušnin v Armádě ČR“ popisuje organizační zajištění a metodiky zkoušení vojenských výbušnin v rámci provozních zkoušek při přezkušování jakostního stavu skladované munice Armády ČR.

**1.2** Účelem standardu je zabezpečení, aby provozní zkušebnictví výbušnin Armády ČR bylo prováděno standardizovaným způsobem, s využitím moderních, reprodukovatelných a dostatečně vypovídajících metod. Popisovaný systém zkoušek výbušnin v munici při dlouhodobém skladování má zajistit pravidelné kontrolování jakosti skladovaných výbušnin, umožnit spolehlivé prodlužování životnosti výbušnin po skončení záruk výrobce a vyřadit ze skladování výbušniny s narušenou stabilitou či nevyhovujícími funkčními parametry.

**1.3** Standard obsahuje základní definice týkající se provozního zkušebnictví výbušnin AČR a problematiky stability vojenských výbušnin. Dále popisuje organizační zajištění provozních zkoušek výbušnin. Uveden je seznam předepsaných a doplňkových zkoušek jednotlivých typů výbušnin. U předepsaných zkoušek jsou ve standardu popsány metodiky jejich provedení, včetně vyhodnocení výsledků a zařazení výbušnin do jakostních kategorií. U doplňkových zkoušek je uveden pouze odkaz na doporučený postup zkoušení popsany v jiném standardizačním dokumentu.

## 2 Nahrazení standardů (norem)

Tento standard nahrazuje ČOS 137603, 3. vydání.

## 3 Související dokumenty

ČOS 137605	– SUROVINY K VÝROBĚ VOJENSKÝCH VÝBUŠNIN I. – NITROCELULOZA
ČOS 137606	– SUROVINY K VÝROBĚ VOJENSKÝCH VÝBUŠNIN II. – CHLORISTAN AMONNÝ, HLINÍKOVÝ PRÁŠEK A DUSIČNAN AMONNÝ
ČOS 137607	– SUROVINY K VÝROBĚ VOJENSKÝCH VÝBUŠNIN III. – NITROGUANIDIN, VÝBUŠNINA CL-20, N-BUTYL-2-NITRATOETYLNITRAMIN
ČOS 137608	– SUROVINY K VÝROBĚ VOJENSKÝCH VÝBUŠNIN IV. – HEXOGEN, TRITOL, OKTOGEN A PENTRIT
ČOS 137609	– SUROVINY K VÝROBĚ VOJENSKÝCH VÝBUŠNIN V. – TETRYL, HEXANITROSTILBEN A 3-NITRO-1,2,4-TRIAZOL-5-ON
ČSN 66 8102-1	– BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ Všeobecná a základní ustanovení
ČSN 66 8102-2	– BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ Stanovení hustoty

- ČSN 66 8102-3 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Stanovení sypné hmotnosti
- ČSN 66 8102-4 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Stanovení rozměrů elementů
- ČSN 66 8102-5 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Stanovení výbuchového tepla
- ČSN 66 8102-6 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Stanovení navlhavosti
- ČSN 66 8102-14 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Stanovení popela jednosložkových prachů
- ČSN 66 8102-22 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Stanovení popela dvousložkových prachů
- ČSN 66 8102-30 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Chemická stálost podle Bergmanna-Junka
- ČSN 66 8102-32 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Chemická stálost ztrátou hmotnosti při 95 °C
- ČSN 66 8102-33 – BEZDÝMNÉ PRACHY. METODY ZKOUŠENÍ  
Chemická stálost při 75 °C
- ČSN EN ISO 178 – PLASTY – STANOVENÍ OHYBOVÝCH VLASTNOSTÍ
- ČSN EN ISO 179-1 – PLASTY – STANOVENÍ RÁZOVÉ HOUŽEVNATOSTI  
METODOU CHARPY – Část 1: Neinstrumentovaná rázová  
zkouška
- ČSN EN ISO 179-2 – PLASTY – STANOVENÍ RÁZOVÉ HOUŽEVNATOSTI  
CHARPY – Část 2: Instrumentovaná rázová zkouška
- MIL-STD-286C – PROPELLANTS, SOLID: SAMPLING, EXAMINATION AND  
TESTING  
Tuhé pohonné hmoty: Vzorkování, zkoumání a zkoušení
- MIL-STD-650 – EXPLOSIVE: SAMPLING, INSPECTION AND TESTING  
Trhaviny: Vzorkování, kontrola a zkoušení
- STANAG 4556 – EXPLOSIVES: VACUUM STABILITY TEST  
Výbušniny, vakuová stabilitní zkouška
- STANAG 4582 – EXPLOSIVES, NITROCELLULOSE BASED PROPELLANTS,  
STABILITY TEST PROCEDURE AND REQUIREMENTS  
USING HEAT FLOW CALORIMETRY  
Výbušniny, nitrocelulózoové pohonné hmoty, postupy  
a požadavky mikrokolorimetrické stabilitní zkoušky

## 4 Zpracovatel ČOS

VZ 5512 Týniště n. Orlicí, Ing. Jan Červený, Ing. Ivana Pařavová, Bc. Lubor Janeček

## 5 Použité zkratky, značky a definice

### 5.1 Zkratky a značky

Zkratka	Název v originálu	Český název
AČR		Armáda České republiky
CRM		certifikovaný referenční materiál
CZM		Centrum zabezpečení munice
ČBÚ		Český báňský úřad
ČOS		český obranný standard
ČR		Česká republika
ČSN		česká technická norma
DSC		diferenční skenovací kalorimetrie
DTA		diferenční termická analýza
HPLC	High-performance liquid chromatography	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
KP		koeficient poškození
MIL-STD	Military Standard	vojenská technická norma
STANAG	NATO Standardization Agreement	standardizační dohoda NATO
TGA		termogravimetrická analýza
TP		technické podmínky
TP-VD		technické podmínky – výrobní dokumentace
TPH		tuhá pohonná hmota
UV		ultrafialový
VST		vakuový stabilitní test
VZ		vojenské zařízení

### 5.2 Definice a popis pojmů

#### 5.2.1 Výbušniny

**5.2.1.1** Výbušniny (třaskaviny, trhaviny, bezdýmné prachy, homogenní a heterogenní tuhé pohonné hmoty a pyrotechnické slože) jsou energeticky bohaté látky a směsi látek, pozvolna se chemicky rozkládající již za normálních skladovacích podmínek. Rychlost rozkladu je závislá na složení výbušniny – obecně nejmenší schopnost

odolávat rozkladu mají výbušniny na bázi nitrocelulózy (bezdýmné prachy, homogenní tuhé pohonné hmoty), mezi nejstabilnější patří cyklické nitraminy (hexogen, oktogen) a aromatické nitrolátky (tritol). Rozklad výbušnin se urychluje zvýšením teploty, přítomností vlhkosti, teplotními cykly, působením nesnášenlivého prostředí (např. reakcí s laky či kovy v munici, stykem s látkami kyselé nebo alkalické povahy). Rozkladné produkty mají obvykle schopnost rozklad výbušniny dále autokatalyticky zrychlovat. Chemický rozklad způsobuje vznik nestability výbušnin. Tato nestabilita se může projevit ovlivněním funkčních parametrů munice, selháním funkce, v krajním případě i havárií zbraně nebo samovolným výbuchem skladované munice.

**5.2.1.2** Úkolem provozních zkoušek výbušnin je přezkušování jakostního stavu výbušnin ve skladované munici AČR. Náplní provozního zkušebnictví výbušnin je sledování vzniku takové míry nestability výbušnin, která by mohla narušit funkční nebo bezpečnostní parametry skladované munice. Toto sledování se provádí periodickými a systematickými kontrolami vybraných jakostních parametrů výbušnin ve skladované munici. Systém provozního zkušebnictví zabezpečuje stálý přehled o jakosti výbušnin používaných a skladovaných v AČR a připravuje podklady pro rozhodovací procesy o skladování, použití, vyřazení nebo přelaboraci výbušnin a munice.

## **5.2.2 Sledované jakostní parametry výbušnin**

**5.2.2.1** Nestabilita výbušniny se může projevovat změnou fyzikálních a chemických vlastností výbušniny, snížením odolnosti vůči tepelnému namáhání a vnějším podnětům, vznikem defektů v mase výbušniny, narušením pevnostních parametrů, ovlivněním funkčních parametrů. Zkoušky jakostního stavu výbušnin lze proto rozdělit na zkoušky fyzikální, chemické, termické, strukturní, mechanické a funkční stability. Rozklad výbušniny se většinou projevuje ve všech těchto parametrech, vhodnost použití jednotlivých zkoušek a jejich vypovídací schopnost pro detekci nestability výbušniny však závisí na povaze zkoušené výbušniny.

**5.2.2.2** Zkoušky fyzikální stability sledují změny výbušniny způsobené fyzikálními jevy, jako je odpařování těkavých složek z výbušniny, absorpce vlhkosti ze vzduchu, difuze (migrace) složek v mase výbušniny apod.

**5.2.2.3** Zkoušky chemické stability sledují změny ve složení výbušniny způsobené jejím chemickým rozkladem, jako jsou úbytek obsahu stabilizátoru či zvýšení obsahu degradačních produktů a sekundární projevy těchto reakcí, např. zvýšení tepelného toku rozkladných dějů, snížení doby do počátku autokatalytického rozkladu apod.

**5.2.2.4** Zkoušky termické stability sledují vliv rozkladu výbušniny na její odolnost proti působení zvýšených teplot, jako je změna počátku termického rozkladu nebo teploty vzbuchu při zahřívání konstantní rychlostí.

**5.2.2.5** Zkoušky strukturní stability zjišťují změny struktury náloží výbušnin v průběhu jejich stárnutí, jako jsou změny rozměrů a tvaru, vznik prasklin v mase či odlepení lepených vrstev.

**5.2.2.6** Zkoušky mechanické stability sledují změny mechanických vlastností výbušnin v průběhu stárnutí, jako jsou meze pevnosti v tahu, tlaku či smyku, tažnost, modul pružnosti aj.

**5.2.2.7** Zkoušky funkční stability zjišťují vliv stárnutí výbušniny na stanovené funkční parametry výbušniny, jako jsou detonační rychlost, citlivost k iniciačnímu podnětu,



čistota barvy a intenzita svícení, doba funkce, průběhy tlaku v hlavni nebo balistické bombě, průběh tahu raketového motoru apod.

**5.2.2.8** V rámci provozního zkušebnictví lze provádět i další zkoušky, potřebné pro objasnění příčin pozorovaného anomálního chování výbušniny nebo doplnění jiných poznatků o výbušnině, jakou jsou stanovení úplného chemického složení výbušniny (kvalitativní a kvantitativní chemická analýza), stanovení fyzikálních vlastností (hustota, bod tuhnutí) či citlivosti k vnějším podnětům (nárazu, tření, jiskře, ohřevu, rázové vlně).

### **5.2.3 Třaskaviny**

**5.2.3.1** Třaskaviny jsou látky a směsi látek extrémně citlivé k vnějším podnětům, sloužící po své aktivaci jednoduchým impulsem (úderem, nápichem, teplem) k iniciaci výbuchového hoření nebo detonace v jiné výbušné náplni.

**5.2.3.2** Třaskaviny se používají jako primární náplně v dělostřeleckých a ženijních rozbuškách, v zápalkách a zápalkových šroubech, v roznětkách zapalovačů, v zážehových pilulích elektrických palníků. Z hlediska funkčního použití se třaskaviny dělí na rozbuškové slože, slože elektrických palníků, roznětkové slože a zápalkové slože.

**5.2.3.3** Rozbuškové slože jsou nejčastěji založeny na bázi azidu olovnatého (čistého nebo s přídavkem dextrinu) a jeho směsí s tricinátem olovnatým, výjimečně se mohou vyskytnout i slože na bázi fulminátu rtuťnatého (třaskavé rtuti). Slože elektrických palníků jsou většinou založeny na bázi tricinátu olovnatého a pikraminanu olovnatého. Roznětkové a zápalkové slože mají podobné složení a jsou většinou založeny na bázi směsi tricinátu olovnatého, tetrazenu a dalších přísad (okysličovadel, ostrohranných prášků) nebo ve starším provedení na bázi fulminátu rtuťnatého, chlorečnanu draselného, sulfidu antimonitého a dalších přísad.

**5.2.3.4** Projevem stárnutí třaskavin je jejich pozvolný chemický rozklad za vzniku nevýbušných látek (hydroxid olovnatý), prudce urychlovaný zejména průnikem vlhkosti do třaskaviny. Výsledkem tohoto rozkladu nejčastěji bývá selhání funkce třaskaviny a tím i celého muničního objektu.

**5.2.3.5** Z důvodu vysoké nebezpečnosti delaborace vzorků třaskavin z munice se v provozním zkušebnictví zkoušky samotné třaskaviny neprovádějí, a spolehlivost funkce muniční součástky obsahující třaskavinu se zkouší v původním stavu (bez delaborace).

### **5.2.4 Trhaviny**

**5.2.4.1** Trhaviny jsou látky a směsi látek, které po iniciaci třaskavinou detonují s požadovaným ničivým účinkem, jako je tříštění těla munice a urychlení vzniklých střípin, brizantní působení na nejbližší okolí, generování vzdušné rázové vlny nebo seizmické vlny, rozpojování hornin, zápalný účinek, kumulativní působení produktů detonace aj.

**5.2.4.2** Trhaviny se používají jako hlavní náplně ručních granátů, dělostřeleckých střel, hlavic raket a řízených střel všech typů, leteckých pum, výbušných odminovačů, protitankových min, ženijního náloživa, bleskovic. Trhaviny se používají i v počinových a přenosových náplních pro zesílení iniciace hlavní trhavinové náložě od rozbušky a v sekundárních náplních rozbušek.

**5.2.4.3** Vojenské trhaviny jsou nejčastěji založeny na bázi trinitrotoluenu, pentritu, tetrylu, hexogenu a oktogenu. Kromě tritolu a tetrylu se tyto látky používají v čistém stavu jen omezeně, častěji se vyskytují ve směsích s tritolem, vosky, změkčenými kaučuky, hliníkem či jinými přísadami, upravujícími laborační, citlivostní nebo výkonnostní parametry výsledné trhaviny. Plastické trhaviny jsou tvořeny směsí krystalické brizantní trhaviny (pentrit, hexogen) a případně i hliníkového prášku v kaučukovém pojivu. Přehled typů vojenských trhavin zavedených ve výzbroji AČR a jejich angloamerických a ruských ekvivalentů je uveden v tabulce 1.

**TABULKA 1 – Značení zavedených vojenských trhavin**

Složení	Značení v AČR	Anglo-americký ekvivalent	Ruský ekvivalent
Trinitrotoluen	Tritol, TNT, T	TNT	Т, тритол, тол,
Pentrit	Np	PETN	ТЕН
Tetryl	Tetryl	Tetryl, CE	тетрил, тетр.
Hexogen	H	RDX, cyclonite	Г, гексоген
Oktogen	O	HMX	О, октоген
Hexogen/tritol	H/T, T/H, HT, TH	Cyclotol	ТГ
Tritol/hexogen/vosk	T/H/E, THE	Composition B	
Hexogen/tritol/hliník/vosk	TGAF	Torpex, HBX, H-6	ТГА, ТГАФ, ТГАГ, МС
Hexogen/vosk	A-IX-1, A-IX-10, H5, H10, H2TF	Composition A	A-IX-1, A-IX-10, ГЕКФОЛ
Hexogen/hliník/vosk	A-IX-2, A-IX-20	Hexal	A-IX-2, A-IX-20
Pentrit/vosk	Np 2, Np 5, Np 10		
Pentrit/tritol	Np 10T	Pentolite	
Oktogen/vosk	Okfol		ОКФОЛ, ол
Plastické trhaviny	PI Np 10, B1, PI D-E 12, PI U-EP 14, PI Hx 30, Semtex H, Semtex 10, Semtex 90 PH, Semtex PI SE M, Semtex LCT 20, LCT 55, LCT 205, LCT 740, Semtex RAZOR 6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, Semtex RAZOR Booster, Semtex PasteX 14	Composition C, PE	ПВВ

**5.2.4.4** Vojenské trhaviny jsou výbušniny poměrně vysoce stabilní. Relativně nejméně stabilní jsou z vojenských trhavin tetryl, pentrit a směsi na jejich bázi, mezi nejstabilnější naopak patří hexogen, oktogen a tritol. Životnost vojenských trhavin může za vhodných podmínek skladování dosahovat i stovek let. Stabilita trhavin však může být narušena přítomností látek kyselé nebo alkalické povahy v původním vzorku nebo okolním prostředí, u trhavin s obsahem hliníku i vlhkostí. Stárnutí trhavin se může projevovat odmišením složek ze směsi (např. oddělením vosku od krystalické trhaviny, migrací změkčovadla z plastických trhavin), zvýšením objemu rozkladných plynů za vyšších teplot, snížením teploty počátku termického rozkladu nebo teploty vzbuchu, změnou mechanických vlastností (snížení plasticity nebo tažnosti plastických trhavin), vznikem prasklin v litých náplních, snížením nebo zvýšením citlivosti k vnějším podnětům a iniciaci. Výsledkem těchto dějů může být selhání funkce trhavinové náplně, snížení bezpečnosti při manipulaci, možnost vzniku havarijních stavů při výstřelu.

**5.2.4.5** Vznik nestability může být u trhavin účinně sledován vizuální kontrolou, stanovením obsahu vlhkosti, diferenční termickou analýzou a vakuovým stabilitním testem, u plastických trhavin může být použito i stanovení mechanických vlastností.

## **5.2.5 Bezdýmné prachy**

**5.2.5.1** Bezdýmné prachy jsou výbušniny, které svým definovaným výbuchovým hořením vytvářejí horké zplodiny udílející pohyb střele v hlavni. Požadované vnitrobalistické vlastnosti bezdýmného prachu jsou dány jeho chemickým složením, vlastnostmi použité nitrocelulózy, způsobem zpracování, tvarem a velikostí zrna.

**5.2.5.2** Bezdýmné prachy se používají jako hnací náplně všech typů nábojů pro hlavňové zbraně – od nábojů ručních palných zbraní, přes náboje pro středněrážové kanóny až po náboje pro velkorážové houfnice. Používají se rovněž jako hnací náplně pyropatron.

**5.2.5.3** Bezdýmné prachy jsou směsi na bázi nitrocelulózy, do jejíž polymerní matrice jsou přimíšeny další látky, upravující její výsledné vlastnosti nebo zlepšující způsob zpracování. Vlastnosti použité nitrocelulózy mají zásadní vliv na mechanické i balistické vlastnosti výsledného bezdýmného prachu. Důležitými charakteristikami nitrocelulózy jsou zejména obsah dusíku (stupeň nanitrování) a molekulová hmotnost tohoto polymeru. Jako výbušné želatinátory nitrocelulózy, změkčující nitrocelulóзовou matici a upravující její výbuchové teplo, se používají nitroglycerín, diethynglykoldinitrát, dinitrát diethanolnitraminu, čistý 2,4-dinitrotoluen, technický dinitrotoluen (směs 2,4- a 2,6- izomerů) nebo tzv. kapalný tritol (směs izomerů dinitrotoluen a trinitrotoluen). Pro změkčení nitrocelulóзовé matrice se rovněž používají nevýbušné želatinátory, nejčastěji dibutylftalát nebo centralit I. Do změkčené nitrocelulóзовé matrice je možno přimístit i krystalická výbušná plniva jako např. nitroguanidin, který snižuje erozivitu prachu. Pro stabilizaci bezdýmného prachu se do masy přidávají i organické stabilizátory jako difenylamin, centralit I a centralit II, chemicky na sebe vázající oxidy dusíku vznikající rozkladem nitrocelulózy a dalších obsažených nitroesterů. Látky jako centralit I, technický dinitrotoluen, dibutylftalát či kafr se rovněž používají v bezdýmném prachu pro snížení rychlosti hoření povrchových vrstev prachu (funkce povrchových flegmatizátorů). Pro zlepšení lisovatelnosti se do prachu přidávají organické látky typu vosků, vazelíny nebo transformátorového oleje. Anorganické látky plní v bezdýmných prašících funkci katalyzátorů hoření (oxid a uhličitán olovnatý, uhličitán vápenatý, oxid cíničitý), stabilizátorů (oxid hořečnatý, uhličitán vápenatý), tlumičů

plamene (síran draselný, hydrogenvínan draselný), látek zvyšujících porozitu zrna (síran sodný, dusičnan draselný), látek zlepšujících lisovatelnost prachu (stearan zinečnatý), látek zlepšujících zpracovatelnost a sypanou hustotu prachu (grafit). Bezdýmné prachy se vyrábějí v podobě zrn různého tvaru – destiček, kotoučků, kroužků, kuliček, pásků, válečků, trubiček s jedním nebo více (sedmi) podélnými otvory apod.

**5.2.5.4** Značení bezdýmných prachů české výroby zavedených v AČR v sobě zahrnuje informace o chemickém složení prachu, jeho tvaru, rozměrech, některých vlastnostech či přísadách, výrobci, sérii a roku výroby.

**5.2.5.5** Podle chemického složení se bezdýmné prachy dělí na jednosložkové nitrocelulózy (vyrobené bez obsahu výbušného změkčovadla, s použitím těkavých rozpouštědel, zkratka Nc), dvousložkové nitroglycerinové (s obsahem nitroglycerínu, zkratka Ng), dvousložkové diglykolové (s obsahem diethylenglykoldinitrátu, zkratka Dg) a trojsložkové gudolové (s obsahem nitroguanidinu, zkratka Gu nebo Nq).

**5.2.5.6** Za zkratku chemického složení prachu se ve značení uvádí tvar zrna bezdýmného prachu a charakteristické rozměry zrna, dle tabulky 2. Rozměry jednosložkových nitrocelulózy prachů uváděné ve značení neodpovídají skutečným rozměrům prachových elementů, ale výrobním nástrojům (matici, trnu apod.) Skutečné rozměry prachového zrna jsou z důvodu vysychání těkavých rozpouštědel (alkoholu a éteru) menší. Má-li prach speciální označení (např. Nc dp C1, Ng sp vz.43), jeho rozměry a další údaje se již neuvádějí.

**TABULKA 2 – Zkratky tvarů zrna a charakteristické rozměry bezdýmných prachů**

Tvar zrna	Zkratka	Charakteristický rozměr
Destičkový	dp	Tloušťka / délka hrany
Kotoučkový	kp	Vnější průměr x průměr otvoru / tloušťka
Kuličkový (sférický)	sp	Průměr
Páskový	pp	Tloušťka / šířka / délka
Sedmiděrový	7p	Vnější průměr x tloušťka stěny / délka
Trubičkový	tp	Vnější průměr x tloušťka stěny / délka
Válečkový	vp	Průměr / délka

**5.2.5.7** Dalším údajem ve značení prachu za jeho charakteristickým rozměrem jsou číselné nebo písemné údaje, označující charakteristické rysy prachu, např. výbušné teplo, některé přísady, povrchovou flegmatizaci, použití apod. Údaje tohoto typu uvádí tabulka 3. V případě výroby daného prachu dle licenční dokumentace se v závorce uvádí i označení originálního prachu.

**TABULKA 3 – Zkratky charakteristických rysů prachu**

Zkratka	Význam
Číslo	Výbuchové teplo ve stovkách kcal·kg <sup>-1</sup>
K	Obsah síranu draselného
V	Obsah hydrogenvínanu draselného
F	Povrchová flegmatizace centralitem I
F1	Povrchová flegmatizace kafrem
P	Prach pro pistolové střelivo
C	Prach pro cvičné střelivo
Cv	Prach pro cvičné střelivo

**5.2.5.8** Posledním údajem ve značení prachu je označení výrobce a výrobní série. Označení výrobce se udává šifrou, složenou z třípísmenné značky (např. nma). Série prachu se značí pořadovým číslem, lomeným posledním dvojčíslem roku výroby. Číslo sérií každého druhu prachu začínají v každém roce výroby číslem 1. Pokud se na místě pořadového čísla vyskytne 0, jedná se o ověřovací sérii. Některé druhy bezdýmných prachů starší výroby se při revizi podrobovaly přepracování (řezání) a homogenizaci. Homogenizované prachy se označují pořadovým číslem homogenizované série, psané římskými číslicemi a lomeným posledním dvojčíslem roku homogenizace. Toto označení se píše buď za označení původní série, nebo je uvedeno samostatně. Homogenizované prachy se mohou rovněž označovat pouze pořadovým číslem homogenizované série psané arabskými číslicemi a lomeným dvojčíslem roku homogenizace. Toto označování je uplatňováno u bezdýmných prachů homogenizovaných v laboračním závodě, je vždy trojmístné a začíná číslicí 5. Označení R (retour) za pořadovým číslem série znamená, že při výrobě prachu bylo použito zbytků z předcházející výroby nebo přepracování starších sérií.

**5.2.5.9** Například značení Nc tp 3x1,25/3,5-F1 wxh 501/80 udává, že se jedná o nitrocelulóзовý trubičkový prach s rozměrem matrice: 3,0 mm průměr zrna, 1,25 mm tloušťka stěny zrna, 3,5 mm délka zrna, povrchově flegmatizovaný kafrem, výrobce wxh, série 501, rok homogenizace 1980. Z označení Ng pp 0,35/1,5/100-11,8-(NBL)-nma-8/79 lze vyčíst, že se jedná o nitroglycerínový páskový prach tloušťky 0,35 mm, šířky 1,5 mm, délky 100 mm, s výbuchového teplem 1180 kcal·kg<sup>-1</sup>, původního označení NBL, výrobce nma, série 8 roku 1979.

**5.2.5.10** Bezdýmné prachy a homogenní TPH české výroby mohou být označovány i komerčními názvy výrobce (Explosia Pardubice-Semtín a.s.), začínajícími písmenem S (jednosložkové, nitrocelulóзовé) nebo D (dvousložkové, nitroglycerínové nebo diglykolové, případně i vícesložkové) a následované třímístným (ve starší verzi) až pětímístným (v novější verzi) pořadovým číslem, např. D 063, D 100-02, S 020, S 105-01. Uvedené trojčíslí nevyjadřuje konkrétní hodnotu vlastností bezdýmného prachu, obvykle však se zvětšujícím se číslem klesá rychlost hoření prachu (pouze orientační pomůcka). Poslední dvojčíslí v pětímístném kódu (např. 02 v označení D 100-02) značí modifikaci dané prachové masy (např. D 100) pro určitého zákazníka nebo aplikaci. Značení prachů může předcházet i registrovaná značka LOVEX.



**5.2.5.14** Další zkratky v označení prachů z produkce bývalého SSSR uvádí tabulka 5.

**TABULKA 5 – Další zkratky v označení prachů produkce bývalého SSSR**

Zkratka	Význam
Ц	Prach flegmatizovaný centralitem
Ф	Prach flegmatizovaný dibutylftalátem
T	Prach s obsahem dinitrotoluenu
ДТ	Prach s obsahem dibutylftalátu a dinitrotoluenu
B	Puškový prach
ВЛ	Puškový prach pro lehkou střelu
ВТ	Puškový prach pro těžkou střelu
ВМ	Viskózní minometný prach
СВ	Prach vyrobený z čerstvé nitrocelulózy
Пеп	Prach získaný přepracováním starých prachů
В/В	Prach vyrobený pozměněnou technologií za války
УФ	Prach vyrobený urychleným způsobem (uvádí se na konci označení prachu)
СМ	Směs více sérií

**5.2.5.15** Série a rok výroby prachu se udávají ve tvaru zlomku. V čitateli je uvedena výrobní série, ve jmenovateli poslední dvojčíslí roku výroby. Výrobní závod je určen písmennou šifrou.

**5.2.5.16** Značky prachů produkce bývalého SSSR se mohou přepisovat latinkou. Prachy vyrobené v ČR podle licence bývalého SSSR se označují smíšeným způsobem. K označení užívaném pro českou výrobu prachů se připojí v závorce původní označení, např. Ng tp 5,6x1,8/260-7,85 (NDT-3).

**5.2.5.17** Bezdýmné prachy jsou spolu s homogenními tuhými pohonnými hmotami nejméně stabilními vojenskými výbušninami. Nestabilitu bezdýmných prachů způsobuje chemický rozklad (denitrace) nitrocelulózy a kapalných nitroesterů (nitroglycerínu, diethylenglykoldinitrátu) za uvolnění oxidů dusíku (dusnatého a dusičitého) a tepla, který probíhá nezanedbatelnou rychlostí již za normální teploty. Pokud není vznikajícím oxidům dusíku zabráněno v dalším styku s nitrocelulózou, probíhá tento rozklad samourychlujícím (autokatalytickým) způsobem až do úplného rozpadu nitrocelulózy nebo jejího samovolného zážehu uvolňovaným teplem. Proto obsahují všechny typy bezdýmných prachů organické stabilizátory (difenylamin, centralit I, centralit II), které na sebe chemicky váží vznikající oxidy dusíku a zabraňují tak jejich styku s nitrocelulózou. Z původních stabilizátorů při tomto ději vznikají jejich nitroso- a nitro- deriváty (z difenylaminu např. N-nitrosodifenylamin, 2-nitrodifenylamin, 4-nitrodifenylamin, 2,4-dinitrodifenylamin až hexanitrodifenylamin). Při vyčerpání stabilizační účinnosti stabilizátorů se bezdýmný prach stává nestabilním a může dojít k jeho samovznícení. Rozkladný proces prachu podporují vlhkost, sluneční záření, ale zejména látky kyselé či alkalické povahy. Stárnutím se rovněž snižuje molekulová hmotnost nitrocelulózy a obsah dusíku v ní, což

se přímo odráží v mechanických vlastnostech bezdýmných prachů (pokles pevnosti v tlaku, tendence k tříštění zážehovým tlakem) a jejich vnitrobalistické výkonnosti (nepravidelné hoření, tlakové pulzy, prudké vzrůsty tlaku), které mohou vést k ovlivnění vnější balistiky střely, případně až k havárii zbraně. Vnitrobalistické vlastnosti bezdýmných prachů silně ovlivňuje i fyzikální nestabilita, projevující se např. snížením obsahu těkavých rozpouštědel v nitrocelulóзовých praších, absorpcí nebo uvolněním vlhkosti, migrací želatinátorů i krystalických složek na povrch zrna nebo do obalových materiálů apod. Migrací nitroglycerínu na povrch zrna se rovněž výrazně zvyšuje manipulační nebezpečnost prachu. Příznakem pokročilého rozkladu prachu je výskyt skvrn, puchýřů a trhlin na zrnech, prach se slepuje a mění tvar, křehne a rozpadá se. Konečné stádium rozkladu prachu se projevuje uvolňováním hnědých dýmů oxidů dusíku. V rámci provozního zkušebnictví výbušnin je zapotřebí věnovat stabilitě bezdýmných prachů prvořadou pozornost, neboť jejich nestabilita může v krajních případech způsobit i havárie zbraňových systémů a výbuchy muničních skladů.

**5.2.5.18** Vznik nestability může být u bezdýmných prachů detekován pomocí stanovení obsahu těkavin a vlhkosti, vizuální kontrolou, stanovením obsahu stabilizátorů a dalších extrahovatelných složek, stanovením doby do počátku autokatalytického rozkladu, stanovením objemu uvolněných rozkladných plynů a stanovením vnitrobalistických vlastností prachu. Vybrané parametry je potřebné sledovat i po umělém stárnutí vzorku bezdýmného prachu, aby bylo prokázáno udržení jakostních charakteristik po celou dobu do další periodické kontroly.

## **5.2.6 Homogenní tuhé pohonné hmoty**

**5.2.6.1** Homogenní tuhé pohonné hmoty (TPH) jsou výbušniny, které svým definovaným výbuchovým hořením vytvářejí horké zplodiny proudící tryskou raketového motoru a zajišťují tak pohyb raketového systému. Stejně jako u bezdýmných prachů jsou požadované vnitrobalistické vlastnosti homogenní TPH dány jejím chemickým složením, vlastnostmi použité nitrocelulózy, způsobem zpracování, tvarem a velikostí zrna.

**5.2.6.2** Homogenní TPH se používají jako hnací hmoty raketových systémů všech typů – dělostřeleckých raket, protitankových řízených střel, protiletadlových raket, leteckých raket, urychlovacích raketových motorů leteckých pum, záchranných raketových systémů.

**5.2.6.3** Homogenní TPH svým chemickým složením odpovídají dvousložkovým nitroglycerínovým nebo diglykolovým prachům (viz čl. 5.5.3). Jsou založeny na bázi nitrocelulózy změkčené nitroglycerínem, diethylenglykoldinitrátem nebo jejich směsí, s možným obsahem technického dinitrotoluenu, tritolového oleje, dinitrátu diethanolnitraminu, dibutylftalátu, transformátorového oleje, stabilizované centralitem I, centralitem II a/nebo difenylaminem. Oproti bezdýmným prachům mají homogenní TPH rozmanitější obsah anorganických přísad – katalyzátorů a stabilizátorů hoření (PbO, PbCO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, MgO, Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, saze) i chemických stabilizátorů (CaCO<sub>3</sub> a MgO). Homogenní TPH mají většinou tvar trubek (o délce až několika desítek centimetrů), případně trubek s vnitřní dutinou hvězdicového nebo loukoťového profilu. Po celém svém povrchu, na vnějším povrchu, nebo pouze na čelech může mít homogenní TPH přilepenou vrstvu tzv. pancéřování – inertní hmoty zabraňující hoření masy na pancéřovaném povrchu. Homogenní TPH jsou většinou volně vkládány do komory raketového motoru.



**5.2.6.4** Pokud jsou homogenní TPH vyráběny v ČR, označují se stejným způsobem jako trubičkové bezdýmné prachy (viz čl. 5.5.4). Homogenní TPH zahraniční produkce se obvykle označují původním kódem, např. BNK, RSI-12M, NDSI-2K.

**5.2.6.5** Z hlediska mechanismu vzniku nestability mají homogenní TPH prakticky shodné charakteristiky s dvousložkovými bezdýmnými prachy, popsány v čl. 5.5.6. Rozklad homogenních TPH se navíc může projevit ve změnách mechanických vlastností (snížení pevnosti v tlaku a tahu) a změnách struktury zrna (vznik prasklin a plynových dutin v mase, odlepení pancéřování), které mohou ovlivňovat vnitrobalistické parametry raketového motoru a vést až k jeho havarijnímu výbuchu.

**5.2.6.6** Nestabilita homogenních TPH může být monitorována pomocí stanovení obsahu vlhkosti, vizuální kontrolou, stanovením obsahu stabilizátorů a migrace změkčovadel v mase, stanovením doby do počátku autokatalytického rozkladu, stanovením objemu uvolněných rozkladných plynů, endoskopickou a ultrazvukovou defektoskopií zrna pro detekci prasklin, dutin a odlepení pancéřování, zkouškami mechanických vlastností a stanovením základních vnitrobalistických parametrů v originálním raketovém motoru. Vybrané parametry je potřebné sledovat i po umělém stárnutí vzorku homogenní TPH, aby bylo prokázáno udržení jakostních charakteristik po celou dobu do další periodické kontroly.

## **5.2.7 Heterogenní tuhé pohonné hmoty**

**5.2.7.1** Heterogenní tuhé pohonné hmoty (TPH) mají stejnou funkci jako homogenní TPH, tj. vytvářet svým definovaným výbuchovým hořením horké zplodiny proudící tryskou raketového motoru zajišťující tak pohyb raketového systému. Požadované vnitrobalistické vlastnosti heterogenních TPH jsou dány jejich chemickým složením, granulometrií krystalických složek, dokonalostí jejich styku s pojivou fází, tvarem a velikostí zrna TPH.

**5.2.7.2** Heterogenní TPH se používají jako hnací hmoty raketových systémů, zejména taktických raket, protiletadlových řízených střel a raket a leteckých raket.

**5.2.7.3** Heterogenní TPH jsou směsi krystalických okysličovadel (nejčastěji chloristanu amonného), kovových prášků (hliník), katalyzátorů hoření (např. sloučeniny Fe, Cr, Zr, V) ve změkčené polymerní matrici. Jako změkčovadla se používají různé ftaláty, sebakáty nebo oleje, polymer je většinou tvořen zesíťovanými elastomery (polyuretany na bázi hydroxylem nebo karboxylem terminovaného polybutadienu aj.) Heterogenní TPH mají většinou tvar trubek (o délce až několika metrů), případně trubek s vnitřní dutinou hvězdicového profilu. Po celém svém povrchu, na vnějším povrchu, nebo pouze na čelech může mít heterogenní TPH přilepenou vrstvu tzv. pancéřování – inertní hmoty zabraňující hoření masy na pancéřovaném povrchu. Heterogenní TPH mohou být v komoře raketového motoru volně vloženy nebo být ke komoře pevně přilepeny.

**5.2.7.4** Stárnutí je u heterogenních TPH způsobeno zejména rozkladem polymerního pojiva. Přítomností vlhkosti, vzduchu nebo interakcí s krystalickými plnivy dochází ke zvýšení hustoty zesíťování polymeru či částečné depolymeraci, jež se projevují změnou mechanických vlastností (pevnost v tahu a tlaku, tažnost, tvrdost), které mohou v krajním případě poklesnout pod určené pevnostní limity. Rozkladem polymeru může zároveň dojít ke snížení jeho schopnosti vázat na sebe změkčovadlo a efektivně pojit krystalické složky, což se může projevit na vzniku dutin, prasklin a ovlivnění vnitrobalistických parametrů raketového motoru. Oddělení změkčovadla od polymeru a jeho migraci masou mohou rovněž podporovat fyzikálně-chemické

interakce s vrstvou pancéřování, které je rovněž obvykle tvořeno polymerem. Velmi důležitým aspektem je pevnost spoje mezi TPH a komorou raketového motoru. Odlepení TPH od izolujících vrstev vede ke zvětšení hořícího povrchu a tedy k nadměrnému nárůstu tlaku v raketovém motoru. Anomální změny v hoření TPH způsobují rovněž praskliny v mase TPH a nedostatečná pojivá schopnost pojiva pro krystalické složky. Praskliny a odlepení TPH vznikají rovněž tepelným pnutím v mase TPH, přilepené ke stěně raketového motoru. Všechny tyto strukturní defekty se mohou projevit na balistickém chování raketového motoru a v krajním případě mohou vést i k jeho havarijní explozi v zážehové fázi, s ohrožením vlastního zbraňového systému a jeho obsluhy.

**5.2.7.5** Nestabilita heterogenních TPH může být monitorována pomocí stanovení obsahu vlhkosti, vizuální kontrolou, stanovením migrace změkčovadel v mase, stanovením teploty počátku termického rozkladu a teploty vzbuchu, endoskopickou a ultrazvukovou defektoskopií zrna pro detekci prasklin, dutin a odlepení pancéřování, zkouškami mechanických vlastností a stanovením základních vnitrobalistických parametrů TPH v originálním raketovém motoru. Vybrané parametry je potřebné sledovat i po umělém stárnutí vzorku heterogenní TPH, aby bylo prokázáno udržení jakostních charakteristik po celou dobu do další periodické kontroly.

## **5.2.8 Pyrotechnické slože**

**5.2.8.1** Pyrotechnické slože jsou typem výbušnin, vytvářejícím svým hořením požadovaný efekt – spolehlivý zážeh jiné výbušniny nebo ničeného materiálu, definované zpoždění zážehu, intenzivní osvětlení, barevný plamen nebo dým, akustický efekt apod.

**5.2.8.2** Pyrotechnické slože se používají prakticky ve všech typech munice, např. jako zážehovací slože v raketových motorech, jako zpoždovací slože v dělostřeleckých zapalovačích nebo ženijních rozbuškách, jako osvětlovací slože v osvětlovacích raketách, jako stopovkové slože v různých typech střelené munice, jako signální slože v signálních nábojích různých barev plamene, jako výbuškové slože v imitační munici, jako dýmové slože v dýmovnicích různých barev dýmu, jako zápalné slože v průbojně-zápalných nábojích apod.

**5.2.8.3** Pyrotechnické slože jsou heterogenní směsi oxidáčů (např. dusičnanů, chlorečnanů, chloristanů), paliv (kovové prášky, cukry aj.), pojiv (šelak, iditol) a speciálních přísad (látky barvicí plamen, dýmotvorné přísady apod.) Výběr jednotlivých složek, jejich zrnitost, vzájemný poměr a způsob přípravy určují požadované funkční parametry pyrotechnické slože. Pyrotechnické slože se do munice laborují v podobě výlisků, v práškové nebo v granulované podobě.

**5.2.8.4** Stárnutí pyrotechnických složí je způsobeno zejména vlivem vlhkosti. Přítomnost i stop vlhkosti (z výroby či nedostatečné hermetizace munice) katalyzuje degradační reakce mezi složkami směsi (např. mezi dusičnany a hořčíkem), způsobuje korozi kovových prášků, odmíšení (vykvétání) složek, spékání a flegmatizaci slože. Ve výsledném efektu jsou degradační slože ovlivněny zejména její funkční parametry, jako např. zapalitelnost a zážehový impuls, doba a intenzita hoření, spektrální čistota barvy plamene, způsobující změnu nebo úplné selhání požadované funkce munice. V některých případech se může degradace slože projevit i na její termické stabilitě.

**5.2.8.5** Nestabilita pyrotechnických složí může být monitorována stanovením obsahu vlhkosti, vizuální kontrolou, stanovením teploty počátku termického rozkladu a teploty vzbuchu. Nejreprezentativnější výsledky se však získají funkční zkouškou muniční součástky obsahující pyrotechnickou slož, a to i po umělém stárnutí.

## **5.2.9 Černé prachy**

**5.2.9.1** Černé prachy jsou zvláštním typem pyrotechnických složí s rozsáhlým použitím. Jedná se o mechanické směsi dusičnanu draselného, dřevěného uhlí a síry nejčastěji v hmotnostním poměru 75 : 15 : 10. Jednotlivé druhy černých prachů se od sebe především liší velikostí zrna a částečně svým složením (např. časovací prachy). Některé prachy obsahují také grafit. Grafit se používá při povrchové úpravě, protože černý prach je potom odolnější proti vlhkosti, ale klesá tím jeho zápalnost.

**5.2.9.2** Použití černých prachů je předurčeno jejich složením a především zrnitostí. Moučkové prachy (čp vz. 75) jsou používány zejména k výrobě stopin. Drobnozrné prachy o střední velikosti zrna pod 1 mm se používají jako zpoždovací slož v pyrotechnické munici (čp vz. 28, Torpedo, VZ) nebo v zápalnicích (čp BZ), jako zážehové slož (čp V, Vr) v různých iniciátorech nebo jako výmetné slož (čp Vr). Střednězrné prachy o střední velikosti zrna 1–2 mm (čp A, A-1, T 1/2) nacházejí použití zejména v zažehovačích dělostřeleckých nábojů, raketových motorů, pyrotechnické munice a v zápalkových šroubech. Hrubozrné prachy (THH, THH-1) o velikosti zrna nad 4 mm se poté používají v zažehovačích raketových motorů. Černé prachy mohou být používány v sypké podobě nebo být lisovány do tablet.

**5.2.9.3** Vliv na jakost a tím i na funkčnost černého prach má především vlhkost. Zvýšená vlhkost snižuje výkon prachu, navlhlý prach hoří pouze pozvolna, při obsahu vlhkosti nad 15 % již nehoří vůbec. Vlhký černý prach může způsobit změnu nebo úplné selhání požadované funkce munice. Pokud je černý prach hermeticky uzavřen, je chemicky stálý a nepodléhá degradačním změnám.

**5.2.9.4** Nestabilita černých prachů je sledována vizuální kontrolou, stanovením obsahu vlhkosti a stanovením teploty počátku termického rozkladu a teploty vzbuchu. Nejreprezentativnější výsledky se však získají funkční zkouškou muniční součástky obsahující černý prach a to i po umělém stárnutí.

## **6 Organizace provozního zkušebnictví výbušnin AČR**

### **6.1 Zajištění provozního zkušebnictví výbušnin**

Provozní zkušebnictví zalaborovaných i volně ložených výbušnin řídí a provádí zařízení (organizace) rezortu MO v rámci stanovené působnosti. Ve své práci se tyto zařízení (organizace) řídí ustanoveními tohoto ČOS, technickou dokumentací k vyrobeným výbušninám a municí a platnými bezpečnostními předpisy pro manipulaci s výbušninami a municí.

### **6.2 Pravidla výběru munice ke zkouškám**

**6.2.1** Klíčem k výběru výbušnin k provozním zkouškám je série a rok výroby munice, v níž jsou výbušniny zalaborovány. V případě volně skladovaných výbušnin je klíčem identifikace série a rok výroby této výbušniny. K periodickým zkouškám se dodávají reprezentativní vzorky munice (nebo samostatně skladovaných výbušnin) jednotlivých sérií.

**6.2.2** Výběru reprezentativního vzorku munice dané série ke zkouškám je zapotřebí věnovat mimořádnou pozornost, protože kvalita výběru vzorku přímo definuje spolehlivost a kvalitu výsledku zkoušení, který je platný pro celou sérii výbušniny nebo munice. Pro zajištění dostatečné konzervativnosti výsledku a vytvoření bezpečnostní rezervy je nutno k provozním zkouškám vybírat vzorky munice, které ze sledované série prošly relativně největším namáháním v průběhu svého životního cyklu (skladování v polních skladech, dlouhodobé uložení v bojové technice apod.)

**6.2.3** V případě dlouhodobého skladování části munice dané série za výrazně odlišných klimatických podmínek než ostatních kusů munice této série, nebo je-li část munice vystavena extrémním podmínkám, je vhodné tuto municí zkoušet nezávisle jako samostatnou sérii.

**6.2.4** Systém výběru a dodávek vzorků ke zkouškám musí být zajištěn tak, aby série munice byly přezkušovány v souladu s požadavky provozu materiálu MU 5.0 v AČR, především s ohledem na její bezpečnost a vyhovující funkční spolehlivost.

### 6.3 Pravidla výběru reprezentativního vzorku raketové munice

**6.3.1** Klíčový význam má kvalita výběru reprezentativního vzorku u raket, řízených střel a záchranných prostředků (dále jen „raketové munice“) zahraniční provenience, které jsou zavedeny ve výzbroji AČR v relativně malých počtech a neexistují u nich detailní technické podmínky a kritéria pro zkoušení jejich jakosti. Aplikační bezpečnost raketové munice určuje v převážné míře kvalita tuhých pohonných hmot (TPH). TPH jako nelineární viskoelastické materiály podléhají tzv. principu kumulativního poškození, podle něhož k celkové míře poškození TPH přispívají součtovou funkcí všechny tepelné a mechanické podněty, kterým byla TPH v minulosti vystavena. Čím vyšší je hodnota této součtové funkce, tím vyšší je pravděpodobnost výskytu kritických defektů v TPH. K periodickým zkouškám v rámci provozního zkušebnictví je proto zapotřebí vždy vybírat kusy raketové munice dané série s nejvyšší hodnotou této součtové funkce (tzv. koeficientu poškození).

**6.3.2** Hodnota koeficientu poškození (KP) se stanoví pro každý kus raketové munice s využitím dat o historii skladování a exploatace ze záznamníku provozu raketové munice a pomocí garančních hodnot výrobce raketové munice na maximální délku provozu v různých podmínkách (např. maximální doba skladování ve vytápěných skladech a v polních podmínkách, maximální kilometráž na různých přepravních prostředcích a po různých površích, maximální počet vzletů). Hodnota  $KP$  se poté vypočítá pro  $n$  různých stavů definovaných výrobcem jako součet podílů souhrnné doby (kilometráže, počtu vzletů)  $x_i$  strávené raketovou municí v daném stavu  $i$  a výrobcem garantované maximální hodnoty  $y_i$  pro daný stav dle vzorce:

$$KP = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{y_i}$$

**6.3.3** V případě, že nejsou u daného typu raketové munice garantované hodnoty  $y_i$  známy, použijí se hodnoty srovnatelného typu raketové munice. V případě, že nejsou dostupná relevantní data o historii skladování a exploatace ze záznamníku provozu raketové munice, vybírají se kusy s nejvyšší hodnotou  $KP$  z dané populace raket kvalifikovaným odhadem zodpovědného pracovníka příslušného zásobovacího úseku CZM. Kvalifikovaný odhad zohledňuje nominální stáří jednotlivých kusů raket

a známou nebo předpokládanou historii jejich předchozí exploatace a podmínek skladování.

**6.3.4** K provozním zkouškám se odebírá definovaný počet kusů raket dané série s nejvyššími hodnotami KP.

## **6.4 Pravidla odběru vzorků výbušnin**

**6.4.1** Minimální počty reprezentativních zástupců munice každé série nebo volných výbušnin dodávané k provozním zkouškám jsou určeny potřebou funkčních zkoušek uvedených v čl. 8.12 a minimálním množstvím vzorků potřebným k provedení předepsaných zkoušek dle tohoto standardu.

**6.4.2** Z celkového počtu kusů munice odebraných pro provozní zkušebnictví výbušnin je část vzorků určena k okamžitému zkoušení a druhá část pro umělé stárnutí a následné zkoušky.

**6.4.3** V průběhu delaborace vzorků se provádí prvotní vizuální kontrola odebíraných vzorků a původní náplně v municí, v souladu s principy uvedenými v čl. 8.2.

**6.4.4** Požadavky uvedené v čl. 6.4.3 jsou platné i pro odběr vzorků z referenčních vzorků bezdýmných prachů výrobce (výrobců) a ze vzorkových nábojek skladovaných ve skladu vzorků VZ 5512.

## **6.5 Pravidla periodického přezkušování**

**6.5.1** Standardní délka intervalu periodického přezkušování výbušnin a munice je u všech typů a druhů pět let, s výjimkou raketové munice se skončenou výrobem garantovanou životností, kdy je standardní délka intervalu tři roky.

**6.5.2** Nezávisle na lhůtách uvedených v čl. 6.5.1 se výbušniny určené pro revizi munice, přelaboraci nebo výbušniny zkoušené v případě mimořádné události přezkušují vždy před provedením revize, před přelaborací a vždy okamžitě při řešení mimořádné události.

## **6.6 Pravidla zkoušení výbušnin**

**6.6.1** V rámci provozního zkušebnictví výbušnin se provádějí dva základní typy zkoušek – zkoušky předepsané a zkoušky doplňkové. Předepsané zkoušky se používají povinně u všech odebraných vzorků výbušnin, pokud to forma a množství vzorku umožňuje. Doplňkové zkoušky se provádějí pouze ve zvláštních případech, např. pro hledání příčin nevyhovujících výsledků předepsaných zkoušek nebo anomálního chování výbušnin, zkoušení speciálních typů výbušnin, vyšetřování mimořádných událostí apod. Úplná chemická analýza zkoušených výbušnin se provádí pouze v rámci doplňkových zkoušek. V odůvodněných případech mohou být jako předepsané zkoušky použity i přijímací zkoušky výbušnin specifikované v jejich technických podmínkách, pokud jsou tyto vybrané zkoušky relevantní pro posouzení změn jakosti výbušnin v průběhu dlouhodobého skladování (např. zkoušky plasticity u plastických trhavin). Předepsané zkoušky musí být pro jednotlivé typy výbušnin vybrány takovým způsobem, aby umožnily nalézt všechny potenciální vady charakteru fyzikální, chemické, termické, mechanické, strukturní či funkční nestability, které by ohrožovaly bezpečnost a spolehlivost použití skladované munice.

**6.6.2** Pro spolehlivou garanci vyhovujícího stavu výbušnin po celou dobu skladování až do další periodické kontroly je v provozním zkušebnictví výbušnin

zaveden princip umělého stárnutí. Umělým stárnutím se simuluje fyzikálně-chemický stav, do kterého se výbušnina pravděpodobně dostane za několik let přirozeného stárnutí. Pokud uměle zestárnutá výbušnina vyhoví výsledkům předepsaných zkoušek stejně dobře jako původní vzorek, lze s velkou pravděpodobností garantovat její vyhovující stav až do příští periodické kontroly. Pokud ve výjimečných případech nelze provést zkoušky před i po umělém stárnutí, vzorek výbušniny se zkouší pouze po umělém stárnutí.

**6.6.3** Předepsané zkoušky jsou pro jednotlivé typy výbušnin vyjmenovány v tabulkách 6 až 11, vhodné doplňkové zkoušky jsou uvedeny v tabulce 12. Doporučené metodiky doplňkových zkoušek jsou pouze vodítkem k řešení daného problému a lze je modifikovat dle podstaty řešeného problému.

## **6.7 Pravidla vyhodnocení výsledků zkoušek**

**6.7.1** Na základě výsledků provozního zkoušení se zkoušené výbušniny zařazují do tří jakostních kategorií:

1. kategorie – výbušniny s vyhovující jakostí, další periodické přezkoušení po 5 letech, u raketové munice se skončenou záruční dobou po 3 letech.
2. kategorie – výbušniny se sníženou jakostí, další přezkoušení po 2 letech, nebo po 1 roce u raketové munice se skončenou záruční dobou.
3. kategorie – výbušniny s nevyhovující jakostí, vyřazení výbušniny z výzbroje a určení k okamžité likvidaci.

**6.7.2** Zařazení výbušniny do jednotlivých jakostních kategorií se provádí v první fázi na základě výsledků zkoušek původního vzorku před provedením umělého stárnutí. Pokud výsledek libovolné zkoušky po umělém stárnutí zařazuje vzorek do 2. jakostní kategorie, ale výsledky před umělým stárnutím odpovídají 1. jakostní kategorii, celkově se vzorek zařazuje do 1. jakostní kategorie. Pokud však byl umělým stárnutím ve vzorku vyvolán vznik takových vad odpovídajících 3. jakostní kategorii, výbušnina se zařazuje do 3. jakostní kategorie, nezávisle na výsledku zkoušení původního vzorku.

**6.7.3** V odůvodněných případech při zařazení výbušniny do 3. jakostní kategorie, zejména jsou-li pochybnosti o vhodnosti dané metodiky zkoušení pro konkrétní typ výbušniny nebo je-li výbušnina určena k rychlé spotřebě, mohou být na základě žádosti zadavatele zkoušky provedeny rozšířené zkoušky detailně zkoumající příčinu nevyhovujícího chování výbušniny. Na základě závěrů rozšířených zkoušek může být pozměněno zařazení výbušniny do 3. jakostní kategorie.

**6.7.4** V případě důvodné pochybnosti o vhodnosti kritéria některé předepsané zkoušky pro hodnocení jakostního stavu určité výbušniny může zkušebna stanovit toto kritérium odchylně. Provedená odchylka však musí být podrobně zdůvodněna, podložena experimentálními výsledky nebo teoretickým rozбором s možností posouzení od druhé nezávislé zkušebny munice.

**6.7.5** Výsledná jakostní kategorie zkoušené výbušniny odpovídá nejhorší jakostní kategorii zjištěné ze všech provedených zkoušek. Stejný princip výsledného hodnocení platí i pro munici obsahující několik zalaborovaných výbušnin. Zjištěné jakostní parametry výbušnin jsou považovány za platné pro celou výrobní sérii zkoušeného vzorku munice.

**6.7.6** Výsledky všech provedených zkoušek jsou souhrnně vedeny v protokolu, který zkušebna vypracuje pro všechny výbušniny v municí zkoušené série nejpozději do jednoho měsíce po skončení všech zkoušek. Nedílnou součástí protokolu je stanovení jakostní kategorie jednotlivých typů výbušnin a celého muničního systému.

**6.7.7** Výsledky zkoušení, jejich analýza a hodnocení jsou spolu se závěrem uloženy v příslušné databázi, která je součástí plánu přezkušování výbušnin v AČR. Veškeré výsledky a informace o přezkoušených výbušninách jsou trvale uloženy v archivu organizace pověřené prováděním provozního zkušebnictví a v příslušných databázích na elektronických nosičích informací.

## 7 Seznam zkoušek výbušnin v provozním zkušebnictví AČR

Předepsané zkoušky jednotlivých typů výbušnin uvádí tabulky 6-11, s odkazem na článek tohoto standardu popisující metodiku příslušné zkoušky. Doplňkové zkoušky výbušnin s odkazem na metodiku jiného standardizačního dokumentu uvádí tabulka 12.

**TABULKA 6 – Předepsané zkoušky třaskavin**

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Funkční zkouška	8.12	a)

**TABULKA 7 – Předepsané zkoušky trhaviny**

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Umělé stárnutí	8.1	
Vizuální kontrola	8.2	a)
Stanovení obsahu vlhkosti a těkavých látek	8.5	
Stanovení chemické stability vakuovým stabilitním testem	8.9	a) b)
Stanovení termické stability metodou DTA	8.11	a)
Funkční zkouška	8.12	

a) Zkoušky se provádí před i po umělém stárnutí.

b) Pouze plastické trhaviny a trhaviny s polymerním pojivem.

**TABULKA 8 – Předepsané zkoušky bezdýmných prachů**

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Umělé stárnutí	8.1	
Vizuální kontrola	8.2	a)
Stanovení obsahu vlhkosti a těkavých látek	8.5	
Stanovení úbytku stabilizátoru metodou HPLC	8.6	a)
Stanovení chemické stability vakuovým stabilitním testem	8.9	a)

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Stanovení chemické stability při 100 °C	8.10	
Funkční zkouška	8.12	
a) Zkoušky se provádí před i po umělém stárnutí.		

**TABULKA 9 – Předepsané zkoušky homogenních tuhých pohonných hmot**

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Umělé stárnutí	8.1	
Vizuální kontrola	8.2	a)
Endoskopická defektoskopie	8.3	a)
Ultrazvuková defektoskopie	8.4	a)
Stanovení obsahu vlhkosti	8.5	
Stanovení úbytku stabilizátoru metodou HPLC	8.6	a)
Stanovení migrace změkčovadel	8.7	a)
Stanovení chemické stability vakuovým stabilitním testem	8.9	a)
Stanovení chemické stability při 100 °C	8.10	
Funkční zkouška	8.12	
a) Zkoušky se provádí před i po umělém stárnutí.		

**TABULKA 10 – Předepsané zkoušky heterogenních tuhých pohonných hmot**

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Umělé stárnutí	8.1	
Vizuální kontrola	8.2	a)
Endoskopická defektoskopie	8.3	a)
Stanovení obsahu vlhkosti	8.5	
Stanovení rozpustného podílu	8.8	a)
Stanovení termické stability metodou DTA	8.11	a)
Funkční zkouška	8.12	
a) Zkoušky se provádí před i po umělém stárnutí.		



**TABULKA 11 – Předepsané zkoušky pyrotechnických složí a černých prachů**

Název zkoušky	Článek	Poznámky
Umělé stárnutí	8.1	
Vizuální kontrola	8.2	a)
Stanovení obsahu vlhkosti a těkavých látek	8.5	
Stanovení termické stability metodou DTA	8.11	a), b)
Funkční zkouška	8.12	
a) Zkoušky se provádí před i po umělém stárnutí.		
b) Pouze u pyrotechnických složí.		

**TABULKA 12 – Doplnkové zkoušky vojenských výbušnin**

Zkouška – stanovení	Doporučená metodika	Alternativní metodika
<b>Zkoušky fyzikálních vlastností</b>		
Sypná hustota	ČSN 66 8102-3	-
Hustota	ČSN 66 8102-2	MIL-STD-650, postup 203.2
Bod tání	ČOS 137605-137609	-
Bod tuhnutí	ČOS 137605-137609	-
Sítová analýza	MIL-STD-650, postup 204.1	MIL-STD-650, postup 204.2
Rozměry vzorku	ČSN 66 8102-4	-
Navlhavost	ČSN 66 8102-6	-
<b>Zkoušky mechanických vlastností</b>		
Ohybová zkouška	ČSN EN ISO 178	-
Rázová a vrubová houževnatost	ČSN EN ISO 179-2	ČSN EN ISO 179-1
Pevnost v tlaku	ČOS 137601 – čl. 7.21	-
Pevnost v tahu	ČOS 137601 – čl. 7.22	-
Relaxace napětí v tahu	ČOS 137601 – čl. 7.23	-
Termomechanická analýza	ČOS 137601 – čl. 7.24	-
Dynamická mechanická analýza	ČOS 137601 – čl. 7.25	-

Zkouška – stanovení	Doporučená metodika	Alternativní metodika
<b>Chemická analýza</b>		
Obsah kyselosti nebo alkality	MIL-STD-650, 102.3.1	-
Obsah nerozpustného zbytku	MIL-STD-650, postup 105.1	-
Obsah popela	ČSN 66 8102-14 nebo ČSN 66 8102-22	MIL-STD-650, 107.1
Obsah ostrohranných částic	MIL-STD-650, 102.3.1	-
<b>Stabilitní zkoušky</b>		
Diferenční termická analýza	ČOS 137601 – čl. 7.1	-
Diferenční skenovací kalorimetrie	ČOS 137601 – čl. 7.2	-
Termogravimetrická analýza	ČOS 137601 – čl. 7.3	-
Předpověď životnosti na základě úbytku stabilizátoru	ČOS 137601 – čl. 7.5	-
Stanovení chemické snášenlivosti vakuovým stabilitním testem	ČOS 137601 – čl. 7.6	-
Stanovení chemické snášenlivosti pomocí TGA	ČOS 137601 – čl. 7.7	-
Stanovení chemické snášenlivosti pomocí DSC	ČOS 137601 – čl. 7.8	-
Stanovení chemické snášenlivosti z úbytku stabilizátoru	ČOS 137601 – čl. 7.9	-
Stanovení teploty vzbuchu	ČOS 137601 – čl. 7.11	-
Zkoušky stárnutí heterogenních TPH	ČOS 137601 – čl. 7.26	-
Stanovení termické stability metodou HFC	ČOS 137601 – čl. 7.27	-
Zkoušky stárnutí výbušnin s polymerními pojivy (PBXs)	ČOS 137601 – čl. 7.28	-
Bergmann-Junkova zkouška	ČSN 66 8102-30	-
Ztráta hmotnosti při 95 °C	ČSN 66 8102-32	-
Chemická stálost při 75 °C	ČSN 66 8102-33	-
Zkouška methylviolet	MIL-STD-286C, 404.1.2	-

Zkouška – stanovení	Doporučená metodika	Alternativní metodika
65,5 °C Surveillance Test	MIL-STD-286C, 407.1	-
<b>Zkoušky citlivosti výbušnin</b>		
Citlivost k nárazu	ČOS 137601 – čl. 7.14	-
Citlivost ke tření	ČOS 137601 – čl. 7.15	-
Citlivost k elektrostatické jiskře	ČOS 137601 – čl. 7.16	ČOS 137601 – čl. 7.17
Citlivost k rázové vlně	ČOS 137601 – čl. 7.18	-
Přenos detonace	ČSN EN 13631-11	-
Intenzita výbušné reakce při pomalém ohřevu	ČOS 137601 – čl. 7.12	-
Intenzita výbušné reakce při rychlém ohřevu	ČOS 137601 – čl. 7.13	-
Dolní mezní průměr	ČOS 137601 – čl. 7.19	-
<b>Výkonnostní zkoušky výbušnin</b>		
Detonační rychlost	ČOS 137601 – čl. 7.20	-
Výbuchové teplo	ČSN 66 8102-5	-
Lineární rychlost hoření	MIL-STD-286C, 803.1.1	-

## 8 Metodiky předepsaných zkoušek vojenských výbušnin

### 8.1 Umělé stárnutí

#### 8.1.1 Princip zkoušky

**8.1.1.1** Umělé (zrychlené) stárnutí je proces simulující přirozené stárnutí výbušniny v muničním systému. Provádí se obvykle teplotou za zvýšených teplot, které urychlují fyzikálně-chemické procesy, jež by za normálních skladovacích nebo exploatačních podmínek probíhaly ve výbušnině několik let. Cílem umělého stárnutí je za několik týdnů přivést výbušninu do stavu, ve kterém se bude s největší pravděpodobností nacházet za několik let přirozeného stárnutí. Význam umělého stárnutí pro provozní zkušebnictví výbušnin spočívá v možnosti provést zkoušení výbušniny ve stavu, v jakém se bude nacházet před další periodickou kontrolou a tedy možnost garantovat bezpečnost a spolehlivost výbušniny i několik let po provedené kontrole.

**8.1.1.2** Výbušniny se nechávají uměle stárnout za zvýšených teplot zalaborovány v původní municii, nebo pokud je to neproveditelné či nepraktické, v náhradním balení co nejvíce odpovídajícím podmínkám své muniční aplikace.

**8.1.1.3** Podmínky umělého stárnutí vychází ze spojenecké dohody STANAG 4582 a odpovídají dlouhodobému skladování bezdýmných prachů jako nejméně stabilních výbušnin při průměrné skladovací teplotě +25 °C. Použití hodnoty +25 °C jako

průměrné skladovací teploty poskytuje dostatečnou bezpečnostní rezervu vůči běžným podmínkám skladování v ČR a je současně reprezentativní i pro dlouhodobé skladování munice v polních skladech v zahraničních misích AČR. Ve výjimečných případech, kdy by toto východisko bylo považováno za příliš konzervativní, lze podmínky umělého stárnutí vypočítat i pro jinou průměrnou skladovací teplotu, postupem uvedeným ve STANAG 4582. Pro tento případ platí ustanovení čl. 6.7.4.

### 8.1.2 Zkušební zařízení

**8.1.2.1** Pro umělé stárnutí se používají temperační skříně o dostatečném objemu, schopné dlouhodobě udržovat nastavenou průměrnou teplotu s maximální odchylkou  $\pm 0,5$  °C. Prostorová odchylka teploty v různých místech skříně nesmí překročit  $\pm 1$  °C. Temperační skříně musí být vybaveny teplotní pojistkou, vypínající topení při překročení nastavené teploty o více než 5 °C. Temperační zařízení vzhledem k riziku výbuchu musí být umístěno ve vhodné samostatné místnosti s výfukovou stěnou.

### 8.1.3 Provedení zkoušky

**8.1.3.1** Umělé stárnutí výbušnin se provádí přímo v původní munici nebo v balení co nejvíce se přibližujícímu reálné muniční aplikaci. Pokud to kapacita temperačních zařízení umožňuje, umělému stárnutí se přednostně podrobují kompletní nebo částečně delaborované kusy munice se zalaborovanými výbušninami. U částečně delaborovaných kusů munice musí být vhodným obalem zajištěna hermetičnost sestavy odpovídající původnímu kusu. Pokud velikost kusů munice neumožňuje provést umělé stárnutí výbušnin v původním systému, výbušnina se delaboruje a její reprezentativní část se zabalí do hermetického obalu z vrstvené fólie polymer–hliník–polymer (např. typ VACUMETIC), která se po vložení výbušniny zataví hladkým svarem nebo hermeticky uzavře jiným způsobem.

**8.1.3.2** Určený počet kusů munice nebo popsaného náhradního balení výbušniny se vloží do předtemperované temperační skříně a nechá se zde uměle stárnout při teplotě 60 °C po dobu vypočítanou ze vzorce:

$$t_{US} = 12,3 \times t_{PK}, \text{ kde}$$

$t_{US}$  – doba umělého stárnutí při teplotě 60 °C [den]

12,3 – extrapolační koeficient z teploty 60 °C na 25 °C [den·rok<sup>-1</sup>]

$t_{PK}$  – doba do nejbližší periodické kontroly (viz čl. 6.5.1) [rok]

**8.1.3.3** Tuhé pohonné hmoty (TPH) letových motorů, protitankových řízených střel (PTŘS) teplotně namáhat během zkoušky umělého stárnutí stálou teplotou 50 °C. TPH se namáhají v určeném počtu kusů v původním stavu, zabalené do náhradního hermetického balení.

Dobu namáhání vypočítat podle vzorce:

$$t_{US} = 30,1 \times t_{PK}, \text{ kde}$$

$t_{US}$  – doba umělého stárnutí při teplotě 50 °C [den]

47 – extrapolační koeficient z teploty 50 °C na 25 °C [den·rok<sup>-1</sup>]

$t_{PK}$  – doba do nejbližší periodické kontroly (viz čl. 6.5.1) [rok]

**8.1.3.4** Po skončení zvoleného programu umělého stárnutí se vzorky nechají vytemperovat na laboratorní teplotu a použijí k dalším zkouškám.

#### **8.1.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.1.4.1** Umělé stárnutí je pouze prostředkem k simulaci účinku přirozeného stárnutí na vlastnosti výbušniny, zjišťované dále popisovanými metodami. Vlastní metoda proto neprovádí hodnocení výbušniny a nemá hodnotící kritéria.

### **8.2 Vizuální kontrola**

#### **8.2.1 Princip zkoušky**

**8.2.1.1** Vizuální kontrola je jednoduchou, ovšem velmi důležitou a reprezentativní metodou posuzování jakosti výbušnin a změn, které v nich proběhly při dlouhodobém skladování. Řada fyzikálně-chemických procesů, které negativně ovlivňují bezpečnostní i funkční parametry výbušnin se projevuje viditelnými změnami ve struktuře výbušnin a jejich náložích. Vizuální kontrola se provádí se vzorky původními i uměle stárnutými.

**8.2.1.2** U trhavin se zkouškou zjišťuje přítomnost mechanických nečistot (např. písku, kovových špon apod.), nedostatečně naflegmatizovaných částic brizantních trhavin u voskových flegmatizátů pentritu (Np 2-15), hexogenu (A-IX-1, A-IX-2) a oktogenu (OKFOL) nebo jiného odmíšení složek směsných trhavin, přítomnost prasklin v trhavinových náložích, přítomnost výpotku u trhavin na bázi tritolu, vznik netradičního zbarvení apod. Tyto vady mohou způsobovat zvýšenou citlivost trhavin k vnějším podnětům, případně být příznakem nesnášenlivosti trhavin s okolním prostředím.

**8.2.1.3** U bezdýmných prachů se kromě přítomnosti mechanických nečistot zkouškou zjišťuje i narušení struktury zrna, vznik prasklin, vypocování kapalných změkčovadel na povrch, vykvétání rozpustných složek na povrchu, netradiční zbarvení (kropenatost), slepování zrn do hrud apod. Tyto projevy jsou většinou známkou fyzikální nestability nitrocelulóзовé matrice.

**8.2.1.4** U homogenních a heterogenních TPH se rovněž zjišťuje narušení struktury zrna, přítomnost prasklin, dutin nebo jiných mechanických poškození, tvarových defektů, migrace kapalných složek na povrch masy, přítomnost nehomogenní struktury, vměstků nebo odmíšení krystalických složek z kaučukové fáze (u heterogenních TPH), odlepení pancéřování apod. Vizuální kontrola se zde provádí i mechanickým rozřezáním a odfrézováním nebo odpilováním míst obsahujících potenciální vady zjištěné ultrazvukovou defektoskopií (viz čl. 8.4).

**8.2.1.5** U pyrotechnických složí a černých prachů se zkouškou zjišťuje přítomnost mechanických nečistot, známky odmíšení složek nebo jiných nehomogenit, vykvétání složek na povrchu zrn, slepování či praskání zrn apod.

#### **8.2.2 Zkušební zařízení**

**8.2.2.1** Mikroskop s minimálně dvacetinásobným zvětšením.

**8.2.2.2** Dálkově ovládané multifunkční vrtací a frézovací zařízení s trojicí poháněných vřeten horizontálním, vertikálním a univerzální soustruhové hlavy na bázi automatického tříosého CNC obráběcího centra o maximálních rozměrech  $d \times š \times v = 2700 \times 1400 \times 2050$  mm, tvořeného rámem pracovního stolu s deskou o rozměrech  $1700 \times 460$  mm posuvnou v ose „x“ (posuv 1000 mm) a „y“ (posuv 400 mm) a sloupovou základnou stroje s přesným polohováním vřetene v ose „z“ (posuv 480 mm). Zařízení musí být vybaveno kamerovým systémem pro on-line sledování při vzorkování nebo obrábění výbušnin tak, aby zajišťoval sledování

pohybu nástroje v ose x, y i z a umožňoval tak porovnání operací prováděných v reálném čase. Celý proces odběru vzorků výbušnin musí být v libovolném okamžiku kdykoliv přerušitelný. Konstrukce obráběcího centra musí legislativně odpovídat podmínkám pro práci s výbušninami.

**8.2.2.3** Ochrana okolí proti účinkům výbuchu vzorkovaných výbušnin na multifunkčním vrtacím a frézovacím zařízení musí být zajištěna výbuchuodolným objektem („pancéřový kontejner“), odolný vůči výbuchu 10 kg TNT nebo 152 mm tříštivo-trhavé dělostřelecké střely nebo 17 kg heterogenní TPH. Součástí objektu musí být hasicí systém, který je řešen jako nezávislý na řídicím systému a je určený k manuálnímu spouštění po vyhodnocení míry rizika obsluhou. Celé zařízení musí být vybaveno záložním zdrojem proudu UPS sloužícím k napájení kritických součástí technologie, aby v případě výpadku napájení mohl automaticky spustit havarijní sekvenci a zaparkovat nástroj CNC stroje do bezpečné pozice mimo kontakt s obráběnou výbušninou. Z nástrojů se k odběru trhavin a TPH používají stopkové a kotoučové frézy a vrtáky z nejkřivějších kovů s antiadhezní vrstvou vhodných rozměrů.

**8.2.2.4** Fotoaparát s vhodným zvětšením a citlivostí.

### **8.2.3 Provedení zkoušky**

**8.2.3.1** První operace vizuální kontroly se provádí již při delaboraci munice před vlastním odběrem vzorků výbušnin. Všechny zalaborované i odebrané vzorky jednotlivých typů výbušnin se zkoumají a sleduje se u nich přítomnost povrchových vad popsaných v čl. 8.2.1.2 až 8.2.1.5. V případě zjištění vad se za použití mikroskopu provede podrobná analýza detekovaných negativních změn a jejich následná fotodokumentace.

**8.2.3.2** U homogenních a heterogenních TPH se kromě povrchových vad hledají vizuální kontrolou i vady obsažené v mase či v lepených spojích (pancéřování). K tomuto účelu se obvykle vybírají úseky TPH, v nichž byla ultrazvukovou defektoskopií zjištěna přítomnost potenciálních vad. Vybraný úsek zrna TPH se odřeže dálkově ovládaným multifunkčním vrtacím a frézovacím zařízením ve směru kolmém na podélnou osu TPH, odřezek je možno dále rozřezat na plátky ve směru rovnoběžném s podélnou osou zrna pilovým kotoučem a odřezky se následně frézují nebo odřezávají vhodným nožem ve vrstvách, jejichž tloušťka nepřekračuje 0,1 mm. Po odfrézování nebo odřezání každé vrstvy se pomocí mikroskopu provede vizuální kontrola přítomnosti prasklin, dutin nebo jiných defektů uvedených v čl. 8.2.1.4 a v případě jejich nálezu se rovněž provede jejich fotodokumentace.

### **8.2.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.2.4.1** V případě zjištění uvedených vad u trhavin je zapotřebí stanovit jejich vliv na chemickou a termickou stabilitu (předepsané zkoušky dle čl. 8.9 a 8.11) a citlivost k nárazu a tření (doplňkové zkoušky dle tabulky 12). Dle povahy zjištěné vady lze volit další doplňkové zkoušky, např. stanovení bodu tání, kyselosti nebo alkality, citlivosti k iniciaci nebo rázové vlně, stanovení detonační rychlosti, zkoušky snášenlivosti s okolním prostředím aj. Výrazné zvýšení citlivosti k vnějším podnětům, snížení stability nebo ovlivnění funkčních parametrů je důvodem pro zařazení výbušniny do 3. jakostní kategorie. Vzorek bez defektů se zařazuje do 1. jakostní kategorie.

**8.2.4.2** V případě zjištění uvedených vad u bezdýmných prachů se posuzuje jejich vliv na chemickou a termickou stabilitu vzorku (předepsané zkoušky dle čl. 8.6, 8.9 a 8.10) a funkční parametry (předepsané zkoušky dle čl. 8.12). V případě zjištěného obsahu cizorodých látek se provádí i doplňkové zkoušky citlivosti k nárazu a ke tření. Výrazné zvýšení citlivosti k vnějším podnětům, snížení stability nebo ovlivnění funkčních parametrů je důvodem pro zařazení do 3. jakostní kategorie. Vzorek bez defektů se zařazuje do 1. jakostní kategorie.

**8.2.4.3** Zjištění prasklin, dutin, odlepení pancéřování nebo podobných strukturních vad u TPH je důvodem k jejich zařazení do 2., popř. do 3. jakostní kategorie. Vzorek bez defektů před i po umělém stárnutí se zařazuje do 1. jakostní kategorie.

**8.2.4.4** V případě zjištění uvedených vad u pyrotechnických složí nebo černých prachů se posuzuje jejich vliv na termickou stabilitu vzorku a funkční parametry předepsanými zkouškami dle čl. 8.11 a 8.12. Vzorek bez defektů se zařazuje do 1. jakostní kategorie, vzorek s defekty se zařazuje do příslušné jakostní kategorie dle výsledku zkoušek (viz čl. 8.11 a 8.12).

### **8.3 Endoskopická defektoskopie**

#### **8.3.1 Princip zkoušky**

**8.3.1.1** Endoskopickou defektoskopií se zjišťuje přítomnost prasklin a podobných strukturních vad v dutinách zrn tuhých pohonných hmot. V provozním zkušebnictví se provádí 100% kontrola všech odebraných vzorků TPH. Zkouška se provádí u vzorků původních i podrobených umělému stárnutí.

**8.3.1.2** Jako alternativu endoskopické defektoskopie lze použít i vhodný typ rentgenové defektoskopie, pokud bude vykazovat srovnatelnou nebo lepší detekční schopnost vad než popsaná endoskopická defektoskopie.

#### **8.3.2 Zkušební zařízení**

**8.3.2.1** Ke zkoušce se používá vhodný typ endoskopu, umožňující kontrolu povrchu ve všech místech dutiny TPH, se spolehlivou detekcí praskliny o velikosti větší než 0,5 mm. Osvětlení kontrolovaného povrchu může být přímé i nepřímé, v případě použití přímého osvětlení nesmí kontaktní teplota zdroje osvětlení překročit 100 °C.

**8.3.2.2** Otáčivé lože, umožňující volné otáčení zrna TPH kolem podélné osy zrna.

#### **8.3.3 Provedení zkoušky**

**8.3.3.1** Zrno TPH se položí na otáčivé lože, na kraj dutiny zrna se zasune endoskop (případně fixovaný vhodným vodícím přípravkem nepoškozujícím dutinu TPH) a při pomalém zasouvání endoskopu do dutiny se kontroluje neporušený stav vnitřního povrchu zrna. U zrn TPH hvězdicového profilu dutiny se zvláště pečlivě kontrolují cípy hvězdice, v nichž se koncentruje největší napětí.

**8.3.3.2** Po kontrole vnitřního povrchu zrna TPH po celé jeho délce se zrno otočí o polohu odpovídající šířce optického záběru endoskopu a měření se opakuje. Tímto způsobem se postupně provede měření celého vnitřního povrchu zrna TPH.

#### **8.3.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.3.4.1** Při zjištění praskliny nebo podobné strukturní vady o rozměru větším než 0,5 mm v libovolném vzorku TPH se vzorek zařazuje do 3. jakostní kategorie. Vzorek bez defektů před i po umělém stárnutí se zařazuje do 1. jakostní kategorie.

## **8.4 Ultrazvuková defektoskopie**

### **8.4.1 Princip zkoušky**

**8.4.1.1** Ultrazvuková defektoskopie je založena na sledování útlumu ultrazvukových vln v materiálu způsobeného strukturními vadami typu vzduchových bublin, prasklin nebo oddělení lepených vrstev pancéřování. Šíření ultrazvukových vln vzduchem v těchto vadách je charakterizováno řádově vyšším útlumem než ve vlastním materiálu, což se projeví poklesem intenzity signálu v místě vady.

**8.4.1.2** Ultrazvuková defektoskopie se používá pro detekci vad v homogenních i heterogenních TPH. V provozním zkušebnictví se provádí kontrola k tomu určených vzorků TPH. Zkouška se provádí u vzorků původních i podrobených umělému stárnutí.

**8.4.1.3** Protože TPH mají samy velmi vysoký útlum ultrazvukového signálu, je nutno pro jejich defektoskopii použít speciálních přístrojů a sond s vysokou intenzitou vysílaného signálu a nízkou frekvencí. Měření je prováděno výhradně ve vodním prostředí s použitím dvou proti sobě umístěných imerzních sond průchodovou technikou, při níž se sleduje pokles intenzity ultrazvukového signálu procházejícího materiálem. Pro spolehlivé rozlišení detekovaných vad v materiálu od možných falešných signálů způsobovaných podmínkami měření nebo specifickou strukturou materiálu je nutno části zrn hnacích hmot s nalezenými potenciálními vadami rozřezat a odfrézováním potvrdit přítomnost a charakter vad.

**8.4.1.4** Jako alternativu ultrazvukové defektoskopii lze použít i vhodný typ rentgenové defektoskopie, pokud bude vykazovat srovnatelnou nebo lepší detekční schopnost vad než popsaná ultrazvuková defektoskopie.

### **8.4.2 Zkušební zařízení**

**8.4.2.1** Ultrazvukový defektoskop s rozsahem frekvencí nejméně 0,1–10 MHz, umožňující měření průchodovou metodou a mající okamžité digitální zpracování grafické závislosti útlumu na délce měřicí základny.

**8.4.2.2** Dvě imerzní ultrazvukové sondy s frekvencemi 0,25–2 MHz, dle rozměrů a složení zkoušených hnacích hmot. Vhodnější je použití sond s vyšší hodnotou frekvence, které obvykle mají lepší rozlišení vad, ale nižší intenzitu. Hodnota útlumu materiálu nesmí při nastavení popsaném v čl. 8.4.3 překročit 90 dB a musí být minimálně 10násobná oproti hladině šumu. Při nemožnosti splnění těchto podmínek je nutno použít sond s nižší frekvencí.

**8.4.2.3** Vana pro ultrazvukovou defektoskopii o rozměrech dostatečných pro uložení zkoušených hnacích hmot, mající zařízení pro otáčení zrna ve vodním prostředí a zařízení umožňující nastavení ultrazvukových sond ve zvolené poloze ve všech osách a plynulý současný posuv obou sond v ose x.

### **8.4.3 Provedení zkoušky**

**8.4.3.1** Homogenní ani heterogenní TPH se ke zkoušce nijak neupravují. Raketové motory s vlepenými heterogenními TPH se zaizolují tak, aby dovnitř motoru nemohla proniknout voda.

**8.4.3.2** Vana pro ultrazvukovou defektoskopii se naplní destilovanou vodou, přidá se saponát v poměru 1 : 1000 a nechá se minimálně 16 hodin stát v prostředí o teplotě 15–25 °C. V případě zkoušení zrna TPH plného průřezu se výška vodní hladiny volí tak, aby se po vložení zrna TPH hladina vody nacházela o průměr TPH



nad středem zrna. V případě zkoušení zrna TPH s centrální dutinou (trubkové zrno, hvězdicové zrno) se hladina vody nastavuje na výšce odpovídající místu o průměr TPH nad vrcholem dutiny zrna.

**8.4.3.3** Do upínacího zařízení imersní vany se podélně uchytlí a vystředí zkoušené zrno TPH. Jeho povrch pod hladinou se důkladně otře od vzduchových bublin. Dvojice sond na posuvném zařízení se mimo zrno TPH nastaví tak, aby aktivní část sond výškově splývala se středem TPH a obě sondy byly vzdáleny asi 1 cm od zrna TPH. Na defektoskopu se nastaví optimální měřicí podmínky pro daný typ TPH a vhodnost nastaveného rozsahu přístroje se ověří předběžným proměřením signálu zrna TPH na reprezentativní části jeho délky.

**8.4.3.4** Hladina vody se nechá ustálit a poté se spustí programová sekvence ultrazvukového skenování celé délky TPH.

**8.4.3.5** V průběhu měření se zaznamenává poloha všech míst, v nichž došlo k náhlému poklesu ultrazvukového signálu o větším útlumu, než který odpovídá umělé vadě ve tvaru vlásenkové praskliny o šířce 0,5 mm. Umělá vada tohoto typu se připravuje nalepením proužku papíru o šířce 0,5 mm a délce odpovídající průměru aktivní části sondy podélně na zrno TPH v místě, kde nebyl předchozím měřením zaznamenán žádný pokles signálu. Při zjištění útlumu odpovídajícímu potenciální vadě je vhodné očistit v místě útlumu povrch TPH a měření v daném místě zopakovat, aby se vyloučil vliv povrchových jevů (vzduchových bublin nebo nečistot) nemajících charakter vady materiálu.

**8.4.3.6** Po zkoušce se nesmazatelným fixem na zrno TPH označí místa, kde byly ultrazvukovou defektoskopií nalezeny potenciální vady. Zrno se následně podrobí mechanickému rozřezání v úsecích minimálně 5 cm na každou stranu od jednotlivých označených míst. Řízky obsahující potenciální vadu se poté frézují podélně s osou původního zrna a vizuálně se zjišťuje přítomnost defektů. Pilování a frézování zrn TPH se provádí postupem popsaným ve čl. 8.2.

#### **8.4.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.4.4.1** Vizuální potvrzení přítomnosti prasklin, dutin nebo podobných defektů ve struktuře TPH nebo odlepení pancéřování je důvodem k zařazení do 3. jakostní kategorie. Vzorek bez defektů před i po umělém stárnutí se zařazuje do 1. jakostní kategorie.

### **8.5 Stanovení obsahu vlhkosti a těkavých látek**

#### **8.5.1 Princip zkoušky**

**8.5.1.1** Stanovení obsahu vlhkosti u trhavin a pyrotechnických složí se provádí dle postupů a kritérií, které jsou popsány platnými technickými podmínkami pro danou trhavinu či pyrotechnickou slož (obvykle sušením v termostatu při různých teplotách a časech). Stanovení obsahu vlhkosti a těkavých látek bezdýmných prachů, homogenních a heterogenních tuhých pohonných hmot, případně trhavin a pyrotechnických složí, pro které nejsou definována kritéria technickými podmínkami, se provádí sušením vzorku nad koncentrovanou kyselinou sírovou po dobu 72 hodin. Stanovení obsahu dalších těkavých látek se provádí u takto vysušeného vzorku zahříváním při teplotě 100 °C po dobu 2 hodin.

**8.5.1.2** Obsah vlhkosti ve vojenských výbušninách nepříznivě ovlivňuje jejich stabilitu, ať již pozvolným rozkladem (hydrolyzou) výbušniny nebo katalýzou reakcí složek výbušniny mezi sebou či se svým okolím. Zvláště citlivé k působení vlhkosti jsou pyrotechnické složky a heterogenní TPH s obsahem kovových prášků. Stanovení obsahu těkavin (éter, alkohol) je významné zejména u jednosložkových bezdýmných prachů, v nichž zbytkové těkaviny z výroby výrazně ovlivňují balistické parametry prachu.

**8.5.1.3** Stanovení obsahu vlhkosti je předepsanou zkouškou u trhavin, bezdýmných prachů, homogenních a heterogenních tuhých pohonných hmot, pyrotechnických složí a černých prachů. Stanovení obsahu těkavých látek se povinně provádí pouze u jednosložkových bezdýmných prachů, pokud není předepsáno technickými podmínkami i u jiných výbušnin.

**8.5.1.4** Obsah vody lze alternativně stanovit i Karl Fischerovou titrací (např. dle metodiky 101.4 MIL-STD-650 nebo ekvivalentní), pokud bude pro daný vzorek vykazovat stejnou nebo lepší přesnost a spolehlivost stanovení jako popsaná metoda sušení vzorku nad koncentrovanou kyselinou sírovou.

## **8.5.2 Zkušební zařízení**

**8.5.2.1** Skleněný exsikátor vnitřního průměru 250 mm, naplněný nejméně 500 ml kyseliny sírové o minimální hustotě  $1,84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , která se každé 3 měsíce vyměňuje.

**8.5.2.2** Váženky o průměru minimálně 60 mm a výšce minimálně 30 mm.

**8.5.2.3** Termostat pro sušení výbušnin, s nastavitelnou teplotou udržovanou po celou dobu zkoušky s maximální přesností  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## **8.5.3 Provedení zkoušky**

**8.5.3.1** Vzorky výbušnin se ke zkoušce upravují na požadované rozměry dle ČSN, TP-VD a technologických postupů.

**8.5.3.2** Do 2 čistých a suchých váženek se naváží po  $(5 \pm 0,1) \text{ g}$  vzorku (hmotnost  $W$  [g]) a rovnoměrně se rozprostře po dně váženky, která se poté opatří víčkem a se vzorkem se zváží (hmotnost  $W_1$  [g]). Otevřené váženky se vzorky se vloží do exsikátoru s kyselinou sírovou a nechají zde sušit po dobu 72 hodin. Po této době se váženky uzavřou víčky, ponechají se vytemperovat 1 hodinu v exsikátoru a znovu se zváží (hmotnost  $W_2$  [g]).

**8.5.3.3** Váženky se vzorky jednosložkových bezdýmných prachů se po stanovení úbytku hmotnosti odpovídající obsahu vlhkosti vloží otevřené do sušárny a nechají se zde sušit při teplotě  $(100 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 2 hodin. Následně se váženky uzavřou víčky, nechají se v exsikátoru vytemperovat 1 hodinu a zváží se (hmotnost  $W_3$  [g]).

**8.5.3.4** Procentní obsah vlhkosti se získá ze vztahu:

$$\frac{(W_1 - W_2)}{W} \cdot 100$$

**8.5.3.5** Procentní obsah těkavin odstranitelných sušením se u jednosložkových bezdýmných prachů získá ze vztahu:

$$\frac{(W_1 - W_3)}{W} \cdot 100$$

## 8.5.4 Vyhodnocení zkoušky

**8.5.4.1** Kritéria maximálního dovoleného obsahu vlhkosti nebo těkavin ve výbušninách a povolené rozmezí obsahu těkavin u jednosložkových bezdýmných prachů jsou ve většině případů zavedených výbušnin definovány příslušnými technickými podmínkami. Pokud TP-VD nejsou dostupné, provádí se zařídění dle tabulky 13.

**TABULKA 13 – Jakostní vyhodnocení obsahu vlhkosti a těkavých látek**

Kategorie	Kritéria definovaná technickými podmínkami	Kritéria nedefinovaná technickými podmínkami
1	obsah vlhkosti (těkavin) v souladu s technickými podmínkami	maximální obsah vlhkosti u trhavin 0,2 %, u pyrotechnických složí a heterogenních TPH 0,5 %, u bezdýmných prachů a homogenních TPH 1,0 %, maximální obsah vlhkosti a těkavin u jednosložkových BP 2,0 %
2	obsah vlhkosti (těkavin) vyšší než předepsán technickými podmínkami, obsah těkavin u bezdýmných prachů nižší nebo vyšší než předepsán technickými podmínkami	obsah vlhkosti u trhavin vyšší než 0,2 %, u pyrotechnických složí a heterogenních TPH vyšší než 0,5 %, u bezdýmných prachů a homogenních TPH vyšší než 1,0 %, obsah vlhkosti a těkavin u jednosložkových BP vyšší než 2,0 %
3	-	-

**8.5.4.2** V případě zařazení výbušniny do 2. jakostní kategorie je zapotřebí zvláště pečlivě posuzovat vliv zjištěného výsledku zejména na funkční vlastnosti výbušniny (viz čl. 8.12), pro možné zařazení do 3. jakostní kategorie.

## 8.6 Stanovení úbytku stabilizátoru metodou HPLC

### 8.6.1 Princip zkoušky

**8.6.1.1** Obsah organických stabilizátorů (difenylamin, centralit I, centralit II, akardit II, 2-nitrodifenylaminu, N-methyl-4-nitroanilin), jejich degradačních produktů (N-nitrosodifenylaminu, 2-nitrodifenylaminu, 4-nitrodifenylaminu) se u bezdýmných prachů stanovuje kapalinovou chromatografií po rozpuštění vzorku v acetonitrilu a přesrážení rozpuštěné nitrocelulózy. Stanovení se provádí u vzorků bezdýmných prachů před i po umělém stárnutí.

**8.6.1.2** Úbytek obsahu účinného stabilizátoru je projevem stárnutí bezdýmných prachů a nejspolehlivějším stanovením jejich chemické stability. Po úplné spotřebě stabilizátoru dochází k prudké akceleraci rozkladných procesů v nitrocelulóze, které mohou skončit samovznícením.

### 8.6.2 Zkušební zařízení

**8.6.2.1** Ultrazvuková lázeň nebo mechanická třepačka vzorků.

**8.6.2.2** Vysoko účinný kapalinový chromatograf (HPLC) s chromatografickou kolonou se sorbentem typu RP-18, temperačním zařízením pro kolonu, detektorem v ultrafialové oblasti spektra s minimálním rozsahem 210–260 nm a počítačovým zpracováním signálu detektoru. Doporučeným příslušenstvím je gradientová pumpa pro mobilní fázi metanol-acetonitril-voda a autosampler pro minimálně 20 vzorků.

### 8.6.3 Provedení zkoušky

**8.6.3.1** Ze zkoušeného vzorku munice se odeberou 2 reprezentativní vzorky bezdýmného prachu o hmotnosti  $(0,5 \pm 0,05)$  g každá a s přesností  $\pm 0,1$  mg se naváží do skleněných baněk objemu 250 ml. Do každé z baněk se napipetuje 5 ml vhodného vnitřního standardu (např. Di-(2-nitroxyethyl)-nitramin – DINA) o koncentraci 1g/l, což odpovídá hmotnosti  $(50 \pm 5)$  mg a přilije se 120 ml čistého acetonitrilu. Vzorky s vnitřním standardem se nechají rozpouštět v ultrazvukové lázni nebo v mechanické třepačce. Po úplném rozpuštění vzorku se provede vysrážení nitrocelulózy přilitím 25 ml 2% vodného roztoku chloridu vápenatého a směs se nechá 1 hodinu stát. Před vlastní analýzou se roztok vzorku nechá vytemperovat na laboratorní teplotu a část roztoku se přefiltruje nebo odstředí. Roztoky vzorků před analýzou nesmí být skladovány déle než 24 hodin za normální teploty nebo maximálně 5 dní při skladování v chladu a temnu.

**8.6.3.2** Společně se vzorkem se připraví minimálně 3 kalibrační roztoky stanovovaných látek ve směsi s vnitřním standardem. Koncentrace stanovovaných látek v roztoku se volí tak, aby ležela v blízkosti předpokládané koncentrace látky v roztoku vzorku. Koncentrace vnitřního standardu v kalibračních roztocích by měla odpovídat koncentraci vnitřního standardu v roztoku vzorků. Pokud to chromatografické podmínky dovolují, je možno připravit i směsné kalibrační standardy s obsahem několika stanovovaných látek. Látky používané pro přípravu kalibračních standardů musí mít čistotu vyšší než 99 %.

**8.6.3.3** Chromatografické podmínky (složení a průtok mobilní fáze, rozměry, typ a teplota chromatografické kolony) musí být voleny tak, aby bylo dosaženo spolehlivého rozdělení (na úroveň základní linie) píků jednotlivých látek a nedocházelo k jejich překryvu. Nesmí docházet k překryvu píků nejen stanovovaných látek a vnitřního standardu, ale i degradačních produktů použitých stabilizátorů (např. N-nitrosodifenylaminu, 2-nitrodifenylaminu, 4-nitrodifenylaminu). Teplota kolony přitom nesmí překročit 40 °C, UV detektor by měl být nastaven na 210 nebo 230 nm. Chromatografické podmínky musí zůstat identické jak pro analýzu roztoků vzorků, tak pro kalibrační roztoky.

**8.6.3.4** Po ustálení chromatografických podmínek se provede analýza 2 roztoků vzorku bezdýmného prachu a jednotlivých kalibračních roztoků. Roztoky vzorků a kalibrační roztoky je vhodné v analytické sekvenci střídat. Po skončení analýzy se provede u všech analyzovaných roztoků vyhodnocení relativní plochy pod píky odpovídající jednotlivým stanovovaným látkám a vnitřnímu standardu. Pro každou stanovovanou látku X se z kalibračních roztoků vypočte její kalibrační konstanta  $k_x$  dle vztahu:

$$k_x = \frac{m_x}{m_{vs}} \cdot \frac{A_{vs}}{A_x}$$

$m_x$  – hmotnost stanovované látky X v kalibračním roztoku [g]

$m_{vs}$  – hmotnost vnitřního standardu v kalibračním roztoku [g]

$A_{vs}$  – relativní plocha pod píkem vnitřního standardu v kalibračním roztoku [%]

$A_x$  – relativní plocha pod píkem stanovované látky X v kalibračním roztoku [%]

Zjištěné kalibrační konstanty stanovované látky ze 3 kalibračních roztoků se průměrují. V případě výrazné odchylky kalibrační konstanty u některého z kalibračních roztoků od ostatních roztoků a předchozích kalibračních stanovení se tato hodnota do průměru nezahrnuje.

**8.6.3.5** Procentní obsah stanovované látky v jednotlivých roztocích vzorků se vypočte z následujícího vztahu:

$$w_x = k_x \cdot \frac{m_{vs}}{m} \cdot \frac{A_x}{A_{vs}} \cdot 100$$

$w_x$  – procentní obsah stanovované látky ve vzorku [%]

$k_x$  – kalibrační konstanta stanovované látky [-]

$m_{vs}$  – hmotnost vnitřního standardu ve vzorku [g]

$m$  – hmotnost vzorku [g]

$A_x$  – relativní plocha pod píkem stanovované látky ve vzorku [%]

$A_{vs}$  – relativní plocha pod píkem vnitřního standardu [%]

Zjištěný procentní obsah stanovované látky se z 2 analyzovaných vzorků průměruje.

#### 8.6.4 Vyhodnocení zkoušky

**8.6.4.1** Separátně se vyhodnocuje obsah jednotlivých stabilizátorů (difenylamin, centralit I, centralit II, N-nitrosodifenylaminu).

**8.6.4.2** U vzorků stabilizovaných samotným centralitem I nebo II odpovídá obsah účinného stabilizátoru obsahu těchto stabilizátorů. U vzorků stabilizovaných samotným difenylaminem se za obsah účinného stabilizátoru považuje součet obsahu difenylaminu a 0,85násobku obsahu N-nitrosodifenylaminu. V případě obsahu směsi difenylaminu a centralitu I nebo II se za obsah účinného stabilizátoru počítá součet obsahu difenylaminu a obsahu centralitu, za podmínky, že centralit je homogenně obsažen v mase prachu a není zde přítomen pouze jako povrchový flegmatizátor, jinak se prach považuje za stabilizovaný pouze difenylaminem.

**8.6.4.3** Výsledky analýzy bezdýmných prachů se porovnávají s technickými podmínkami pro daný prach (jsou-li zpracované). Zatřídění zkoušených vzorků do jednotlivých jakostních kategorií dle výsledků jejich zkoušení je uvedeno v tabulce 14.

**TABULKA 14 – Jakostní vyhodnocení obsahu stabilizátoru**

Kategorie	Obsah účinného stabilizátoru
1	více než 50 % počátečního obsahu a současně více než 0,3 % celkového obsahu
2	20–50 % počátečního obsahu nebo 0,2–0,3 % celkového obsahu
3	méně než 20 % počátečního obsahu nebo méně než 0,2 % celkového obsahu

**POZNÁMKA** Za počáteční obsah stabilizátoru je vzat obsah stabilizátoru ve vzorku před umělým stárnutím.

**8.6.4.4** V případě zařazení výbušniny do 2. jakostní kategorie je zapotřebí zvláště pečlivě posuzovat vliv zjištěného výsledku zejména na funkční vlastnosti výbušniny (viz čl. 8.12), pro možné zařazení do 3. jakostní kategorie.

## **8.7 Stanovení migrace změkčovadel v homogenních TPH**

### **8.7.1 Princip zkoušky**

**8.7.1.1** Stanovení migrace změkčovadel (nitroglycerínu, diethylenglykoldinitrátu, DINA, trinitrotoluenu, 2,4-dinitrotoluenu, 2,6-dinitrotoluenu, dibutylftalátu aj.) a obsahu stabilizátorů (difenylaminu, centralitu I, centralitu II) a jejich degradačních produktů (N-nitrosodifenylaminu, 2-nitrodifenylaminu, 4-nitrodifenylaminu) se provádí analogickým postupem jako u stanovení obsahu stabilizátorů a extrahovatelných složek bezdýmných prachů (viz čl. 8.6), za použití kapalinové chromatografie po rozpuštění vzorku v acetonitrilu a přesrážení rozpuštěné nitrocelulózy. Odlišný je způsob odběru vzorků k analýze a vyhodnocení výsledků, umožňující sledovat migraci změkčovadel v mase zrna TPH.

**8.7.1.2** Úbytek obsahu účinného stabilizátoru je projevem stárnutí homogenních TPH a nejspolehlivějším stanovením jejich chemické stability. Při spotřebě stabilizátoru dochází k prudké akceleraci rozkladných procesů v nitrocelulóze, které mohou skončit samovznícením. Migrace změkčovadel v mase TPH a do pancéřování TPH může způsobovat vznik vnitřních pnutí v mase a degradaci spoje pancéřování–TPH, což se může projevit vznikem kritických strukturních defektů hnací hmoty, vedoucích až k havárii raketového motoru.

### **8.7.2 Zkušební zařízení**

**8.7.2.1** Zkušební zařízení je použito stejné jako popsané v čl. 8.6.2.

### **8.7.3 Provedení zkoušky**

**8.7.3.1** Vrtákem o průměru 1 mm nebo menším se ze zrna TPH odvrtaří vzorky o hmotnosti minimálně 3 g z různých míst průřezu TPH. U trubkových zrn TPH se odebírají vzorky z vnitřního povrchu zrna, středu stěny zrna a vnějšího povrchu zrna. U válcových zrn TPH se odebírají vzorky ze středu zrna, z místa v 1/2 poloměru zrna a z vnějšího povrchu zrna. U pancéřovaných zrn se navíc odebírá vrstva pancéřování těsně přilehající k mase TPH. Pro získání požadované hmotnosti jednotlivých vzorků se odvrátávání provádí v kružnicích odpovídajících jednotlivým odběrným místům na průřezu zrna TPH. Alternativně lze vzorky z potřebných míst odebírat soustružením zrna TPH. Odběry vzorků TPH vrtáním nebo soustružením jsou vysoce nebezpečné operace hrozící zahořením TPH a musí proto být prováděny za přísného dodržování souvisejících pravidel bezpečnosti práce.

**8.7.3.2** Vzorek z každého odběrního místa se rozdělí na dvě části o hmotnosti  $(0,5 \pm 0,05)$  g každý a s přesností  $\pm 0,1$  mg se naváží do skleněných baněk objemu 250 ml. Další postupy rozpouštění vzorku, přípravy roztoku k analýze, přípravy standardů, podmínky analýzy a vyhodnocení analýzy jsou popsány v čl. 8.6.3.1 až 8.6.3.5.

### **8.7.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.7.4.1** Obsah jednotlivých změkčovadel v daných odběrních místech se průměruje ze dvou provedených stanovení. Ze všech provedených analýz se stanoví průměrný

obsah jednotlivých změkčovadel v mase TPH a tento se porovnává s tolerancí složení danou technickými podmínkami pro danou TPH.

**8.7.4.2** Obsah jednotlivých změkčovadel v daných odběrních místech se sečte a vyjádří se jako celkový obsah změkčovadel v daném místě. Stanoví se rovněž průměrný celkový obsah změkčovadel v mase TPH. Hodnota migrace změkčovadel v mase TPH se stanoví jako absolutní hodnota největšího rozdílu mezi celkovým obsahem změkčovadel na libovolném odběrním místě a průměrným celkovým obsahem změkčovadel v mase TPH. Dále se stanovuje obsah výbušných změkčovadel (nitroglycerínu, diethylenglykoldinitrátu, DINA, trinitrotoluenu, 2,4-dinitrotoluenu, 2,6-dinitrotoluenu) v pancéřování, který se pro účely hodnocení vyjadřuje jako poměr celkového obsahu těchto výbušných změkčovadel v pancéřování k jejich průměrnému obsahu v mase TPH.

**8.7.4.3** V případě zařazení výbušniny do 2. jakostní kategorie je zapotřebí zvláště pečlivě posuzovat vliv zjištěného výsledku zejména na funkční vlastnosti výbušniny (viz čl. 8.12), pro možné zařazení do 3. jakostní kategorie.

**TABULKA 15 – Jakostní vyhodnocení migrace změkčovadel**

Kategorie	Hodnota migrace změkčovadel
1	Migrace v mase méně než 1,0 % a zároveň poměr obsahu výbušných změkčovadel v pancéřování oproti mase menší než 20 %
2	Migrace v mase více než 1,0 % nebo poměr obsahu výbušných změkčovadel v pancéřování oproti mase větší než 20 %
3	-

## **8.8 Stanovení rozpustného podílu v heterogenních TPH**

### **8.8.1 Princip zkoušky**

**8.8.1.1** Obsah rozpustného podílu ve vzorku má vztah k hustotě zesíťování polymerní sítě pojiva. Čím je větší obsah nezesíťovaného polymeru ve vzorku, tím vyšší je i obsah rozpustného podílu. Obsah rozpustného podílu má rovněž vztah k hodnotě deformace při maximálním napětí ve zkoušce pevnosti v tahu. Hodnota rozpustného podílu může být použita k výpočtu hustoty zesíťování pomocí upravené Charlesby-Pinnerovy rovnice.

**8.8.1.2** Stanovení rozpustného podílu nebo hustoty zesíťování umožňují posouzení jak daleko degradační reakce pojiva TPH postoupily z hlediska roztržení polymerních řetězců nebo zvýšení hustoty zesíťování. Tyto fyzikálně-chemické vlastnosti mají přímý vztah k mechanickým vlastnostem TPH. Stanovení obsahu plastifikátoru v různých místech vzorku TPH umožňuje posoudit migraci plastifikátoru v zrnu TPH. Obsah rozpustného podílu se stanovuje extrakcí vzorku organickým rozpouštědlem za laboratorní teploty.

### **8.8.2 Zkušební zařízení**

**8.8.2.1** Ke zkoušce se používají běžné laboratorní pomůcky – sada Erlenmeyerových baněk objemu 100 ml, skleněné frity, (Schottovy kelímky č. 3), sušárna a analytické váhy.

### 8.8.3 Provedení zkoušky

**8.8.3.1** Způsob odběru vzorků TPH ke zkouškám z různých míst zrna je popsán v čl. 8.7.3.1. Z každého odběrního místa se odebírá 6 g vzorku.

**8.8.3.2** Vzorek z každého odběrního místa se rozdělí na tři části o hmotnosti  $(2 \pm 0,1)$  g a s přesností  $\pm 0,1$  mg se naváží (hmotnost  $W_i$  [g]) do suchých Erlenmeyerových baněk objemu 100 ml. Baňky se vzorky se zaplní toluenem čistoty p.a. a nechají se 24 hodin stát. Po této době se toluen od vzorku zdekantuje přes vysušenou a zváženou fritu a případně zachycený pevný podíl se vrací do extrakční baňky. Extrakce se zopakuje ještě 3x s novými podíly toluenu. Po skončení extrakce se nerozpustný zbytek kvantitativně převede na fritu používanou při dekantaci. Poté se vysuší v sušárně při teplotě 50 °C do konstantní hmotnosti (hmotnost  $W_s$  [g]).

**8.8.3.3** Procentní obsah rozpustného podílu změkčovadel v jednotlivých odběrních místech se vyjádří ze vztahu:

$$S = \frac{(W_i - W_s)}{W_i} \cdot 100$$

### 8.8.4 Vyhodnocení zkoušky

**8.8.4.1** Obsah rozpustného podílu v jednotlivých odběrních místech se průměruje ze tří provedených stanovení. Ze všech provedených analýz se stanoví průměrný obsah rozpustného podílu v mase TPH. Hodnota migrace změkčovadel v mase TPH se stanoví jako absolutní hodnota největšího rozdílu mezi obsahem rozpustného podílu na libovolném odběrním místě a průměrným obsahem rozpustného podílu v mase TPH. Dále se stanovuje obsah rozpustného podílu v pancéřování, jeho hodnota má však pouze informativní charakter.

**8.8.4.2** Zatřídění zkoušených vzorků do jednotlivých jakostních kategorií dle výsledků jejich zkoušení je uvedeno v tabulce 16.

**TABULKA 16 – Jakostní vyhodnocení migrace změkčovadel heterogenních TPH**

Kategorie	Hodnota migrace změkčovadel
1	Migrace v mase méně než 1,0 %
2	Migrace v mase více než 1,0 %
3	-

**8.8.4.3** V případě zařazení výbušniny do 2. jakostní kategorie je zapotřebí zvláště pečlivě posuzovat vliv zjištěného výsledku zejména na funkční vlastnosti výbušniny (viz čl. 8.12), pro možné zařazení do 3. jakostní kategorie.

**8.8.4.4** Hustota zesíťování pojiva v TPH může být se znalostí obsahu rozpustného podílu (S) vypočítána ze vztahu:

$$C = \frac{(1-S) \cdot [2 - (S + \sqrt{S})]}{(S + \sqrt{S})}$$



## 8.9 Stanovení chemické stability vakuovým stabilitním testem

### 8.9.1 Princip zkoušky

**8.9.1.1** Vakuový stabilitní test (VST) je zkouška chemické stability trhavin, bezdýmných prachů a homogenních TPH spočívající v zahřívání vzorku výbušniny za počátečního vakua při teplotě 90 až 120 °C, s vyhodnocením objemu plynů uvolněných za určenou dobu zkoušky. Stanovení se provádí v souladu s požadavky STANAG 4556, postup 2A.

**8.9.1.2** Navážka vzorku, teplota a doba trvání zkoušky, stejně jako kritéria pro hodnocení výsledku, mohou být stanoveny materiálovou specifikací zkoušené výbušniny. Standardně aplikované podmínky zkoušky jsou:

a) doba zkoušky – 40 hodin.

b) teplota temperace

- trhaviny a třaskaviny 100 °C nebo 120 °C;
- jednosložkové bezdýmné prachy 100 °C;
- heterogenní tuhé pohonné hmoty 100 °C;
- pyrotechnické slože 100 °C;
- dvousložkové a trojsložkové hnací hmoty 90 °C;
- výbušniny s polymerními pojivy (PBXs) 100 °C.

c) standardní navážka – výbušniny 5,00 ±0,01 g

### 8.9.2 Zkušební zařízení

**8.9.2.1** Temperační blok pro provedení zkoušky je vyroben z hliníku se svislými otvory o průměru 19,5 mm a délce 145 mm. Blok je elektricky vyhříván odporovým topením na teplotu 90 °C až 120 °C a regulován na požadované teplotě s přesností ±0,2 °C. Regulace temperačního bloku musí obsahovat teplotní pojistku vypínající vyhřívání bloku v případě, že teplota v bloku překročí nastavenou pracovní teplotu o více než 5 °C. Teplota v temperačním bloku je měřena kalibrovaným teploměrem, s dělením minimálně 0,2 °C, usazeným ve zkumavce naplněné silikonovým olejem v jednom z otvorů v bloku.

**8.9.2.2** Temperační aparát pro zkoušku se skládá ze zkumavky a snímače tlaku. Celá tato sestava musí mít volný vnitřní objem (25 ±2) cm<sup>3</sup>.

**8.9.2.3** Vývoj plynů ve zkumavkách se vzorkem je monitorován tlakovými čidly pracujícími v rozsahu tlaků (0–0,1) MPa a schopnými převádět měřený tlak na elektrické napětí. Čidla musí mít dostatečnou citlivost pro stanovení změn v objemu uvolněných plynů 0 ±0,02 cm<sup>3</sup>. Po zapnutí napájení je nutno nechat tlaková čidla přibližně 30 minut ustálit.

**8.9.2.4** K odsávání temperačních aparátů se používá vývěva, schopná dosáhnout v aparátce zbytkového tlaku menšího než 670 Pa. Pro měření zbytkového tlaku při odsávání aparátů se používá tlakový snímač, schopný měřit v rozsahu tlaků 0 Pa až 2700 Pa.

**8.9.2.5** Pro přípravu vzorků ke zkoušce se používají analytické váhy s citlivostí minimálně 1 mg, síta s průměrem otvorů 2 mm a 0,2 mm.

**8.9.2.6** Pro mazání spojů mezi jednotlivými součástmi temperačního aparátu se používá silikonová vazelína neuvolňující plyny při teplotě zkoušky a snášitelná se zkoušenou výbušninou. Snášitelnost s výbušninou může být zjištěna provedením vakuového stabilitního testu se směsí 0,015 g vazelíny a (2,5 ±0,1) g výbušniny,

s paralelním provedením této zkoušky se samotnou vazelínou a samotnou výbušninou. Rozdíl objemů plynů uvolněných ze směsi a součtu objemů uvolněných ze samotné vazelíny a výbušniny nesmí překročit  $1,0 \text{ cm}^3$ .

### **8.9.3 Provedení zkoušky**

**8.9.3.1** Vzorek výbušniny se před zkouškou suší, s výjimkou pyrotechnických složí, jejichž reaktivitu může ovlivňovat přítomnost vlhkosti.

**8.9.3.2** Vzorek se nadrtí, napiluje nebo jiným způsobem dezintegruje, vysuší a ke zkoušce se z něj bere síťová frakce 0,2 mm až 2 mm. Pokud výbušina obsahuje jako hlavní složku látku, která roztaje při teplotě zkoušky (např. trinitrotoluen), je ke zkoušce povoleno vzít i větší kusy vzorku. Vzorky výbušnin, které bez drcení projdou sítím o průměru otvoru 2 mm, se neprosívají pro odstranění jemných částic.

**8.9.3.3** Připravený vzorek výbušniny se vsype do dvou zkumavek temperačního aparátu tak, aby nedošlo ke znečištění závitů zkumavek (např. s použitím násypky).

**8.9.3.4** Na zkumavku se nasadí tlakové čidlo. Spojovací závity mezi zkumavkou a tlakovým čidlem jsou namazány silikonovou vazelínou. Temperační aparát se hadicí připojí k vývěvě a odsaje se na zbytkový tlak menší než 670 Pa.

**8.9.3.5** Po ukončení odsávání, signalizovaném stálou hodnotou na digitálním voltmetru, se temperační aparát uzavře. Odpojí se vývěva a sleduje se, zda nedochází ke změně hodnot voltmetrem načítaného napětí, signalizující možnou netěsnost aparátu. Dle uživatelského manuálu pro přístroj STABIL (krok č. 1) se po dobu jedné minuty načítají hodnoty teploty místnosti a tlaku plynů.

**8.9.3.6** Zkontroluje se, zda je temperační blok vyhřát na požadovanou teplotu a v kladném případě se temperační aparát vloží do otvoru v bloku. Vzorek se nechá temperovat po určenou dobu zkoušky. Dle uživatelského manuálu pro přístroj STABIL (krok č. 2) se po celou dobu zkoušky načítají hodnoty teploty v temperačním bloku a tlaku plynů. Teplota v temperačním bloku se po dobu zkoušky kontroluje každý den.

**8.9.3.7** Po uběhnutí určené doby zkoušky se temperační aparát vytáhne z temperačního bloku a nechá se ochladit na teplotu místnosti, ne však déle než 150 minut. Po ochlazení aparátu a ustálení hodnoty napěťového výstupu z tlakového čidla se po dobu jedné minuty načítají hodnoty teploty místnosti a tlaku plynů dle uživatelského manuálu pro přístroj STABIL (krok č. 3). Zaznamenají se rovněž změny v barvě nebo fyzikálním stavu výbušniny po zkoušce, stejně jako přítomnost kondenzačních produktů na stěnách zkumavky.

**8.9.3.8** Po zkoušce se do temperačního aparátu se vzorkem připustí vzduch, aparát se rozebere, vzorek se vsype a jeho zbytky se vymyjí vhodným rozpouštědlem. Tlaková čidla se čistí dle doporučení výrobce.

### **8.9.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.9.4.1** Zkouška se provádí ve dvou paralelních stanoveních.

**8.9.4.2** Při nedostatečném množství vzorku (např. počinové nebo přenosové náplně) je možno použít navážku 1 g vzorku.

**8.9.4.3** V případě nevyhovujícího výsledku bezdýmných prachů nebo homogenních tuhých pohonných hmot je možno stanovení zopakovat při teplotě 90 °C po dobu 82 hodin. Závazný je poté výsledek opakované zkoušky.

**8.9.4.4** Vyhodnocuje se objem plynů uvolněný ze vzorku, přepočítaný na normální podmínky, vztažený na 1 g vzorku a zprůměrovaný z 2 provedených stanovení. Zatřídění zkoušených vzorků do jednotlivých jakostních kategorií dle výsledků jejich zkoušení je pro trhaviny uvedeno v tabulce 17 a pro bezdýmné prachy a homogenní TPH v tabulce 18.

**TABULKA 17 – Jakostní vyhodnocení vakuového stabilitního testu trhavin**

Kategorie	Objem uvolněných plynů [cm <sup>3</sup> ·g <sup>-1</sup> ]
1	méně než 0,5
2	0,5–1,0
3	více než 1,0

**TABULKA 18 – Jakostní vyhodnocení VST bezdýmných prachů a homogenních TPH**

Kategorie	Objem uvolněných plynů [cm <sup>3</sup> ·g <sup>-1</sup> ]
1	méně než 1,2
2	1,2–2,2
3	více než 2,2

## 8.10 Stanovení chemické stability při 100 °C

### 8.10.1 Princip zkoušky

**8.10.1.1** 100 °C zkouška je zkouškou chemické stability bezdýmných prachů a homogenních TPH a spalitelných mas, kterou se měří doba do vývinu žlutých, hnědých nebo rudých dýmů oxidů dusíku vznikajících v pokročilé fázi rozkladu nitrocelulózy, při zahřívání na 100 °C v uzavřených skleněných zkumavkách.

### 8.10.2 Zkušební zařízení

**8.10.2.1** Ke zkoušce se používá elektricky vyhříváný termostat, opatřený vertikálně umístěnými otvory o průměru nejvýše 32 mm, hloubky vyhřívané části nejméně 150 mm, podobného tvaru jako spodní část skleněných zkumavek. Termostat musí vyhovovat požadavku, aby korigovaná teplota (viz dále) měřená na dně zkumavky zasunuté do termostatu byla v rozmezí (100 ±1) °C. Teplota se měří teploměrem uchyceným ve zkumavce korkovou zátkou. Používá se teploměru o rozsahu 95 až 105 °C a dělením stupnice po 0,2 °C. Teploměr se umístí tak, aby rtuťová nádobka byla na dně zkumavky a rozsah stupnice 99 až 101 °C byl pod korkovou zátkou, ale ve vyčnívající části zkumavky nad termostatem. Není-li k dispozici teploměr takových rozměrů a vyčnívá-li rtuťový teploměr nad zátku, připočítá se k údaji teploměru korekce  $\Delta t$  vypočtená podle vzorce:

$$\Delta t = 0,00016 \cdot n \cdot (t_1 - t_2),$$

kde  $n$  je počet stupňů nad spodním okrajem korkové zátky,  $t_1$  je teplota odečtená na teploměru [°C] a  $t_2$  je teplota uprostřed vyčnívajícího sloupce rtuti, měřená druhým teploměrem [°C].

**8.10.2.2** Zkumavky na vzorky musí být vyrobeny z bezbarvého neutrálního skla vnějšího průměru  $(28 \pm 1)$  mm, tloušťky stěny 1 mm a délky  $(220 \pm 2)$  mm a opatřeny zabroušenou skleněnou zátkou. Kvalita zábrusů musí být taková, aby obsah zkumavky za daných podmínek zkoušky byl spolehlivě utěsněn bez použití pomocných přípravků (tuk apod.) Zkumavky i zátka musí být dokonale čisté.

### **8.10.3 Provedení zkoušky**

**8.10.3.1** Zkouška se provádí v digestoři s výkonným odsáváním a sestává ze dvou souběžných stanovení. Do zkumavky se odváží  $(10 \pm 0,05)$  g vzorku. Zkumavka se vzorkem se vloží do otvoru termostatu vytemperovaného na  $(100 \pm 1)$  °C tak, aby se dotýkala dna. Po 1 hodině od vložení vzorku se zkumavka uzavře zátkou a pak se nepřetržitě zahřívá při předepsané teplotě do vzniku žlutých, rudých až hnědých dýmů nad vzorkem.

**8.10.3.2** Následující dny v intervalu 24 hodin od začátku zahřívání se uzavřené zkumavky jednotlivě vyjmou z termostatu na nejkratší nutnou dobu a v rozptýleném denním světle se prohlíží proti bílé podložce; je dovoleno použít umělého osvětlení obdobného světlu dennímu. Po prohlídce se zkumavky se vzorkem vloží zpět do bloku, po nejméně 10 minutách temperace se všechny zkumavky otevřou, ponechají se 10 minut větrat a znovu se uzavřou. Odsávání digestoře se zapíná v době prohlídky, během větrání musí být vypnuté. Hodnocení zkoušky je nutno provádět každodenně, tj. i ve dnech pracovního volna.

**8.10.3.3** Stanovení se považuje za ukončené, objeví-li se při pravidelné prohlídce zkumavky nad zkoušeným vzorkem pozorovatelné žluté, rudé až hnědé dýmy oxidů dusíku a zaznamená se počet dnů od začátku zahřívání vzorku. U jednosložkových prachů se dovoluje asi 2 dny před předpokládaným ukončením zkoušky přesypat vzorek do jiné čisté a suché zkumavky z důvodu snazší prohlídky a určení doby prvního objevení dýmů.

**8.10.3.4** Jako výsledek zkoušky se ze dvou souběžných stanovení uvede nižší zjištěná hodnota doby vzniku dýmů oxidů dusíku ve dnech.

### **8.10.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.10.4.1** Výsledek se porovnává s předepsanou hodnotou dle technických podmínek pro daný bezdýmný prach nebo homogenní TPH. Pokud není u konkrétního vzorku tato hodnota technickými podmínkami předepsána, přebírá se z technických podmínek jiného vzorku stejného nebo podobného chemického složení. Zatřídění zkoušených vzorků do jednotlivých jakostních kategorií dle výsledků jejich zkoušení je uvedeno v tabulce 19.

**TABULKA 19 – Jakostní vyhodnocení 100 °C zkoušky**

Kategorie	Doba do vývinu barevných dýmů [dny]
1	odpovídající technickým podmínkám
2	v rozmezí 50–99 % hodnoty předepsané technickými podmínkami
3	nižší než 50 % hodnoty předepsané technickými podmínkami

## 8.11 Stanovení termické stability metodou DTA

### 8.11.1 Princip zkoušky

**8.11.1.1** Stanovení termické stability vzorků výbušnin se provádí diferenční termickou analýzou (DTA), která sleduje rozkladné děje probíhající ve vzorku projevující se uvolněním rozkladného tepla. Vzorek je zahříván konstantní rychlostí a kontinuálně je zaznamenávána jeho teplota, současně s teplotou inertní látky zahřívané za stejných podmínek. Výsledkem zkoušky je záznam (termogram) závislosti rozdílu mezi teplotou vzorku a inertní látky na teplotě inertní látky.

**8.11.1.2** Termický rozklad vzorku se na termogramu projevuje odklonem záznamu od základní linie do oblasti kladných diferencí a jeho prudký exotermický rozklad (vzbuch) se na záznamu projeví vznikem píku. Teploty počátku exotermického rozkladu a jeho maxima odpovídají termické stabilitě vzorku, která může být ovlivněna čistotou vzorku nebo přítomností nesnášenlivých látek.

### 8.11.2 Zkušební zařízení

**8.11.2.1** Ke zkoušce se používá přístroj pro diferenční termickou analýzu (DTA) schopný regulovat rychlost zahřívání na hodnotě  $5\text{ °C}\cdot\text{min}^{-1}$  v rozsahu teplot 30 až 550 °C a mající dostatečně robustní konstrukci, aby vydržela prudký exotermický rozklad (vzbuch) výbušniny o navážce 50 mg. Vzorek a inertní látka jsou samostatně obsaženy v recyklovatelných skleněných mikrozkušenkách. Jako inertní látka se používá oxid hlinitý přežíhaný při teplotě 1000 °C po dobu 1 hodiny. Teplotní kalibrace musí být provedena s použitím minimálně dvou standardních kalibračních látek. Přístroj se kalibruje postupem předepsaným výrobcem přístroje stanovením onsetu endotermního píku vybrané kalibrační látky, např. dusičnan draselný (polymorfni přechod 128,7 °C, teplota tání 334,0 °C), indium (tání 156,6 °C), 2,4 dimethylnitrobutan (211,1 °C), fenolftalein (tání 260 °C). Při pokalibrační kontrole by se výsledky měření CRM neměly lišit o  $\pm 1\text{ °C}$ .

### 8.11.3 Provedení zkoušky

**8.11.3.1** Do suché čisté skleněné mikrozkušavky se naváží ( $50 \pm 1$ ) mg práškového vzorku zkoušené trhaviny, plastické trhaviny a spalitelné masy nebo ( $30 \pm 1$ ) mg práškového vzorku zkoušené pyrotechnické slože, černého prachu nebo heterogenní TPH, při měření složí s velkým exotermním rozkladem (např. dýmozábleskové slože) se navážka snižuje na 15 mg. Zkušavka se vzorkem se vloží do píčky přístroje a pomocí regulátoru teploty se píčka se vzorkem zahřívá rychlostí  $5\text{ °C}\cdot\text{min}^{-1}$  až do vzbuchu vzorku nebo do teploty 550 °C, pokud ke vzbuchu nedojde dříve. Po skončení zkoušky a ochlazení píčky na okolní teplotu se měření ještě jednou zopakuje s dalším reprezentativním podílem vzorku.

**8.11.3.2** Na zaznamenávaném termogramu se po skončení zkoušky odečtou teploty odpovídající počátku (první stabilní odklon od nulové linie do exotermické oblasti) a maximum (vrchol píku na termogramu) exotermického rozkladu. Stanovené teploty se ze dvou provedených měření průměrují.

#### **8.11.4 Vyhodnocení zkoušky**

**8.11.4.1** V případě zkoušení trhaviny se výsledky vzorků porovnávají s výsledky DTA standardů rekrystalizovaných trhaviny, které vzorek obsahuje – pentrit, tetryl, hexogen, oktogen, tritol. V případě směsí na bázi hexogenu a tritolu (T/H/E, TG, TGAF) se jako standard používá prášková směs rekrystalizovaného hexogenu a tritolu v hmotnostním poměru 1 : 1. U trhaviny na bázi pentritu, tetrylu, oktogenu, samotného tritolu a směsi hexogen/tritol se jako hodnotící kritérium používá maximum exotermického rozkladu, u hexogenu a jeho flegmatizátů je hodnotícím kritériem počátek exotermického rozkladu. Zjištěné hodnoty vzorků se odečítají od analogických hodnot standardů a rozdíl se označuje jako  $\Delta T$ .

**8.11.4.2** U pyrotechnických složí, černých prachů, plastických trhaviny a heterogenních TPH se hodnotí zejména maximum exotermického rozkladu, přihlíží se však i k počátku rozkladu. Porovnávají se výsledky vzorků před a po umělém stárnutí. Rozdíl mezi hodnotami maxima exotermického rozkladu vzorku před umělým stárnutím a po umělém stárnutí se označuje jako  $\Delta T$ .

**8.11.4.3** Zatřídění zkoušených vzorků do jednotlivých jakostních kategorií na základě výsledků jejich zkoušení je uvedeno v tabulce 20.

**TABULKA 20 – Jakostní vyhodnocení stanovení termické stability**

Kategorie	Trhaviny, plastické trhaviny	Pyrotechnické slože, černé prachy a heterogenní TPH
1	$\Delta T < 10$ a počátek exotermického rozkladu vyšší než 140 °C	$\Delta T < 20$ a počátek exotermického rozkladu vyšší než 140 °C
2	$\Delta T \geq 10$ , ale počátek exotermického rozkladu vyšší než 140 °C	$\Delta T \geq 20$ , ale počátek exotermického rozkladu vyšší než 140 °C
3	Počátek exotermického rozkladu nižší než 140 °C	Počátek exotermického rozkladu nižší než 140 °C

#### **8.12 Funkční zkoušky**

##### **8.12.1 Princip zkoušky**

**8.12.1.1** Funkční zkouška je završením provozního zkušebnictví všech typů výbušnin. Funkční zkouškou se zjišťuje vyhovující či nevhovující stav aplikačních vlastností výbušnin zalaborovaných v původním muničním systému.

**8.12.1.2** Funkčními zkouškami se zjišťují aplikační vlastnosti munice nebo muničních elementů důležité pro posouzení bezpečnosti a spolehlivosti munice. Protože se ve většině případů jedná o zkoušky specifické pro konkrétní typy munice nebo muničních elementů, tento standard postupy funkčních zkoušek nedefinuje a odkazuje se na platná znění souvisejících technických podmínek pro výrobu a přejímání dané munice nebo muničního elementu (TP, TP-VD). Vyhodnocení výsledků funkční zkoušky se poté provádí v souladu s přejímacími kritérii stanovenými v příslušných technických podmínkách, nebo souvisejícími

ČOS popisujícími funkční, technické nebo střelecké zkoušky munice nebo systém provozního zkušebnictví munice.

**8.12.1.3** Funkční zkoušky výbušnin bývají obvykle součástí provozního zkušebnictví munice, výsledek zkoušky se však zahrnuje do celkového hodnocení výbušniny dle tohoto standardu.

### **8.12.2 Provedení zkoušky**

**8.12.2.1** Funkční zkoušky všech typů výbušnin se provádějí v zalaborovaném muničním systému nebo muničním elementu. Provedení funkční zkoušky se řídí zkušebními postupy specifikovanými v technických podmínkách pro jednotlivé typy munice nebo souvisejícími ČOS popisujícími funkční, technické nebo střelecké zkoušky munice nebo systém provozního zkušebnictví munice.

**8.12.2.2** U muničních systémů nebo elementů s neexistujícími metodikami zkoušení předepsanými technickými podmínkami se zkoušení provádí pomocí zkušebních metodik srovnatelného muničního systému nebo elementu, po zapracování nezbytných změn na základě expertního posouzení. Východiska a závěry expertního posouzení musí být v tomto případě zdokumentovány v protokole o zkoušení.

**8.12.2.3** Funkční zkoušky by se měly provádět vždy při maximální povolené exploatační teplotě munice, kdy je namáhání výbušnin nejvyšší a zkouška má proto nejvyšší vypovídací hodnotu o bezpečnosti a spolehlivosti zkoušené munice. Výjimku tvoří raketové motory s tuhou pohonnou hmotou (TPH) pevně spojenou se stěnou komory, která se naopak zkouší při minimální povolené exploatační teplotě munice, kdy je mechanické pnutí v TPH nejvyšší.

### **8.12.3 Vyhodnocení zkoušky**

**8.12.3.1** Vyhodnocení výsledku funkční zkoušky muničního systému nebo elementu se provádí v souladu s kritérii stanovenými v příslušných technických podmínkách. Pokud tato kritéria nejsou specificky stanovena, provádí se vyhodnocení výsledku funkční zkoušky expertním posouzením bezpečnosti a spolehlivosti munice. Zdůvodnění výsledku expertního posouzení musí být v tomto případě zdokumentováno v protokole o zkoušení.

**8.12.3.2** Pokud zkoušený předmět plně vyhovuje jakostním požadavkům definovaným technickými podmínkami pro daný muniční systém nebo součástku nebo vyhovuje požadavkům expertního posouzení (nejsou-li technické podmínky k dispozici) z hlediska bezpečnosti i spolehlivosti použití, před i po umělém stárnutí, zařazují se všechny v něm obsažené výbušniny do 1. jakostní kategorie. Pokud některá obsažená výbušnina způsobuje přijatelné snížení výkonnostních parametrů munice pod kritéria stanovená technickými podmínkami, ale není ohrožena bezpečnost skladování či použití munice, zařazuje se tato výbušnina do 2. jakostní kategorie. Pokud zkoušený předmět nevyhovuje kvůli kvalitě obsažené výbušniny jakostním požadavkům na bezpečnost nebo jsou sníženy funkční parametry munice pod přijatelnou míru, zařazuje se tato výbušnina do 3. jakostní kategorie.

Účinnost českého obranného standardu od: **7. května 2020**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka

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

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

---

Rok vydání: 2020, obsahuje 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  
[www.oos.army.cz](http://www.oos.army.cz)

NEPRODEJNÉ

---