

URČENÍ INICIAČNÍHO ZDROJE V PRŮBĚHU ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČINY VZNIKU POŽÁRU A VÝBUCHU

DETERMINE THE SOURCE OF IGNITION DURING FIRE INVESTIGATION

Miroslava NEJTKOVÁ
miroslava.nejtkova@ioolb.izscr.cz

Došlo 15. 10. 2013, upraveno 11. 2. 2014, přijato 13. 2. 2014.

Dostupné na http://www.population-protection.eu/attachments/048_vol5n4_nejtkova.pdf.

Abstract

The paper deals with the issue of determining the ignition source. It is difficult to determine the cause of the fire. The fire scene is damaged by effect of explosion, fire and intervention by fire units. It is necessary to define a point of origin / an area of origin, combustible material that began to burn first, and a source of ignition. The paper provides an overview of ignition sources by CSN EN 1127-1 ed.2. The final section provides a procedure for determining the ignition source in relation to the cause of fire.

Key words

Fire, explosion, causes of fire, source of ignition.

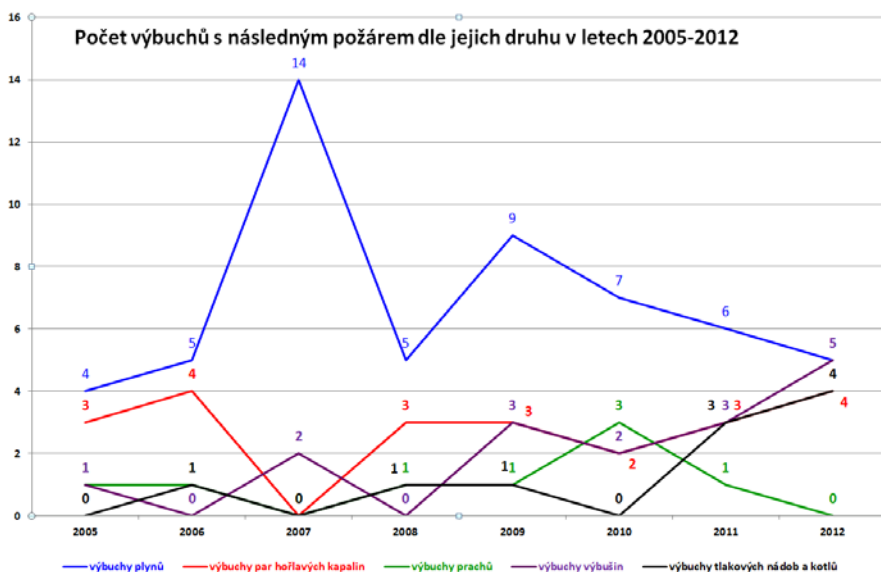
Úvod

Hasičský záchranný sbor („HZS“) kraje vykonává státní požární dozor podle § 26 odst. 2 písm. b) a § 31 zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů [1]. Zjišťování příčin vzniku požárů je jednou z forem státního požárního dozoru, která se vykonává jak u právnických osob, podnikajících fyzických osob, u ministerstev a jiných státních orgánů, u obcí, tak u fyzických osob. Podrobnosti ke zjišťování příčin vzniku požárů stanoví § 50 vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) [2]. Požárem se považuje každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy [2]. Za požár ve smyslu uvedené definice se také považují výbuchy směsi hořlavých plynů nebo par hořlavých kapalin či prachů s plynným oxidantem. Za požár se nepovažuje fyzikální výbuch, výbuch výbušnin, pokud nedojde k následnému hoření po výbuchu [3].

HZS České republiky rozděluje za účelem vedení statistického sledování událostí výbuchy podle podstaty na výbuch plynů, hořlavých kapalin, prachů,

výbušin a výbuchy tlakových lahví a kotlů (obr. č. 1). Od roku 2005 dochází k mírnému nárůstu výbuchů (obr. č. 2). V roce 2012 došlo celkem k 8 961 došetřovaným požárům a 11 531 požárů se základní evidencí. V 18 případech se jednalo o výbuchy, kdy byla usmrcena jedna osoba, zraněno 21 osob a přímá škoda se vyšplhala na 9,961 mil. Kč [4]. Nejčastějším typem výbuchů jsou jednoznačně výbuchy plynů a za nimi následují výbuchy par hořlavých kapalin. Nejčastější příčinou výbuchu je bez ohledu na oblast výskytu lidská nedbalost.

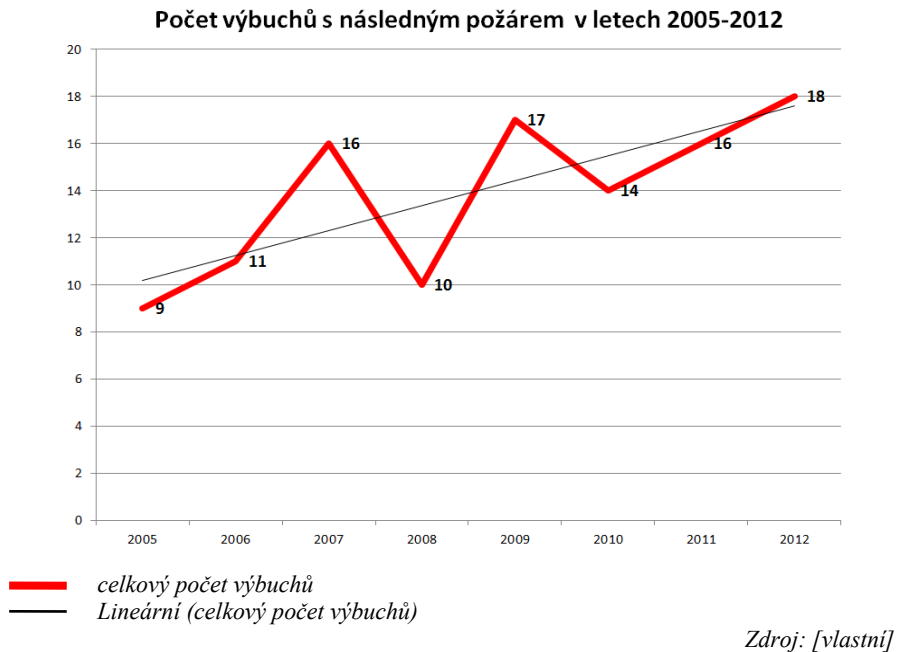
Přestože z pohledu statistiky jde o téměř zanedbatelný počet událostí (0,2 % došetřovaných požárů v roce 2012), jedná se o požáry, při nichž jsou kladeny na vyšetřovatele požárů požadavky na specifické znalosti a vědomosti. Důležitým faktorem majícím vliv na obtížnost šetření příčiny výbuchu je samotné poškození místa vzniku události. Poškození místa události bývá způsobeno nejen účinky výbuchu, následným požárem, ale i zásahem jednotek požární ochrany. Taktéž zde vystupuje faktor četnosti, kdy může nastat situace, že vyšetřovatel nemá žádné praktické zkušenosti s vyšetřováním tohoto typu požáru.



Zdroj: [vlastní]

Obr. 1

Počet výbuchů dle druhu v letech 2005-2012 dle statistiky HZS České republiky



Obr. 2

Počet výbuchů v letech 2005-2012 dle statistiky HZS České republiky

1. Postup pro zjištění příčiny vzniku požáru, resp. výbuchu

Základním požadavkem, aby mohlo dojít k požáru, je přítomnost hořlavé látky, iniciačního zdroje a oxidačního prostředku (tzv. hořlavý trojúhelník – obr. č. 3), které musí být ve vzájemné kombinaci. Energie iniciačního zdroje musí být dostatečná natolik, aby byla schopna zapálit hořlavou látku v daném prostředí (volný/vázaný kyslík). V případě výbuchu se tzv. hořlavý trojúhelník přeměňuje na výbušný pentagon, kde se objevuje i vliv daného prostředí (tvar nádoby) a disperze částic (obr. č. 4).

Za účelem určení příčiny vzniku požáru, resp. výbuchu je nutné shromáždit veškeré potřebné údaje k dané mimořádné události. Shromážděné informace je nutné zanalyzovat a zhodnotit. Teprve pak lze vypracovat reálné verze příčin vzniku požáru (hypotézy). Ve fázi ověřování verze příčiny vzniku požáru musí vyšetřovatel požárů vycházet ze zjištěných údajů a informací. Nesmí zaměňovat zjištěné informace s předpoklady či spekulacemi. Taktéž nesmí přizpůsobovat zjištěné skutečnosti navrženým verzím.

Zhodnocení hypotézy probíhá srovnáváním předpokládaného průběhu požáru, resp. výbuchu (scénář průběhu) se zjištěnými skutečnostmi na požářišti.

Zhodnocení se provádí pro všechny navržené verze. Při procesu ověřování verzí musí docházet k postupnému vylučování jednotlivých verzí na základě zjištěných důkazů než na jejich neexistenci. Jestliže verze nevyhoví, může být vyloučena a ověřuje se další verze. Může nastat i situace, že žádná navržená verze nebude zcela odpovídat možnému scénáři požáru, tedy je to doba, kdy je nutné opět sesbírat data, případně je doplnit a provést nové zhodnocení a navržení nových reálných verzí požáru. V případě, že existuje další verze, která vysvětluje průběh a poškození požárem stejně dobře jako předchozí, je nutné provést podrobnější zhodnocení. Tento postup se opakuje až do přezkoušení všech dostupných verzí. V ideálním případě zůstane pouze jediná verze, která odpovídá všem skutečnostem, a je zároveň jedinou možnou příčinou vzniku požáru. Obecný postup, který uvádí NFPA 921 [5], je znázorněn na obr. č. 5.



Zdroj: [vlastní]

Obr. 3
Hořlavý trojúhelník



Zdroj: [vlastní]

Obr. 4
Výbušný pentagon



NFPA921:2011

Zdroj: [5]

Obr. 5
Vědecký postup při stanovení příčiny vzniku požáru dle NFPA 921

2. Iniciační zdroj

Iniciační zdroj je obecně jakýkoliv zdroj s dostatečnou energií pro iniciaci konkrétní látky či směsi za daných podmínek. V případě hodnocení iniciačního zdroje se nesmí zapomínat na četnost výskytu zdroje iniciace. Zdroj iniciace se může vyskytovat trvale nebo často, zřídka či velmi zřídka. Taktéž je nutné zhodnotit výskyt iniciačního zdroje z pohledu provozu, zda se vyskytuje běžně při běžném provozu, či pouze při selháních či výjimečných selháních.

Norma ČSN EN 1127-1 ed. 2 (38 9622) výbušná prostředí – Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika [6] uvádí základní rozdělení iniciačních zdrojů do několika skupin (tab. č. 1).

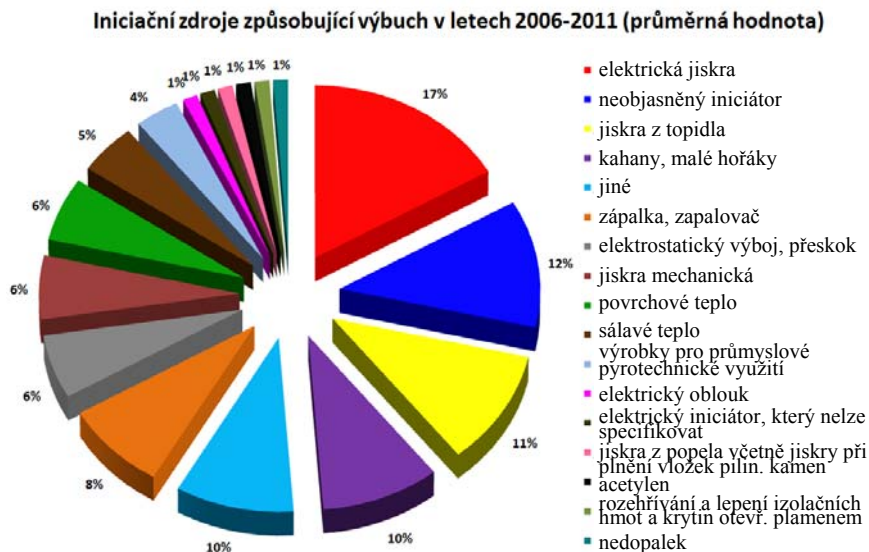
*Tabulka 1
Možné zdroje vznícení*

Pol.	Iniciační zdroj	Nejčastější forma výskytu
1	Horké povrchy	Plochy topných těles – radiátory, sušárny, topné spirály, ale i třecí plochy (spojky, brzdy, ložiska)
2	Plameny a horké plyny (včetně horkých částic)	Svařování, řezání, ale i vzniklé jiskry
3	Mechanicky vznikající jiskry	Tření dvou těles o sebe – kamenů, kovových hmot, broušení, nárazy zkorodovaných a lehkých kovů a jejich slitin
4	Elektrická zařízení	Elektrické jiskry a horké povrchy vzniklé při zapínání a vypínání elektrických obvodů, při uvolněných spojích, zařízení na velmi nízké napětí
5	Rozptylové elektrické proudy, katodová ochrana proti korozi	Zpětné proudy v zařízeních pro výrobu energie, výsledek magnetické indukce, následek zkratu při poruchách el. zařízení
6	Statická elektřina	Vznik trsových výbojů u nabitých částí vyrobených z nevodivých materiálů
7	Úder blesku	Atmosférický výboj
8	Radiofrekvenční elektromagnetické vlny od 10^4 Hz do 3×10^{11} Hz	Rozhlasové vysílače, průmyslové nebo lékařské vysokofrekvenční generátory určené např. k ohřevu, kalení, svařování, řezání
9	Elektromagnetické vlny od 3×10^{11} Hz do 3×10^{15} Hz	Laserová zařízení, zdroje světla
10	Ionizující záření	Zejména u radioaktivních látek, Roentgenových trubic, vznik při chemické reakci, radiolýza vody
11	Ultrazvuk	Ultrazvuková zařízení
12	Adiabatická komprese a rázové vlny	V potrubí kompresorů, v potrubích, přírubách, uzavřených ventilech při náhlém uvolnění vysokotlakých plynů
13	Exotermická reakce včetně samovznícení prachů	Samovznícení pyroforických látek se vzduchem, alkalických kovů s vodou, samovznícení hořlavých prachů, krmných směsí, organických biologických materiálů, organických peroxidů, polymerační reakce

Jiné rozdělení iniciačních zdrojů lze najít v literatuře [7], kde jsou rozděleny do těchto skupin:

- primární iniciační zdroje (sirky, zapalovače, hořáky, svíčky),
- sekundární iniciační zdroje (horké povrchy, tření, záření, chemická reakce),
- zařízení (plynová, elektrická, olejová zařízení zejména určená k topení, ohřevu a vaření, kamna),
- horké částice (odlétnuté jiskry z krbů, komínů, ohnišť, dlouhodobé tepelné namáhání, horké kovy, mechanické jiskry, vojenská munice),
- kouření,
- samovznícení,
- další zdroje zapálení (blesk, osvětlení, nabíjecí baterie, činnost zvířat).

Pro účely statistiky rozděluje HZS České republiky iniciátory do osmi skupin. Jedná se o tyto skupiny: elektrické iniciátory, jiskry a žhavé částice, povrchové a sálavé teplo, skupina svařování řezání, rozehrívání a lepení, dále samovznícení, otevřený oheň. Poslední skupinu tvoří nedošetřované či neobjasněné iniciátory. Dle statistiky HZS České republiky [4] patří mezi nejčastější iniciační zdroj způsobující výbuch elektrická jiskra. Na obr. č. 6 je znázorněno průměrné zastoupení iniciačních zdrojů v letech 2006-2011, které způsobily výbuch.



Zdroj [vlastní]

Obr. 6

Iniciační zdroj způsobující výbuch v letech 2006-2011

3. Zhodnocení navržené verze – určení iniciačního zdroje

Po shromáždění potřebných informací se přistupuje k ověřování navržených verzí příčiny vzniku požáru. Ve fázi ověřování je nutné zhodnotit všechny možné vyskytující se iniciační zdroje ve vztahu k látkám, které se nacházely na místě události. Prvním krokem by mělo být zhodnocení samotného výskytu možných iniciačních zdrojů. Nejrychlejší zhodnocení výskytu iniciačních zdrojů je možné provést pomocí jednoduché otázky „Byl přítomen tento iniciační zdroj?“ a odpovědi typu „ANO/NE“. Aby se předešlo opomenutí některého z možného iniciačního zdroje, jeví se zde vhodnost využití seznamu jednotlivých iniciačních zdrojů uvedených v ČSN EN 1127-1 ed. 2 (38 9622) [6].

Druhým krokem je zhodnocení kombinace možných iniciačních zdrojů a vyskytujících se hořlavých látek.

U hodnocení iniciačních zdrojů je nutné porovnávat podmínky, které byly v době vzniku události přítomny, tzn. pro konkrétní látku, její skupenství, množství, formu, ale i velikost části, vlhkost apod. Je nutné zohlednit taktéž vnější podmínky, jako je teplota, tlak, proudění vzduchu apod. Iniciační zdroj je schopný iniciovat hořlavou látku, pokud:

$$\begin{aligned} E_{IZ} &> MIE \\ T_{IZ} &> T_{\min} \\ \tau_{IZ} &> \tau_{\min} \end{aligned}$$

Kde: E_{IZ} – energie iniciačního zdroje [J],

MIE – minimální iniciační energie [J],

T_{IZ} – teplota iniciačního zdroje [°C],

T_{\min} – minimální teplota vznícení oblaku usazené vrstvy prachu/ rozvířeného prachu [°C],

τ_{IZ} – doba, po kterou iniciační zdroj vyšší teplotu než T_{\min} ,

τ_{\min} – indukční doba (přípravná doba hořlavého nebo výbušného souboru ke vznícení) [s, ms].

Na základě znalostí vlastností iniciačních zdrojů lze přistoupit ke zhodnocení konkrétního iniciačního zdroje s konkrétní vyskytující hořlavou látkou. Vyšetřovatel požárů by si měl pro určení iniciačního zdroje položit základní otázky:

- 1) Je iniciační zdroj schopen zapálit hořlavou látku?
- 2) Byl tento iniciační zdroj dostatečně blízko hořlavé látky, aby jej byl schopen zapálit?
- 3) Existuje nějaký důkaz iniciace?
- 4) Existuje způsob rozšíření z první hořící látky na ostatní látky? [7]

Pro přehledné znázornění zhodnocení vztahu iniciačního zdroje a hořlavé látky se jeví jako vhodné řešení vytvoření matice iniciačních zdrojů a hořlavých látek (paliva). V případě, že vyneseme do sloupců palivo a do řádků iniciační zdroje a zároveň odpovíme na předešlé čtyři otázky, vznikne nám přehled zdrojů, které můžeme vyloučit, které iniciační zdroje jsou možné a pro které musíme

doplnit vstupní data. Příklad matice iniciačních zdrojů a hořlavých látek je uveden na obr. č. 7.

Hořlavé látky	Asfalt	Koks	Pyroforické přísady síry
Iniciační zdroj			
Horké povrchy - topných hadů	Ne - - -	Ne - - -	Ne - - -
Plameny a horké plyny (včetně horkých částic) – otevřený plamen (sirka, zapalovač)	Ne Ne Ne Ne	Ano Ne - -	Ano Ne - -
Plameny a horké plyny (včetně horkých částic) - nedopalek	Ne Ne - -	Ano Ne - -	Ano Ne - -
Exotermická reakce - chemické	Ne - - -	Ano Ano - Ano	Ano Ano - Ano

Zdroj: [vlastní]

Obr. 7

Příklad matice iniciačních zdrojů a hořlavých látek

Při ověřování navržené verze se zhodnocuje možný scénář šíření požáru pro konkrétní iniciační zdroj, hořlavou látku, oxidovadlo. Zhodnocují se předpokládané následky pro daný scénář požáru se zjištěnými skutečnostmi na místě události. Jedná se zejména o zanalyzování a zhodnocení zdroje vznícení a následného vznícení dalších hořlavých látek. Dále se zhodnocují vzniklé ohniskové příznaky, vektorizace tepla a plamene ve vztahu k prostoru, směry šíření požáru, kde požár probíhal, rozmístění jednotlivých předmětů v daném prostoru, vnější podmínky (teplota, tlak, vlhkost apod.), vliv přítomnosti a proudění vzduchu. Mezi typické následky výbuchu patří účinky způsobené rázovou, tlakovou vlnou, plameny, odlétnutými fragmenty a seismické účinky. V případě výbuchu dále zhodnocujeme následky výbuchu - zranění osob, poškození budov a zařízení, vliv rázové/tlakové vlny, plamenného hoření a horkých plynů, tepelného záření, následky tlakové a seismické vlny, vliv odletů fragmentů apod. Pro komplexní posouzení účinků výbuchu je vhodné provést zakreslení do mapových podkladů nejen místa doletu fragmentů, ale i zakreslení výbuchových izokřivek.

Následky výbuchu závisí zejména na chemických a fyzikálních vlastnostech látky, množství výbušné atmosféry, iniciačním zdroji (velikosti, umístění,...), prostorovém omezení (tvar nádoby, volné prostranství, geometrie okolních předmětů, dispozice v prostoru, větrání,...), ale i na vlastnostech

konstrukcí objektu, zařízení (pevnost, odolnost proti tlaku a rázu, vybavení terciální protivýbuchovou ochranou).

Závěr

Při zjišťování příčiny vzniku požáru a výbuchu je nutné provést důkladný sběr vstupních dat a provést jejich zhodnocení. Je nezbytné samostatně zhodnotit nejen výskyt hořlavé látky, iniciačního zdroje, ale provést zhodnocení i v jejich vzájemné souvislosti. Jen tak je možné dojít ke správným výstupům. Místo po požáru či výbuchu je zpravidla velmi poškozeno, často se na místě události již iniciační zdroj nenachází, přesto je možné se pomocí stanovených postupů dopracovat až k první látce, která hořela, a jejímu iniciačnímu zdroji. Úkolem vyšetřovatelů požárů je taktéž zhodnocení chybějícího iniciačního zdroje na místě události.

Literatura

- [1] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).
- [3] Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky č. 46 ze dne 7. října 2013, kterým se stanoví postup Hasičského záchranného sboru České republiky při zjišťování příčin vzniku požárů.
- [4] Statistické ročenky HZS České republiky 2005-2012.
- [5] NFPA 921. *Guide for fire and explosion investigation*, 2011.
- [6] ČSN EN 1127-1 ed. 2 (38 9622) Výbušná prostředí – Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika: 2012.
- [7] DEHAAN, John D. a ICOVE, David J. *Kirk's fire investigation*. 7. vyd. Brady, 2012. ISBN 978-0-13-508263-8.