

Zpracováno pro účely projektu:

Specifikace požadavků zákona o prevenci závažných havárií v oblasti výroby a skladování výbušnin, střeliva, munice a pyrotechnických výrobků, OPPZH, VÚBP, 2020 – 2021



DÍL 2

PYROTECHNICKÉ VÝROBKY jako zdroj rizika závažných havárií

**REPETITORIUM
základních informací**

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. i. i, Praha
prosinec 2021

Dedikace



©2021

Tento výsledek byl finančně podpořen z institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace na léta 2018–2022 a je součástí výzkumného úkolu 03-2020-VÚBP **Specifikace požadavků zákona o prevenci závažných havárií v oblasti výroby a skladování výbušnin, střeliva, munice a pyrotechnických výrobků**, řešeného Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v. v. i., v letech 2020-2021.

Obsah

1	PYROTECHNICKÉ VÝROBKY – ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	4
1.1	LEGISLATIVNÍ KONTEXT.....	4
1.1.1	<i>Oblast výbušnin a pyrotechniky.....</i>	4
1.1.2	<i>Pyrotechnické výrobky z hlediska zákona o pyrotechnice</i>	4
1.1.3	<i>Pyrotechnické výrobky z hlediska zákona o PZH.....</i>	5
1.1.4	<i>Pyrotechnické výrobky z hlediska zákona o výbušninách</i>	5
1.2	ROZDĚLENÍ PYROTECHNICKÝCH VÝROBKŮ	6
1.2.1	<i>Zábavní pyrotechnika</i>	6
1.2.2	<i>Divadelní pyrotechnika.....</i>	7
1.2.3	<i>Ostatní pyrotechnické výrobky</i>	7
1.3	PYROTECHNICKÉ SLOŽE.....	7
1.3.1	<i>Slože skupiny 1 – výbušné.....</i>	8
1.3.2	<i>Slože skupiny 2 – výbušné za mimořádných podmínek</i>	8
1.3.3	<i>Slože skupiny 3 – nevýbušné.....</i>	8
1.3.4	<i>Výroba a skladování pyrotechnických složí</i>	9
2	PYROTECHNICKÉ VÝROBKY Z HLEDISKA OHROŽENÍ OKOLÍ	10
2.1	VÝROBA A POUŽITÍ	10
2.1.1	<i>Výrobky pro použití ve vozidle</i>	10
2.1.2	<i>Zábavní a divadelní pyrotechnika.....</i>	10
2.2	SKLADOVÁNÍ	10
2.2.1	<i>Povolené způsoby skladování</i>	10
2.2.2	<i>Skladování pyrotechnických výrobků ve skladech</i>	11
3	PYROTECHNICKÉ VÝROBKY – HAVÁRIE A JEJICH PREVENCE.....	14
3.1	ZÁKLADNÍ PRINCIPY	14
3.2	BEZPEČNOSTNÍ VZDÁLENOSTI	14
3.2.1	<i>Výpočet pro sklady</i>	14
3.2.2	<i>Porovnání výpočtů bezpečnostních vzdáleností</i>	15
3.3	PŘÍPADY HAVÁRIÍ PŘI SKLADOVÁNÍ.....	17
3.3.1	<i>Holandsko, Enschede, 13. 5. 2000</i>	17
3.3.2	<i>Itálie, St. Angelo, 25. 7. 2013.....</i>	18
4	POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE	20

1 Pyrotechnické výrobky – základní informace

1.1 Legislativní kontext

1.1.1 Oblast výbušnin a pyrotechniky

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi [1], ve znění pozdějších předpisů (dále též „zákon o prevenci závažných havárií“, příp. „zákon o PZH“) klasifikuje nebezpečné látky (a směsi) na základě kategorií nebezpečnosti v souladu s evropským nařízením (ES) č. 1272/2008, o klasifikaci, označování a balení látek a směsí [2] (tzv. „nařízení CLP“)¹. Zákon o PZH stanovuje pro **výbušniny** dvě kategorie nebezpečnosti (P1a, P1b), do nichž spadají jak **výbušné látky a směsi**, tak **výbušné předměty**; tedy předměty, v nichž jsou tyto látky či směsi obsaženy (podrobněji viz Tabulka I v Příloze 1 zákona a navazující poznámky).

Dále podle nařízení CLP [2] se rozumí:

- **pyrotechnickou látkou nebo směsí** – látka nebo směs látek určená k získání tepelného, světelného, zvukového, plynového nebo dýmového efektu nebo kombinace těchto efektů v důsledku nedetonativních, samovolně probíhajících exotermických chemických reakcí;
- **pyrotechnickým předmětem** – předmět obsahující jednu nebo více pyrotechnických látek nebo směsí.

Podle téhož nařízení se zároveň *pyrotechnické látky nebo směsi* řadí mezi *výbušné látky nebo směsi*. Na základě definice *výbušných předmětů* dle téhož nařízení lze předpokládat, že *pyrotechnické předměty* jsou jejich podskupinou (vedle munice, střeliva a dalších).

1.1.2 Pyrotechnické výrobky z hlediska zákona o pyrotechnice

Současně zákon č. 206/2015 Sb., o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi, ve znění pozdějších předpisů [3] (dále jen „zákon o pyrotechnice“) stanovuje pojem (§ 3 písm. a):

- **pyrotechnický výrobek²** – (tj.) výrobek obsahující výbušné látky nebo směs výbušných látek určené k produkci tepla, světla, zvuku, plynu, kouře, nebo kombinace těchto efektů pomocí samoudržujících se exotermických chemických reakcí.

Dle téhož zákona jsou pyrotechnické výrobky určeny pouze k použití pro přesně stanovené účely, tedy jako *zábavní* nebo *divadelní pyrotechnika*, nebo jako *ostatní pyrotechnické výrobky* (podrobněji viz níže kap. 1.2). Ve všech případech se zásadně jedná o použití k „civilním“ účelům, jak vyplývá i z ustanovení § 2 odst. 2 zákona o pyrotechnice, podle kterého se *zákon nevztahuje* (mj.) *na pyrotechnické výrobky určené k nekomerčnímu využití ozbrojenými sbory*; takové specifikaci odpovídají např. pyrotechnické prostředky používané pro služební účely policií nebo armádou.

¹ CLP – classification, labelling and packaging

² Odlišnost výrazů *pyrotechnický předmět* a *pyrotechnický výrobek* je pouze důsledkem nejednotného českého překladu, ve skutečnosti se jedná o synonyma.

Zákon o pyrotechnice [3] se dále nevztahuje na výbušniny, tedy ani na pyrotechnické látky a směsi.

1.1.3 Pyrotechnické výrobky z hlediska zákona o PZH

Protože zákon o PZH [1] zařazuje *výbušné předměty* (a tudíž i *pyrotechnické výrobky*) mezi *výbušniny* (v širším významu), provozovatelé objektů, v nichž jsou umístěny pyrotechnické výrobky, plně podléhají požadavkům podle tohoto zákona, a to v kterékoli fázi jejich výroby, skladování apod., pokud je objekt zařazen do skupiny A nebo B podle zákona.

1.1.4 Pyrotechnické výrobky z hlediska zákona o výbušninách

Poněkud úžeji chápe v rámci své působnosti pojem *výbušniny zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě*, ve znění pozdějších předpisů [4] (dále jen „zákon o výbušninách“); totiž jako *výbušné látky, směsi a předměty*, zároveň však s vyloučením *střeliva, munice a pyrotechnických výrobků* (podrobněji viz ustanovení § 21 odst. 1 písm. a) zákona).

Zákon mimo jiné stanovuje pojem **zpracování výbušnin**, kterým se rozumí *výrobní operace nebo jejich sled, kterým výbušnina podléhá, pokud finálním výrobkem není výbušnina, zejména výroba pyrotechnického výrobku, střeliva nebo munice obsahující výbušninu* (viz § 21 odst. 1 písm. l).

Pojem *zpracování výbušnin* se tedy vztahuje i na *pyrotechnické látky nebo směsi*, přičemž se může jednat např. o jejich *laboraci*³ (příp. *delaboraci*) a další výrobní úkony spojené s výrobou *pyrotechnických výrobků*.

V souvislosti s *pyrotechnickými výrobky* se proto povinnosti a kontrolní postupy podle zákona o výbušninách [4] vztahují na *zpracování pyrotechnických látek a směsí*; dále však (podle analogie s výbušninami) také např. na jejich výrobu a skladování. Tedy vždy tam, kde se vyskytuje volná pyrotechnická látka nebo směs, tj. neuzavřená v pyrotechnickém výrobku; kde tedy jde o **nakládání s výbušninou**, nikoli o **zacházení s pyrotechnickým výrobkem**.

Přitom:

- *Nakládáním s výbušninami* se rozumí: výzkum, vývoj a zkoušení výbušnin, jejich výroba a zpracování, používání, ničení a zneškodňování, skladování, nabývání, předávání, dovoz, vývoz nebo tranzit, a jejich přeprava (viz zákon o výbušninách [4] § 21 odst. 1 písm. c).
- *Zacházením s pyrotechnickými výrobky* se rozumí: jejich výzkum, vývoj, nákup, prodej, dovoz, používání, ničení, zneškodňování, provádění ohňostrojů a ohňostrojných prací (viz zákon o pyrotechnice [3] § 3 písm. u).

Přehled zásadní působnosti příslušných zákonů vůči pyrotechnickým výrobkům a pyrotechnickým látkám a směsím ukazuje tabulka 1:

³ Plnění pyrotechnického výrobku určenými pyrotechnickými látkami nebo směsmi, příp. jinou aktivní náplní během výroby; opačným postupem je *delaborace*.

Tabulka 1: Působnost zákonů vůči pyrotechnickým výrobkům, látkám a směsím

Předmět působnosti zákona	Zákon o pyrotechnice [3]	Zákon o výbušninách [4]	Zákon o prevenci závažných havárií [1]
Pyrotechnické výrobky	Ano	Ne	Ano, pokud byl příslušný objekt zařazen do skupiny A nebo B dle zákona
Pyrotechnické látky a směsi (pyrotechnické slože)	Ne	Ano	Ano, pokud byl příslušný objekt zařazen do skupiny A nebo B dle zákona

1.2 Rozdělení pyrotechnických výrobků

Pro účely zákona o pyrotechnice [3] se rozumí (viz § 3 odst. b, c, d):

- **zábavní pyrotechnikou** pyrotechnický výrobek určený k zábavním účelům,
- **divadelní pyrotechnikou** pyrotechnický výrobek určený pro použití na scénách uvnitř budov i na venkovních scénách, včetně filmových a televizních produkcí,
- **pyrotechnickým výrobkem pro použití ve vozidle** součást bezpečnostního zařízení ve vozidle, která obsahuje pyrotechnické látky používané k aktivaci tohoto nebo jiného zařízení.

Tentýž zákon [3] zároveň stanovuje (viz § 4 odst. 2) dělení pyrotechnických výrobků do následujících kategorií:

- **F – zábavní pyrotechnika (F1 – F4)**
- **T – divadelní pyrotechnika (T1, T2)**
- **P – ostatní pyrotechnické výrobky (P1, P2).**

Přitom jako typický příklad *ostatních pyrotechnických výrobků – kategorie P1, P2* lze uvést právě *pyrotechnické výrobky pro použití ve vozidle*.

Z dalších ustanovení zákona [3] lze pro *kategorie pyrotechnických výrobků* uvést následující (viz Příloha č. 1 k zákonu):

1.2.1 Zábavní pyrotechnika

Zábavní pyrotechnika se dle příslušných ustanovení zákona o pyrotechnice dělí na

- *kategorii F1*, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje *velmi malé nebezpečí* a má zanedbatelnou úroveň hluku, a která je určena pro použití na omezených plochách, včetně zábavní pyrotechniky určené k použití uvnitř obytných budov,
- *kategorii F2*, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje *malé nebezpečí* a má nízkou úroveň hluku a která je určena pro venkovní použití na omezených plochách,

- *kategorií F3*, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje *středně velké nebezpečí*, je určena pro venkovní použití na otevřených prostranstvích a jejíž úroveň hluku nepoškozuje lidské zdraví,
- *kategorií F4*, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje *velké nebezpečí*, je určena pro použití *pouze osobami s odbornou způsobilostí* a jejíž úroveň hluku nepoškozuje lidské zdraví.

1.2.2 Divadelní pyrotechnika

Divadelní pyrotechnika se dělí na

- *kategorií T1*, do níž patří divadelní pyrotechnika, která představuje *malé nebezpečí*,
- *kategorií T2*, do níž patří divadelní pyrotechnika, kterou mohou používat *pouze osoby s odbornou způsobilostí*.

1.2.3 Ostatní pyrotechnické výrobky

Ostatní pyrotechnické výrobky se dělí na

- *kategorií P1*, do níž patří ostatní pyrotechnické výrobky, které představují *malé nebezpečí*,
- *kategorií P2*, do níž patří ostatní pyrotechnické výrobky, které jsou určeny pro manipulaci nebo použití *pouze osobami s odbornou způsobilostí*.

1.3 Pyrotechnické slože

Aktivní náplň pyrotechnických výrobků (tedy vlastní pyrotechnické látky nebo směsi) prakticky představují *pyrotechnické slože*⁴, v principu tvořené směsmi hořlavin (často práškové kovy), okysličovadel (kyslíkaté soli, příp. oxidy), paliv, pojiv a dalších přídavných látek (mimo jiné látky barvící plamen, dýmotvorné látky apod.), jejichž chemická přeměna probíhající formou *explozivního hoření* vyvolává světelné, zvukové, tepelné, dýmové účinky atd. [6] (srov. též definici pyrotechnických látek a směsí dle [2], resp. výše v kap. 1.1.1). V některých případech může být součástí pyrotechnické slože i jistý podíl *třaskavin* (podrobněji k třaskavinám viz dokument⁵ [5]).

Je zřejmé, že nebezpečnost pyrotechnických výrobků se primárně odvíjí od nebezpečnosti pyrotechnických složí výbuchem. Vyhláška č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin [7], ve znění pozdějších předpisů, dělí z tohoto hlediska pyrotechnické slože do tří skupin (viz Příloha č. 1 vyhlášky); toto rozdělení zároveň nabízí jistý doplňující pohled na účel příp. složení pyrotechnických složí:

⁴ Pojem *pyrotechnické slože*, zkráceně též „*pyroslož*“, lze považovat za technický název pro *pyrotechnické látky a směsi*.

⁵ Repetitorium (1) *Výbušniny jako zdroj rizika závažných havárií* (2021), zpracované v rámci řešeného projektu [5].

1.3.1 Slože skupiny 1 – výbušné

Do skupiny 1 patří *výbušné pyrotechnické slože* ve volném neslisovaném stavu, u nichž po aktivaci *může dojít k výbušnému rozkladu*⁶:

- a) slože určené pro dosažení zvukových a zábleskových efektů,
- b) slože zažehovací,
- c) slože zápalné s kyslíkatými solemi, např. chlorečnanové slože s obsahem nejméně 50 % chlorečnanu, slože dvousložkové na bázi kovových prášků (Al, Mg, Al-Mg, Zr apod.) a kyslíkatých solí a peroxidů jako okysličovadel.

Slože této skupiny jsou v Příloze č. 1 vyhlášky řazeny:

- slože v neslisovaném stavu do **třídy a skupiny nebezpečí AIII** (poř. č. 12)⁷;
- slože ve slisovaném stavu (a *výrobky*, které je obsahují) do **třídy nebezpečí B** (poř. č. 26).

1.3.2 Slože skupiny 2 – výbušné za mimořádných podmínek

Do skupiny 2 patří *výbušné pyrotechnické slože* ve volném neslisovaném stavu, u nichž po aktivaci *může dojít k výbušnému rozkladu jen za mimořádných podmínek* (např. při prudkém zvýšení tlaku plynů při jejich hoření):

- a) slože osvětlovací,
- b) slože světelné,
- c) slože stopovkové apod.

Slože této skupiny jsou v Příloze č. 1 vyhlášky řazeny:

- slože v neslisovaném stavu do **třídy nebezpečí B** (poř. č. 25);
- slože ve slisovaném stavu (a *výrobky*, které je obsahují) do **třídy nebezpečí B** (poř. č. 26).

1.3.3 Slože skupiny 3 – nevýbušné

Do skupiny 3 patří *pyrotechnické slože bez nebezpečí výbušného rozkladu*:

- a) slože bezplynné a máloplynné pro zpoždovače,
- b) termitové slože,
- c) slože skupiny 2 silně flegmatizované (např. dýmové slože).

⁶ Z chemického hlediska by se pravděpodobně dalo polemizovat o vhodnosti pojmu *výbušný rozklad* pro výbuch pyrotechnických složí; ten zpravidla probíhá formou vnitřní redoxní reakce ve hmotě výbušniny (s termochemickou produkcí energie), a nikoli formou skutečného rozkladu relativně nestabilní molekuly, jako je tomu typicky u třaskavin (podrobněji viz kap. 1.2 dokumentu [5]); nicméně uvedený předpis [7] v dané souvislosti používá pouze tento pojem.

⁷ Pořadové číslo nevyjadřuje nutně úroveň nebezpečnosti; ta je závazně dána pouze *třídou a skupinou nebezpečí* (viz § 2 vyhlášky).

Slože této skupiny jsou v Příloze č. 1 vyhlášky řazeny:

- do **třídy nebezpečí C** (poř. č. 38).

UPOZORNĚNÍ: Veškeré z výše uvedených složí nemusejí nutně představovat náplň nebo součást náplně pyrotechnických výrobků vymezených podle zákona o pyrotechnice [3].

1.3.4 Výroba a skladování pyrotechnických složí

Co se týče výroby a skladování pyrotechnických složí, jedná se o *výbušniny* (viz kap. 1.1.4 této zprávy), takže tyto činnosti, stejně jako *zpracování výbušnin*, plně podléhají působnosti zákona o výbušninách [4] a jeho prováděcích vyhlášek; zároveň požadavkům zákona o prevenci závažných havárií [1] v případě, pokud byl příslušný objekt zařazen do skupiny A nebo B podle tohoto zákona (viz též tab. 1 výše).

2 Pyrotechnické výrobky z hlediska ohrožení okolí

2.1 Výroba a použití

2.1.1 Výrobky pro použití ve vozidle

Pyrotechnické výrobky pro použití ve vozidle (sloužící zejména jako součásti systému airbagů nebo nouzových předepínačů bezpečnostních pásů) musejí vykazovat vysokou (mnohaletou) spolehlivost a funkční, tedy i chemickou stabilitu. Jako suroviny jsou pro ně proto vhodné pouze některé chemické látky, dodávané ve vysoké kvalitě a s odpovídajícím stupněm čistoty. Tomu odpovídá i vysoká technická a bezpečnostní úroveň výroby, zpravidla s vysokým podílem robotizace (minimalizace pracovníků obsluhy zařízení) a s minimálním obložením technologických zařízení resp. v budov. Z hlediska jak množství používaných pyrotechnických látek a směsí ve výrobě, tak její bezpečnosti, lze proto ohrožení okolí považovat za minimální.

2.1.2 Zábavní a divadelní pyrotechnika

Výroba těchto pyrotechnických výrobků probíhá prakticky výhradně v zahraničí, zpravidla i mimo Evropu. Bezprostřední ohrožení lidského zdraví (v extrémním případě života) zábavní příp. divadelní pyrotechnikou proto plyne převážně z jejího používání. K případům tohoto druhu (drobné i větší úrazy) dochází u zábavní pyrotechniky zejména v období silvestrovských oslav a bývají hojně medializovány; z použití divadelní pyrotechniky jsou známy případy, kdy např. některý z diváků byl zasažen dopadem žhavých zbytků pyrotechnického výrobku. U obou skupin pyrotechniky se prakticky vždy jedná o individuální nehody osob, jejichž velmi častou příčinou bývá porušení požadavků zákona o pyrotechnice [3], a to zejména:

- ze strany distributora resp. prodejce – nedodržením náležitostí prodeje pyrotechnických výrobků (jejich správné označení, vybavení návodem k použití příp. dalšími bezpečnostními pokyny, dodržení předepsané věkové hranice kupujících, dodržení doby použitelnosti, prodej stanovených výrobků pouze osobám s odbornou způsobilostí, apod.),
- ze strany provádějících osob – zejména nedodržením bezpečnostních náležitostí provádění ohňostrojů nebo ohňostrojných prací,
- ze strany uživatelů z řad veřejnosti – použitím pyrotechnického výrobku v rozporu s jeho stanoveným způsobem použití.

Události tohoto druhu ovšem nespádají do působnosti zákona o prevenci závažných havárií.

2.2 Skladování

2.2.1 Povolené způsoby skladování

V zákoně o pyrotechnice [3] je z hlediska *skladování pyrotechnických výrobků* (viz zejména § 26 - § 29 zákona) věnována pozornost především skladování „v malém“, jak také běžně odpovídá situaci prodejců zábavní pyrotechniky.

Podle tohoto zákona může *hospodářský subjekt*, tj. výrobce, dovozce, distributor (resp. prodejce) skladovat pyrotechnické výrobky v *příručním skladu*⁸ nebo prodávat a skladovat v *prodejní místnosti*, pouze pokud byly tyto prostory k tomuto účelu povoleny podle jiného právního předpisu⁹.

Mimo sklad nebo příruční sklad může hospodářský subjekt nebo osoba s odbornou způsobilostí skladovat nebo mimo prodejní místnost prodávat a skladovat pouze pyrotechnické výrobky kategorie F1.

Vzhledem k povoleným skladovaným množstvím (v *čisté hmotnosti výbušných látek*)¹⁰ i vzhledem k tomu, že toto skladování (samozřejmě s volným přístupem veřejnosti do prodejní místnosti) probíhá zpravidla mimo výrobní areál, *je zde uplatnění působnosti zákona o prevenci závažných havárií [1] prakticky vyloučeno.*

Což nemusí platit o skladování pyrotechnických výrobků ve skladech (viz kap. 2.2.2 níže).

Ovšem při jakémkoli z výše uvedených způsobů musí být pyrotechnické výrobky (jakékoli kategorie) skladovány (upraveno podle § 26 odst. 1 písm. a – f) zákona o pyrotechnice [3]):

- a) podle návodu k použití a označení a pokynů uvedených na výrobku nebo na nejmenším balení pyrotechnického výrobku určeného k prodeji nebo podle požadavků výrobce, nebo pokud jsou pyrotechnické výrobky skladovány v přepravních obalech, tak podle bezpečnostních označení a pokynů uvedených na přepravním obalu,*
- b) odděleně od hořlavých a hoření podporujících látek,*
- c) takovým způsobem, aby bylo zabráněno jejich samovolnému pádu a aby bylo zamezeno jejich neúmyslné iniciaci nebo zážehu,*
- d) v suchu a takovým způsobem, aby jejich teplota nepřesáhla 40 °C, pokud není v označení výrobku nebo bezpečnostních pokynech uvedených na výrobku nebo na nejmenším balení pyrotechnického výrobku určeného k prodeji uvedeno jinak,*
- e) v původních přepravních obalech výrobce nebo dovozce nebo v nejmenším balení pyrotechnického výrobku určeného k prodeji a*
- f) takovým způsobem, aby jejich neúmyslnou iniciací nebo zážehem bylo minimalizováno ohrožení života a zdraví osob nebo majetku, a aby skladovací podmínky neohrožovaly soulad výrobku se základními bezpečnostními požadavky na pyrotechnické výrobky.*

2.2.2 Skladování pyrotechnických výrobků ve skladech

Pro skladování pyrotechnických výrobků ve skladech zákon o pyrotechnice [3] stanovuje (viz § 28 zákona):

⁸ Sklad stavebně oddělený od prodejní místnosti.

⁹ Např. podle stavebního zákona [8].

¹⁰ V prodejní místnosti max. 80 kg, v příručním skladu dle různých stanovených podmínek nanejvýš 750 kg (podrobněji viz § 27 zákona o pyrotechnice [3]).

Není-li uvedeno jinak, skladují se pyrotechnické výrobky ve skladech povolených k tomuto účelu podle jiného právního předpisu¹¹ a současně splňujících požadavky, které stanoví ministerstvo prováděcím právním předpisem. Ministerstvo¹² vyhláškou stanoví úpravu jednotlivých stavebních částí skladu, vybavení skladu zařízením elektronické zabezpečovací signalizace, konstrukce stěn, přepážek, zárubní, dveří, výfukových ploch a střešních konstrukcí, povrchovou úpravu vnitřních stěn, stropu, podlah, požadavky na okolí skladu, **bezpečnostní vzdálenost a obložnost**, požární zabezpečení skladu včetně zákazu kouření a ochranu skladu před účinky vnějších vlivů.

Skladování pyrotechnických výrobků ve skladech a některé další náležitosti upravuje vyhláška č. 284/2016 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o pyrotechnice, ve znění pozdějších předpisů [9]. Mimo jiné jsou tak podrobněji stanoveny stavebně technické požadavky na sklad, na jeho zabezpečení, vybavení, ochranu před vnějšími vlivy a na způsob skladování pyrotechnických výrobků. V této souvislosti jsou v ustanovení § 6 odst. 2 písm. a)-i) vyhlášky uvedeny následující požadavky na skladování pyrotechnických výrobků ve skladu:

- a) ve skladu lze skladovat pyrotechnické výrobky zařazené do třídy nebezpečných věcí 1 a příslušných podtříd a skupin snášenlivosti v rozsahu odpovídajícím UN číslování pro pyrotechnické výrobky v souladu s Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR),
- b) pyrotechnické výrobky, které nesplňují požadavky písmene a), se skladují jako pyrotechnické výrobky zařazené do podtřídy 1.1 v souladu s Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR),
- c) společně lze skladovat pouze pyrotechnické výrobky zařazené do skupin snášenlivosti látek a předmětů v souladu s Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR), které jsou navzájem kompatibilní,
- d) pyrotechnické výrobky zařazené do různých podtříd v souladu s Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) se skladují odděleně tak, aby nedošlo k jejich záměně,
- e) teplota a vlhkost se udržuje tak, aby byly dodrženy podmínky stanovené pro skladování pyrotechnických výrobků v souladu s návodem výrobce,
- f) v případě skladování více typů pyrotechnických výrobků je rozhodující pyrotechnický výrobek s nejpřísnějšími podmínkami s tím, že současně nesmí být negativně ovlivněny skladovací podmínky ostatních pyrotechnických výrobků,
- g) výrobky se ukládají tak, aby bylo zabráněno jejich samovolnému pádu, přičemž výška skladovaných výrobků se určuje s ohledem na konstrukci a technické parametry udávané výrobcem podle nosnosti spodních vrstev obalů, nosnosti regálu a nosnosti skladu,

¹¹ Např. podle stavebního zákona [8].

¹² Ministerstvo průmyslu a obchodu, které vydalo vyhlášku č. 284/2016 Sb. [9].

- h) obaly se ukládají tak, aby byl umožněn snadný přístup k údajům na přepravním obalu jednotlivých pyrotechnických výrobků,*
- i) poškozené pyrotechnické výrobky se skladují odděleně na místě určeném hospodářským subjektem a zřetelně označené.*

V souvislosti s výše uvedenými ustanoveními a) a b), která se týkají skladování pyrotechnických výrobků s ohledem na jejich zatřídění (viz též § 6 odst. 2 prováděcí vyhlášky [9] zákona o pyrotechnice [3]), se sotva lze ubránit otázce, jak v Evropě mohou být připuštěny ke skladování pyrotechnické výrobky, které nesplňují požadavky na zatřídění dle ADR. Nicméně, stane-li se tak, ustanovení podle bodu b) má zřejmě plnit funkci jakési pojistky, neboť takové výrobky se pak skladují jako výrobky *podtřídy 1.1*, které (v rámci celé třídy 1) nejvýrazněji ohrožují okolí.

Pro sklady, v nichž jsou skladovány pyrotechnické výrobky *podtřídy 1.1* (dle ADR), platí zároveň *povinnost stanovovat bezpečnostní vzdálenosti* (podrobněji viz § 7 prováděcí vyhlášky [9] zákona o pyrotechnice [3], resp. kap. 3.2 tohoto dokumentu).

3 Pyrotechnické výrobky – havárie a jejich prevence

3.1 Základní principy

Z hlediska působnosti příslušných zákonů pro danou oblast lze opět připomenout přehled uvedený v tabulce 1 (viz výše kap. 1.1.4).

Analogicky s problematikou výbušnin se v případě *pyrotechnických výrobků* jako významné opatření pro ochranu okolí uplatňuje prostřednictvím obou zákonů jak *QD přístup*, tj. stanovení *bezpečnostních vzdáleností* (zákon o pyrotechnice [3]), tak *pravděpodobnostní přístup* (zákon o prevenci závažných havárií [1]).

Oba přístupy jsou blíže popsány v dokumentu [5]; z této problematiky je zde v dalším věnována pozornost pouze otázce bezpečnostních vzdáleností (viz níže kap. 3.2), která ve srovnání s výbušninami jeví u pyrotechnických výrobků některé odlišnosti. Poté jsou přiblíženy dvě závažné havárie vzniklé při skladování pyrotechnických výrobků (viz kap. 3.3 tohoto dokumentu).

3.2 Bezpečnostní vzdálenosti

3.2.1 Výpočet pro sklady

Jak již bylo uvedeno (viz kap. 2.2.2 tohoto dokumentu), prováděcí vyhláška [9] zákona o pyrotechnice [3] určuje, že bezpečnostní vzdálenosti se stanovují pro *sklady pyrotechnických výrobků* zařazených do **podtřídy 1.1** v souladu s dohodou ADR. Vyhláška zároveň uvádí (i když spíše implicitně) definici *bezpečnostní vzdálenosti*, kterou je (viz Příloha č. 2 vyhlášky): *nejmenší přípustná vzdálenost mezi skladem a okolní zástavbou, pozemními komunikacemi a železnicí*.

Pro účely výpočtu bezpečnostních vzdáleností zavádí vyhláška veličinu NEC^{13} (kg), tj. *Net Explosive Content*, tedy (čistě) množství výbušniny (netto) obsažené v pyrotechnickém výrobku; pro bezpečnostní vzdálenost používá symbol E (m). Výpočet má potom tvar (viz Příloha č. 2 vyhlášky):

- pro okolní zástavbu $E = 22 \cdot NEC^{1/3}$
- pro pozemní komunikace a železnice $E = 15 \cdot NEC^{1/3}$

Přítom bezpečnostní vzdálenost:

- se *nevztahuje* na příjezdové komunikace a objekty a stavby sloužící k provozu skladu (viz § 7 vyhlášky odst. 3),
- *nestanovuje* se pro sklady, v nichž se skladují pyrotechnické výrobky s celkovým obsahem nejvýše 100 kg NEC (viz § 7 vyhlášky odst. 2),
- a *nestanovuje se pro sklady pyrotechnických výrobků nezařazených do podtřídy 1.1 dle ADR.*

¹³ Totožné s alternativně používaným výrazem *NEQ – Net Explosive Quantity*.

Z právě uvedeného postupu stanovení bezpečnostních vzdáleností mezi skladem pyrotechnických výrobků a okolní zástavbou vyplývá, že příslušná vyhláška [9] vůbec nepočítá se stanovením bezpečnostních vzdáleností od jiných staveb než skladů, tedy např. od výrobních objektů (srov. úvodní větu v kap. 2.1.2 výše).

3.2.2 Porovnání výpočtů bezpečnostních vzdáleností

Jak již bylo uvedeno, zákon o výbušninách [4] ze své působnosti pyrotechnické výrobky v zásadě vylučuje; přesto se objevují v jeho prováděcí vyhlášce č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin [7], a to v tabulce v Příloze č. 1 vyhlášky, ve třídě nebezpečí B pod pořadovým číslem 26 a 27. Důvodem je bezpečnost jejich skladování: aby mohly být sklady pyrotechnických výrobků zařazeny do vhodné třídy a zohledněny jako ohrožená stavba při stanovování bezpečnostních vzdáleností od objektů určených pro nakládání s výbušninami.

Přítom třída B nebezpečí výbušnin je zároveň charakterizována jako:

Výbušniny neschopné hromadného výbuchu, při požáru vybuchují jednotlivě. Tlakový účinek je omezen na bezprostřední okolí, na stavbách v blízkém okolí vznikají jen malé škody. Vymršťované předměty mohou vybuchnout a tím přenášet požár a výbuch.

Zařazení pyrotechnických výrobků do třídy nebezpečí B¹⁴ umožňuje provést následující srovnávací výpočet příslušných bezpečnostních vzdáleností podle této vyhlášky (pro třídu nebezpečí B) a podle prováděcí vyhlášky [9] zákona o pyrotechnice [3], a to s využitím podkladů znázorněných v tab. 2; výsledný graf je uveden na obr. 1.

Z tohoto grafu (viz obr. 1) je zřejmé výrazné „zprísnění“ bezpečnostních vzdáleností od skladu pyrotechnických výrobků, pokud jsou stanoveny podle prováděcí vyhlášky¹⁵ č. 284/2016 Sb. [9] zákona o pyrotechnice [3], ve srovnání s výpočtem podle vyhlášky č. 99/1995 Sb. o skladování výbušnin [7].

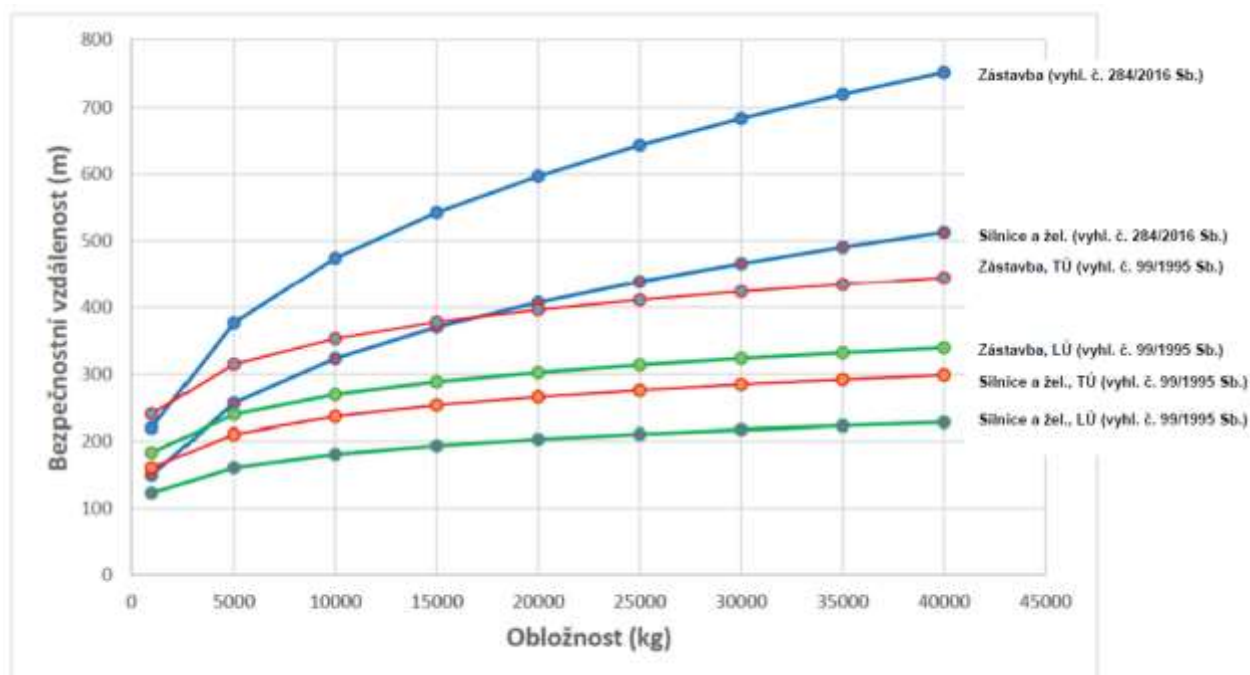
Je však třeba zdůraznit, že závazná pravidla pro pyrotechnické výrobky jsou zásadně dána specializovaným zákonem (o pyrotechnice [3]) resp. jeho prováděcí vyhláškou [9]. Provedený srovnávací výpočet podle vyhlášky o skladování výbušnin [7] proto představuje pouze nezávazný, pomocný ilustrativní příklad.

¹⁴ Pro výpočet bezpečnostní vzdálenosti (viz vyhláška [7]) od skladu třídy nebezpečí B se dále rozlišuje, jde-li o případ s *nebezpečím rozletu pouze lehkých, nebo těžkých úlomků*; což je respektováno i v tab. 2 a na obr. 1 níže.

¹⁵ Připomeňme, že tato vyhláška nařizuje stanovení bezpečnostních vzdáleností pouze v případě pyrotechnických výrobků třídy 1.1 dle ADR.

Tabulka 2: Podklady pro výpočet bezpečnostní vzdálenosti od skladu pyrotechnických výrobků

Výpočet podle prováděcí vyhlášky č. 284/2016 Sb. zákona o pyrotechnice			Výpočet podle vyhlášky č. 99/1995 Sb. o skladování výbušnin		
Sklad pyrotechnických výrobků			Sklad výbušnin třídy B		
Výpočetní vzorec	$E = k \cdot NEC^{1/3}$		Výpočetní vzorec	$S = k \cdot M^{1/6}$	
Ohrožený objekt	Koeficient k	---	Ohrožený objekt	Koeficient k (lehké úlomky)	Koeficient k (těžké úlomky)
okolní zástavba	22	---	obytné budovy mimo území provozovny	58	76
pozemní komunikace a železnice	15	---	silnice a železnice	39	51



Obr. 1: Bezpečnostní vzdálenost od skladu pyrotechnických výrobků pro zástavbu, silnice a železnice, se zohledněním lehkých (LÚ) a těžkých (TÚ) úlomků

3.3 Případy havárií při skladování

Typickou havárií skladu pyrotechnických výrobků je požár¹⁶, nelze však podceňovat (vedle tepelných účinků) jeho možné tlakové účinky. I když jejich nositelem je zpravidla spojitá tlaková vlna (tedy nikoli rázová vlna vyvolaná detonací¹⁷), její dopad na velké plochy budov může způsobit jejich destrukci v důsledku posuvného účinku na stěny či další stavební prvky.

Z nedávné historie je známo několik závažných havárií, ke kterým došlo ve skladových objektech zábavní pyrotechniky. Dále budou připomenuty události z nizozemského Enschede (2000) a z italského St. Angelo (2013).

Dostupné zdroje poskytují k oběma uvedeným případům informace rozdílné kvality a rozsahu, v obou případech však nedostatečné pro podrobnější závěry.

3.3.1 Holandsko, Enschede, 13. 5. 2000

Popis¹⁸

V důsledku malého požáru (příčina nevyšetřena, bylo zvažováno i žhářství), který začal v místě, kde v době mimo provoz neměly být žádné nebezpečné látky, došlo k následné explozi cca 100 t pyrotechnických výrobků (zřejmě mimoevropského původu) ve velkoskladu. Vzniklá tlaková vlna způsobila destrukční účinky až do vzdálenosti 30 kilometrů od centra výbuchu. Celkem byla postižena oblast 40 hektarů, bylo 22 mrtvých, 947 zraněných a cca 10 000 obyvatel bylo evakuováno. Bylo zničeno 293 domů, cca 50 obchodních a průmyslových budov a dále cca 15 000 domů bylo poškozeno. Celkové materiálové škody dosáhly výše 500 milionů USD.

Vyšetřováním bylo zjištěno skladování nadměrného množství výrobků, dále skladování výrobků o vyšší než povolené třídě nebezpečnosti a provádění činnosti mimo rozsah stanovený pro zacházení s pyrotechnickými výrobky.

Komentář

Uvedené závady lze přičíst *selhání lidského faktoru*, ať už z hlediska chování samotných provozních zaměstnanců nebo jejich nadřízených, kteří zřejmě nedostatečně kontrolovali průběh prací a vznik závad připustili.

Např. podle naší prováděcí vyhlášky [9] zákona o pyrotechnice [3] (viz též výpočet podle levé části tab. 2 v kap. 3.2.2 výše) by skladišti na 100 t pyrotechnických výrobků s klasifikací 1.1 odpovídala bezpečnostní vzdálenost vůči okolní zástavbě cca 1020 m. Destrukční účinky tlakové vlny jsou však z události v Enschede referovány až do vzdálenosti 30 kilometrů od centra výbuchu.

Nabízí se tedy spekulativní otázka, zda v rámci nesprávné klasifikace výrobků nebo „nepovolených činností“ se ve skladu příp. v jeho blízkosti nenacházely i výbušné předměty

¹⁶ V podstatě ovšem jde o explozivní hoření výbušnin; podrobněji viz dokument [5].

¹⁷ Ani její vznik však nelze zcela vyloučit; podrobněji viz dokument [5], zejména přechod hoření v detonaci.

¹⁸ Podle zdroje [10] a několika evropských tiskových zpráv z roku 2000.

nebo látky a směsi detonujícího charakteru, dále, pro jaké zařazení výrobků byly stanoveny bezpečnostní vzdálenosti od skladu (pokud vůbec), apod.

3.3.2 Itálie, St. Angelo, 25. 7. 2013

Popis¹⁹

K prvním třem explozím došlo v blízkosti dvou lehkých skladů (č. 4 a 5) hotových pyrotechnických výrobků. V té době tři zaměstnanci pomocí malého nákladáku převáželi výrobky ze skladu 4 do skladu 5. V důsledku explozí všichni zahynuli. Po 40 minutách došlo k explozi v dalším blízkém skladu (č. 8), tentokrát „výbušnin“ (tj. zřejmě sklad pyrotechnických složí). V důsledku této exploze zahynul čtvrtý zaměstnanec pohybující se v té době v ohroženém prostoru. Pátou obětí byl hasič, který byl zasažen letícím úlomkem při explozi ve skladu 8 a zemřel po třech měsících hospitalizace. Tato série výbuchů zničila celou výrobu a „rázové vlny“ výbuchů způsobily vážné poškození budov do vzdálenosti 500 m. Celková škoda byla odhadnuta na 1,5 mil. Euro.

Vyšetřovací komise došla k závěru, že iniciační událostí bylo nesprávné zacházení s výrobky během jejich přepravy mezi sklady 4 a 5. Dále byly na nástrojích v blízké garáži dodávek nalezeny stopy mechanicky velmi citlivých (zřejmě) zápalkových složí („products capable of setting off the explosive mixture contained in the cartridge“); tyto slože byly také nalezeny na dvoře výroby v blízkosti vchodu.

Pyrotechnické výrobky, které jsou iniciované zápalnicí až na místě použití, byly touto zápalnicí opatřeny již během skladování.

Běžnou praxí bylo, že ve skladech (zřejmě 4 a 5) byly uloženy výrobky zabavené (zřejmě prodejcem) policií z důvodů překročení doby jejich spotřeby; množstvím těchto výrobků (jejichž klasifikace nebyla známá) byla zároveň překročena povolená obložnost skladů.

Zaměstnanci obsluhy skladů propadli na základě dosavadní praxe přesvědčení o vysoké úrovni svých znalostí, která však vzhledem k vlastnostem skladovaných výrobků a materiálů byla nedostatečná.

Bylo konstatováno nedodržení bezpečnostních vzdáleností mezi objekty jak uvnitř areálu, tak navenek vůči veřejnosti.

Komentář

Na základě předloženého popisu lze upozornit na řadu závad v zacházení s pyrotechnickými výrobky nebo také nejasností:

- a) Došlo k výbuchům mezi sklady 4 a 5 během přepravy, tedy zřejmě na nákladním voze. Tento výbuch neinicioval další exploze přímo v obou objektech. Je tedy nepravděpodobné, že by přesto mohl způsobit explozi ve vzdálenějším skladu 8. Jak ale k ní došlo? Inicioval ji svým postupem třetí zaměstnanec? Šlo o partu zaměstnanců v pyrotechnickém podniku, kteří „nevěděli, co činí?“

¹⁹ Podle zdroje [11], zestručněno.

- b) Oni nebo někteří jim podobní zároveň nevhodně zacházeli se (zřejmě) zápalkovou složí? Proč ta se nacházela ve skladovém areálu zábavní pyrotechniky („fireworks“)? Byla tam ilegálně?
- c) Výrobky se zhoršenou kvalitou a stabilitou (zabavené policií) byly skladovány s ostatními.
- d) Bylo překročeno povolené obložení skladů.
- e) Nebyly dodrženy bezpečnostní vzdálenosti od objektů.

Závady a) až d) lze přičíst *selhání lidského faktoru*, ať už z hlediska chování samotných provozních zaměstnanců nebo jejich nadřízených, kteří zřejmě dostatečně neprověřovali znalosti pracovníků, možná ani neškolili (chybí informace o kvalitě písemných pracovních instrukcí), připustili přítomnost nedostatečně zabezpečených jiných, resp. v daném prostředí nestandardních výbušných materiálů (zápalková slož, prošlé pyrotechnické výrobky neznámé klasifikace), připustili překročení obložnosti.

Za *selhání lidského faktoru* na „vyšší úrovni“ lze považovat nedodržení bezpečnostních vzdáleností (závada e) vzniklé patrně již při výstavbě resp. při územním plánování, pravděpodobně z komerčních důvodů.

4 Použité informační zdroje

- [1] Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi, ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Nařízení (ES) č. 1272/2008, o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Zákon č. 206/2015 Sb., o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi, ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Zákon č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] *Výbušniny jako zdroj rizika závažných havárií*. Repetitorium základních informací (1). OPPZH, VÚBP, Praha, 2021.
- [6] DENKSTEIN J., STRNAD J., SVATOŠ L., ŠTEKL J., VÁVRA P.: *Technologie výbušnin*. VŠCHT, Pardubice, 1979.
- [7] Vyhláška Českého báňského úřadu č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin, ve znění pozdějších předpisů.
- [8] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [9] Vyhláška č. 284/2016 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o pyrotechnice, ve znění pozdějších předpisů.
- [10] Sluka V.: *Havárie; přednáška 2/5 pro posluchače FSv ČVUT*. Odborné pracoviště pro prevenci závažných havárií, VÚBP, v. v. i., Praha, březen 2017.
- [11] MAH Bulletin No. 8, Dec. 2015, European Union;
https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/46088_en/?lang=en