

Určení iniciačního zdroje v průběhu zjišťování příčiny vzniku požáru a výbuchu

Determine the source of ignition during fire investigation

Miroslava Nejtková

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou určení iniciačního zdroje. Na místě události je těžké určit příčinu vzniku požáru či výbuchu, neboť stopy jsou poškozeny účinky výbuchu, tepelným namáháním a zásahem jednotek požární ochrany. Pro určení příčiny vzniku požáru je nutné určit kriminalistické ohnisko, určit hořlavou látku, která začala jako první hořet, a určit iniciační zdroj. V příspěvku je uveden přehled iniciačních zdrojů dle ČSN EN 1127-1 ed. 2. V závěrečné části je uveden postup určení iniciačního zdroje ve vztahu k příčině vzniku požáru.

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 ČSN EN 1127-1 ed.2. The final section provides a procedure for determining the ignition source in relation to the cause of fire.

Klíčová slova

požár, výbuch, příčina vzniku požáru, iniciační zdroj

Keywords

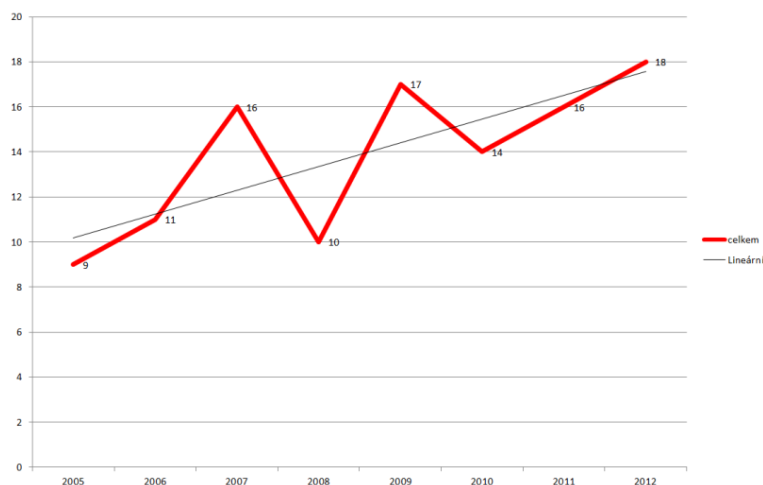
fire, explosion, causes of fire, source of ignition

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 výbušin, pokud nedojde k následnému hoření po výbuchu [3].

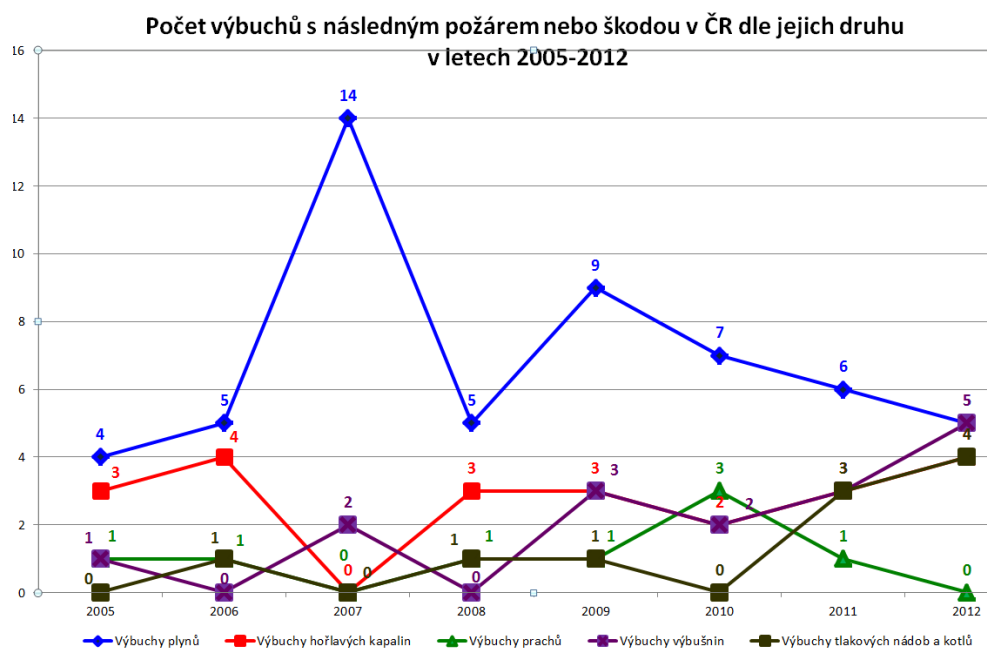
V roce 2012 došlo celkem k 8 961 došetřovaným požárům a 11 531 požárům se základní evidencí. V 18- ti případech se jednalo o výbuchy, kdy byla usmrcena jedna osoba, zraněno 21 osob a přímá škoda se vyšplhala na 9,961 mil. Kč [4]. Od roku 2005 dochází k mírnému nárůstu výbuchů (obr. č. 1). HZS České republiky rozděluje za účelem vedení statistického

sledování událostí výbuchy podle podstaty na výbuch plynů, hořlavých kapalin, prachů, výbušnin a výbuchy tlakových lahví a kotlů (obr. č. 2).



Obrázek č. 1: Počet výbuchů v letech 2005-2012

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 2: Počet výbuchů dle druhu v letech 2005-2012

Zdroj: vlastní zpracování

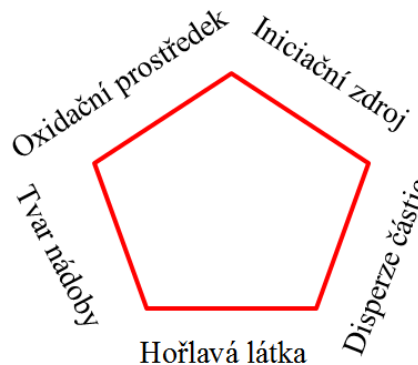
1. Postup pro zjištění příčiny vzniku požáru, resp. výbuchu

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).



Obrázek č. 3: Hořlavý trojúhelník

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 4: Výbušný pentagon

Zdroj: vlastní zpracování

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 ve srovnávání 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.



NFPA921:2011

Obrázek č. 5: Vědecký postup při stanovení příčiny vzniku požáru dle NFPA 921

Zdroj: [5]

2. Iniciační zdroje

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 č. 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 trubíc, 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

Zdroj: [6]

Jiné rozdělení iniciačních můžeme najít v literatuře [7], kde iniciační zdroje 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. V případě výbuchů v letech 2006-2011 patřila elektrická jiskra k nejčastějším příčinám (17%), 12% případů neměl objasněný iniciátor, v 11 % se jednalo o jiskru z topeniště, v 10 % o kahany a malé hořáky, v 10 % jiné iniciátory, 8% zápalky a zapalovače. Po 6 % byly zastoupeny iniciátory elektrostatický výboj, mechanická jiskra a povrchové teplo, s 5 % sálavé teplo a 4% výrobky pro průmyslové pyrotechnické využití. [4]

3. Zhodnocení navržené verze – určení iniciačního zdroje

Prvním krokem by mělo být zhodnocení výskytu možných iniciačních zdrojů. Nejrychlejší zhodnocení výskytu iniciačních zdrojů je možné provést pomocí jednoduché otázky „Byl přítomen tento iniciační zdroj?“ a odpovědí typu „ANO/NE“.

Druhým krokem by mělo být zhodnocení kombinace možných iniciačních zdrojů a vyskytujících se hořlavých látek. Vyšetřovatel požárů by si měl pro určení iniciační 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? [6]

U hodnocení iniciačních zdrojů se nutně 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 schopný iniciovat hořlavou látku, pokud $E_{IZ} > MIE$, $T_{IZ} > T_{min}$, $\tau_{IZ} > \tau_{min}$.

Pro toto zhodnocení se jeví vhodné 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. 6.

HL	Asfalt	Koks	Pyroforické přísady síry
IZ			
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

Obrázek č. 6: Příklad matice iniciačních zdrojů a hořlavých látek

Zdroj: vlastní zpracování

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 skutečностями 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 (teplo, 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. 3 ze dne 14. ledna 2011, 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] DEHANN, J., D., ICOVE, D., J., *Kirk's Fire investigation*, Brady, 7 th editon, Brady, 2012, 7 th edition, ISBN:978-0-13-508263-8

Kontakt:

Ing. Miroslava Nejtková
MV-GŘ HZS ČR,
Institut ochrany obyvatelstva,
Na Lužci 204
533 41 Lázně Bohdaneč
email: miroslava.nejtkova@ioolb.izscr.cz