

# EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ TEPLOT PRSKAVEK

## EXPERIMENTAL MEASUREMENT SPARKS TEMPERATURE

Miroslava NEJTKOVÁ  
miroslava.nejtkova@ioolb.izscr.cz

### Abstract

*Sparklers are used mainly during Christmas period, but often also during other celebrations. Sparklers burn at a very high temperature. The aim of the experiment was to find out whether burning sparklers or its flying sparks are able to ignite other objects in their vicinity. The paper presents conclusions from the experimental measurements focused on the surface temperature of sparklers and their potentiality to ignite other objects when glowing sparks shoot off in all directions or during the deposition of a burning sparkler.*

### Key words

*Initiation, fire, sparkles, surface temperature.*

## 1 Úvod

Prskavky patří do skupiny zábavních pyrotechnických výrobků [1], kategorie F1 [2]. Do této kategorie patří výrobky, které představují velmi malé nebezpečí a mají zanedbatelnou hladinu hluku a jsou určeny pro použití v uzavřených prostorech i uvnitř obytných budov. Prskavky se nejčastěji používají v době Vánoc, případně při narozeninových oslavách. Na trhu je možné sehnat prskavky různých délek, ale i tvarů (hvězdy, vánočního stromku apod.).

Cílem tohoto příspěvku je seznámit s výsledky experimentu zaměřeného na zjištění, zda prskavky jsou dostatečný iniciační zdroj pro iniciaci požáru různých látek.

## 2 Experiment

Experiment měl simulovat reálné situace s nahodilou manipulací s hořící prskavkou. Je velmi reálné, že požáry vzniklé od prskavek vznikají jejich odložením na různé materiály, předměty či přímo do nich. V průběhu manipulace mohou být odhozeny do blízkého okolí, takže mohou prakticky dopadnout, jakkoliv na kterýkoliv druh povrchu. Při neopatrné manipulaci může dojít ke krátkodobému dotyku hořící prskavky např. s oblečením, a to nejen vně budov a staveb, ale i v interiérech. Z tohoto důvodu experiment probíhal při různých teplotách okolního vzduchu cca 28 °C, 22 °C a 5 °C a byl zaměřen na chování prskavek při kontaktu s hořlavými materiály. K experimentu byly dodány prskavky různých výrobců, resp. dovozců (SHANGLI SUNSONG IMPORT /dovozce PYROCO; výrobce PANTA; dovozce NORA; výrobce PYROCO a dále volně ložené prskavky neznámého výrobce). Testování byly podrobeny prskavky různých délek: 16 cm, 28 cm, 70 cm a 90 cm.

Průběh všech měření byl zaznamenáván prostřednictvím termokamer (FLUKE Ti32 a Ti400), videokamer, současně byly pořizovány digitální fotografie. Jelikož teplota plamene hořící prskavky se měnila při velmi krátkém časovém úseku, nebylo možné využít termočlánky typu K. Termografické záznamy byly vyhodnoceny prostřednictvím speciálního software (SmartView 3.15, SmartView 4.3) s cílem určení dosažených teplot v průběhu celého záznamu experimentu.

Jako zkoušené materiály byly použity tyto výrobky: vánoční řetěz, dva druhy balicího papíru, skartovaný papír, flauš, tepláky ze 100% bavlny, dětská rukavička, textilie používané v dětském kočárku, vánoční ozdoby slaměné, vánoční ozdoby plastové (více druhů), PET lahve, polystyren, PVC krytina, koberec, utěrka a plát vepřového sádla. Jako vzorky byly použity dále větvičky umělého vánočního stromku, tuje a stříbrného smrku (s různými stupni vyschnutí). K měření schopnosti iniciace zkušebních vzorků byly použity pouze prskavky v délce 16 cm.

Experiment byl rozložen do tří částí:

- 1) Stanovení maximální povrchové teploty hořících prskavek umístěných v různých polohách, stanovení povrchových teplot v závislosti na čase odhořívání, maximální vzdálenost odletu hořících jisker od svisle umístěné prskavky (teplota okolí 22 °C, resp. 5 °C).
- 2) Stanovení iniciačního potenciálu hořící prskavky a odlétnutých jisker zapálit zkušební vzorky (teplota okolí 28 °C, resp. 22 °C):
  - při bezprostředním kontaktu,
  - při položení hořící prskavky do/na zkušební vzorek,
  - při položení uhaslé prskavky zapálit zkušební vzorky.
- 3) Schopnost hořící prskavky iniciace ozdobeného vánočního stromku.

Tento příspěvek uvádí závěry z experimentálního měření první a druhé části.

## 2.1 Požárně technické charakteristiky

Požárně technické charakteristiky zkoušených vánočních prskavek ve zkušební laboratoři nebyly měřeny, neboť toto nebylo předmětem zadání experimentu. Dle poskytnutých výsledků [3] akreditované zkušební laboratoře byla stanovena u prskavek teplota vzplanutí 410 °C, doba do vzplanutí 102 s, teplota vznícení 415 °C a doba do vznícení 103 s dle zkušební metody ČSN 64 0149. Dle výsledků [4] byly podrobeny testování vánoční prskavky délky 10 cm, 28 cm a 70 cm se složením hořlavé hmoty (nános): 50 % dusičnanu barnatého, 6 % pyrohliníku, 5 % kaolinu, 25 % ocelových a litinových pilin a 10 % dextrinu. Dle dostupných bezpečnostních listů [5, 6] a výsledků [4] se nejedná o shodné složení prskavek.

Před samotným experimentem byly prskavky změřeny a zváženy. V případě, že se jedná o prskavku označenou 28 cm, číslo neuvádí délku nános, ale délku kovového nosného drátu. Měřením bylo zjištěno, že jednotliví výrobci nanášejí různou délku nános, a tedy i prskavky mají rozdílnou hmotnost. V tabulce č. 1 jsou uvedeny rozdíly vybraných prskavek délky 28 cm a 40 cm.

*Tabulka 1  
Parametry prskavek*

Délka prskavky [cm]	Délka nános prskavky [cm]	Hmotnost prskavky [g]
28	17,5	5,84
28	15	3,85
40	29	18,54
40	23	8,98

*[zdroj: vlastní]*

### 3 Vybrané výsledky experimentu

Zde jsou uvedeny nejdůležitější závěry z experimentálního měření:

- Prskavky kratší délky dosahují absolutně vyšší teploty hoření než prskavky delší. Naměřené maximální teploty hořících prskavek se pohybují od 800 °C do 1 020 °C. V tomto teplotním intervalu se nacházely zkoušené prskavky bez ohledu na výrobce. Taktéž v tomto intervalu se nacházely naměřené hodnoty pro prskavky zkoušené v různých polohách.
- Přestože prskavky mají různou délku a množství nánosu na kovovém drátu, dosažené povrchové teploty jsou pro danou délku prskavku obdobné.
- U prskavek délky 16 cm byly naměřeny maximální teploty pohybující se v teplotním intervalu 800 °C až 1 000 °C. Doba trvání hoření prskavky se pohybovala průměrně do 40 s.
- U zkoušených hořících prskavek dopadaly odletující hořící částice do vzdálenosti max. 20 cm od svislé osy hořící prskavky. Tyto nebyly schopny zapálit ani průklepový papír.
- Teplota odhořelé části prskavky velice rychle klesá až na hodnoty pod 100 °C.
- Okolní teplota měla vliv zejména na rychlost chladnutí drátu prskavky. Chladnější prostředí způsobovalo rychlejší ochlazování kovového drátu.
- Iniciační energie jisker se potvrdila pouze u slaměné ozdoby. Po přiblížení prskavky na vzdálenost cca 1 cm od vzorku došlo k jeho vzplanutí a rozhoření.
- U vzorku vyschlých šišek došlo po přiblížení prskavky na vzdálenost cca 1 cm po dobu cca 5 s ke vzplanutí a následnému uhasnutí plamene. Ostatní materiály na jiskry obvykle nereagovaly a pouze v ojedinělých případech došlo k mírnému natavení nebo uhelnatění povrchu vzorku (vnitřní strana textilie dětského kočárku, utěrka, polystyren).
- Položení hořící prskavky na vzorek mělo za následek hoření s dalším samovolným rozvojem plamene zejména u vánočního řetězu, dekorativní červené maše, malých plastových baněk, suché utěrky, dětské rukavičky, odpadu simulovaného jemně řezaným papírem.
- Při položení hořící prskavky na větvíčku umělého vánočního stroměčku došlo pouze k uhelnatění umělého jehličí, nedošlo k plamennému hoření.

Tabulka 2

Výsledky měření hořících prskavek – komparace nejkratší a nejdelší zkoušené prskavky, vodorovná poloha

Prskavka délky	Max. naměřená teplota $T_{\max}$ [°C]	Max. teplota 1 cm od dolního konce prskavky [°C]	Doba trvání hoření prskavky [s]	Teplota dolního konce prskavky v době odhoření [°C]	Průměrná doba hoření [s]
Délka 16 cm	1 001	800	do 50	pod 50	do 40
Délka 90 cm	1 020	730	do 240	pod 30	do 245

[zdroj: vlastní]

Tabulka 3

Vybrané výsledky měření hořící prskavky délky 16 cm – svislá poloha

Doba odhořívání [s]	1	10	20	30	40	50	60
$T_{\max}$ [°C]	260,0	1001,3	963,4	999,7	892,9	450,9	286,2
Teplota dolního konce [°C]	260,0	103,3	75,0	52,0	42,5	33,5	29,9

[zdroj: vlastní]

*Tabulka 4*  
*Vybrané výsledky měření hořící prskavky délky 90 cm – vodorovná poloha*

<b>Doba odhořívání [s]</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>75</b>	<b>90</b>
T max. [°C]	260	765,2	720,5	754,8	863,3	893,6	829,9	931,6
Teplota dolního konce [°C]	260	203,3	155,5	127,9	79,9	145,5	121,7	101,1
<b>Doba odhořívání [s]</b>	<b>105</b>	<b>120</b>	<b>140</b>	<b>160</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>240</b>
T max.	976,3	1 017,8	1007,8	980,8	940,3	940,7	839,8	750
Teplota dolního konce [°C]	77,9	92,1	41,2	37,5	34,8	25,1	24,0	21,8

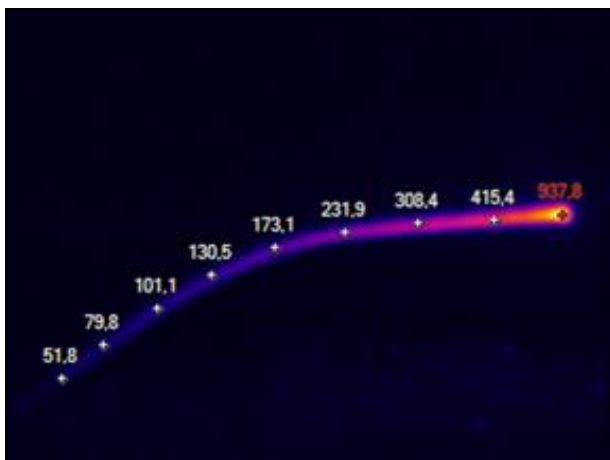
[zdroj: vlastní]

*Tabulka 5*  
*Zkrácený přehled výsledků experimentu – tvorba plamenného hoření*

<b>Zkoušený vzorek</b>	<b>Tvorba plamenného hoření při kontaktu prskavkou</b>	<b>Tvorba plamenného hoření při položení hořící prskavky na vzorek</b>
balicího papír	Ne <sup>1)</sup>	Ano
skartovaný papír	Ne <sup>2)</sup>	Ano
flauš	Ne <sup>1)</sup>	Ano <sup>5)</sup>
Textilie používaná na výrobu tepláků (100% bavlna)	Ne <sup>3)</sup>	Ano <sup>5)</sup>
dětská rukavička	Ne <sup>4)</sup>	Ano
PET lahve	Ne	Ano <sup>5)</sup>
polystyren	Ne <sup>4)</sup>	Ano <sup>5)</sup>
PVC krytina	Ne <sup>4)</sup>	Ano <sup>6)</sup>
koberec	Ne <sup>4)</sup>	Ano <sup>6)</sup>
utěrka	Ne <sup>4)</sup>	Ano
plát vepřového sádla	Ne	Ne <sup>4)</sup>
vnitřní strana textilie dětského kočárku	Ano	Ano
vánoční řetěz	Ano	Ano
vánoční ozdoby slaměné	Ano	Ano
vánoční ozdoba – mašle	Ne	Ano
vánoční ozdoby plastové – 3 baňky	Ne <sup>4)</sup>	Ano
vánoční ozdoby plastové – 1 velká baňka	Ne	Ne

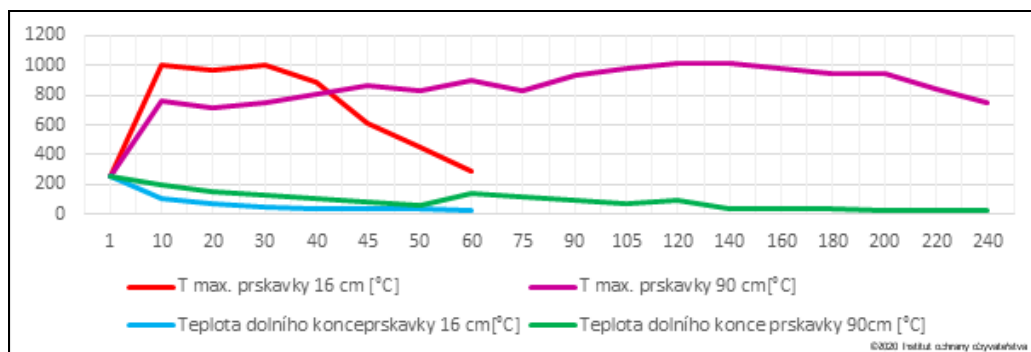
[zdroj: vlastní]

- Pozn.
- 1) bez plamenného hoření, pouze žhnutí, následné propálení papíru/textilie
  - 2) bez plamenného hoření, pouze žhnutí
  - 3) bez plamenného hoření, propálení textilie
  - 4) zuhelnatění
  - 5) plamenné hoření, následné samovolné uhašení
  - 6) plamenné hoření pouze po dobu hoření prskavky



[zdroj: vlastní]

Obr. 1  
Termografický snímek odhořívající prskavky délky 90 cm



[zdroj: vlastní]

Graf 1  
Maximální teplota a teplota na dolním konci prskavky v průběhu jejího odhořívání



Obr. 2  
Prskavka umístěná nad vánočním řetězem



Obr. 3  
Prskavka položená na větvičku  
tuje se šiškami



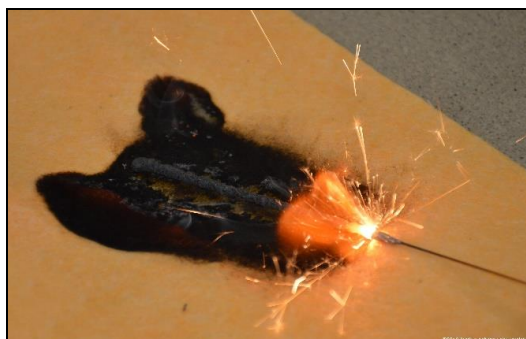
Obr. 4  
Slaměná ozdoba iniciovaná jiskrou



Obr. 5  
Dětská rukavice iniciovaná  
odloženou hořící prskavkou



Obr. 6  
Iniciace textilie z vnitřní strany dětského  
kočárku dotykem hořící prskavky



Obr. 7  
Iniciace utěrky po položení hořící prskavky

## Závěr

Cílem měření bylo zjistit povrchové teploty hořících prskavek a možnosti iniciace různých materiálů hořící prskavkou. Bez ohledu na velikost prskavek lze konstatovat, že maximální teploty jsou vysoké, dosahují teploty i přes 1 000 °C, avšak tato teplota je dosažena pouze v místě, kde právě probíhá hoření. Část prskavky, kde již došlo k odhoření nánosu, se velmi rychle ochlazuje.

Během tohoto experimentu nedošlo k iniciaci hořlavého materiálu po položení odhořelé prskavky.

Byla potvrzena hypotéza, že vyschlé jehličí a šišky jehličnanů jsou náchylnější k iniciaci než čerstvě nařezané.

V případě, že se jednalo o snadno vznětlivé materiály, např. vyschlé šišky, molitan, vánoční řetěz, některé druhy textilií, bylo možné tyto materiály zapálit již během kontaktu hořící prskavky. Toto bylo potvrzeno během třetí části experimentu, kdy došlo k zapálení celého vánočního stromu pouze jednou prskavkou, přestože stromek byl ozdoben pouze vánočním řetězem.

Prskavky lze tedy označit za iniciátor s potenciálem zapálit hořlavé látky, ale pouze tehdy, když dochází k bezprostřednímu dotyku hořlavé látky s hořící prskavkou. Jiskry prskavek tento potenciál nemají, resp. je omezen na velmi snadno vznětlivé látky, případně hořlavé plyny. V případě, že jsou dodrženy pokyny výrobce k bezpečnému zacházení [5], tedy nepoužívat v blízkosti snadno zápalných látek, pak by nemělo docházet ke vzniku požárů. Aby mohlo dojít k požáru vzniklého v důsledku používání prskavek, musí dojít k porušení bezpečnostních pokynů a elementárních zásad při manipulaci s otevřeným ohněm.

## Literatura

- [1] ČESKO. Zákon č. 206/2015 o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2015.
- [2] ČSN EN 15947-2 (668300). *Pyrotechnické výrobky – Výrobky zábavní pyrotechniky, kategorie F1, F2 a F3 – Část 2: Kategorie a typy výrobků zábavní pyrotechniky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [3] MV – GŘ HZS ČR, Technický ústav požární ochrany. Protokol č. 2595 o zkouškách požárně technických charakteristik. 1s. 1996.
- [4] Synthesia a. s. Výzkumný ústav průmyslové chemie. Protokol č. 57/97 o zkouškách prskavek. 7 s.
- [5] Bezpečnostní list. Pyrotechnické výrobky tř. 1.4G – Ruční prskavky – UN 033 [on-line]. Dostupné z: [https://www.tarra.cz/data/pdf/bez.listy/BL2018\\_04\\_Pyrotechnické%20výrobky%20tř.%201.4G,%20UN0336%20RUČNÍ%20PRSKAVKY.pdf](https://www.tarra.cz/data/pdf/bez.listy/BL2018_04_Pyrotechnické%20výrobky%20tř.%201.4G,%20UN0336%20RUČNÍ%20PRSKAVKY.pdf)
- [6] Bezpečnostní list. Pyrotechnické výrobky tř. 1.4G [on-line]. Dostupné z: [www.klasektrading.cz/static/public/uploads/PDF/BL2018\\_04\\_Pyrotechnické%20výrobky%20tř.%201.4G%20C%20UN0336.pdf](http://www.klasektrading.cz/static/public/uploads/PDF/BL2018_04_Pyrotechnické%20výrobky%20tř.%201.4G%20C%20UN0336.pdf)