



# TEPELNÉ SAMOVZNIETENIE AKO NAJČASTEJŠIE SA VYSKYTUJÚCE FYZIKÁLNO-CHEMICKÉ SAMOVZNIETENIE

## THERMAL SPONTANEOUS IGNITION AS THE MOST COMMON PHYSICAL-CHEMICAL SPONTANEOUS IGNITION

IVETA CONEVA

**ABSTRACT:** *Self-ignition and self-heating are processes when the heat required for ignition of a substance arises in the substance itself as a result of chemical, physical or biological processes. The term autoignition should be understood not only as self-ignition, the ignition of a substance but as a complex, spontaneously occurring process, from the first moment of temperature rise (self-heating temperature) to reaching autoignition temperature, as a result of chemical, physical or biological processes. The result of the self-ignition process is the ignition and subsequent burning of the substance or material in a flameless or flameless manner (smouldering, incandescence). Thermal spontaneous combustion is among the most common cases of physicochemical spontaneous combustion. Thermal autoignition is a thermooxidation process that is manifested by burning (flame or flameless) after previous self-heating of substances that are heated to a temperature at which the released heat of reaction exceeds the amount and speed of heat removed to the environment.*

**KEYWORDS:** Self-ignition. Spontaneous ignition. Thermal spontaneous combustion. Spontaneous combustion hexagon. Factors of thermal autoignition

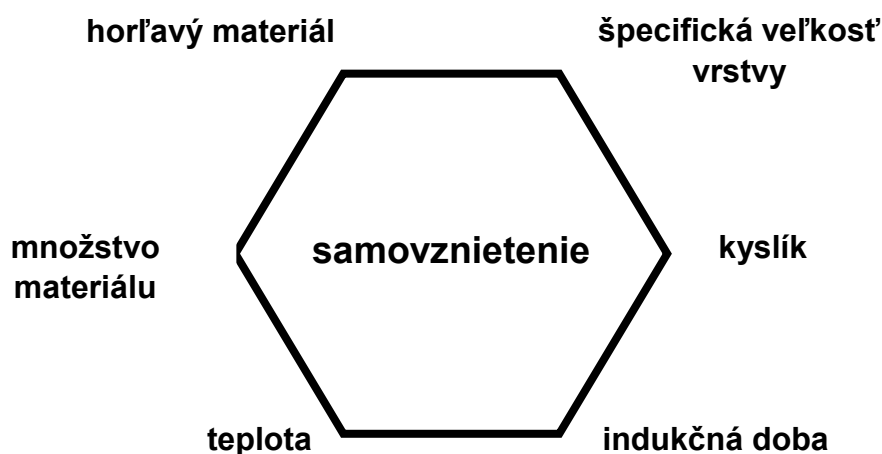
### ÚVOD

Ochrana objektov v rôznych oblastiach hospodárstva má svoj význam nielen ekonomický, ale aj spoločenský, sociálny a ekologický. Fyzická ochrana objektov je potrebná z dôvodu predchádzania ekonomických a hospodárskych strát napr. pri vzniku neželateľných mimoriadnych situácií (Kega, 2022). Vznik požiaru sa zaraďuje medzi najnebezpečnejšie a najzávažnejšie mimoriadne udalosti, ktoré môžu vzniknúť v spracovateľskom priemysle alebo v doprave. Pri nedodržaní bezpečnostných, technických, technologických a protipožiarnych predpisov často dochádza k nehodám a haváriám, ktorých hlavnou príčinou je únik nebezpečnej látky, požiar alebo explózia prípadne iné. Požiar ako forma plameňového alebo bezplameňového horenia môže byť iniciovaný aj procesmi samovznietenia. Samovznietenie vzniká ako dôsledok samozahrievania v objeme horľavého materiálu, horľavého súboru, kedy nie je zabezpečený dostatočný odvod tepla do okolia a naopak, teplo sa v horľavom súbore, materiály akumuluje. Dochádza k nemu bez pôsobenia vonkajšieho energetického zdroja, zdroja iniciácie. Samovznietenie a samozahrievanie sa považuje za špecifickú formu vznietenia, ku ktorému majú sklony určité druhy materiálov a látok (napr.: drevo, polyetylén, piliny, horľavé prachy, bavlnené handry a iné). Exotermické reakcie prebiehajúce v objeme horľavého materiálu, horľavého súboru, sú daným zdrojom energie, ktorý môže spôsobiť vznietenie a za vhodných podmienok vznietenie môže prerásť do bezplameňového alebo plameňového horenia až požiaru (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

### 1. HEXAGÓN SAMOVZNIETENIA

Samovznietenie a samozahrievanie sú procesy, keď teplo potrebné na vznietenie, zapálenie látky vzniká v látke samotnej ako dôsledok chemických, fyzikálnych alebo biologických pochodov. Samovznietenie je proces, pri ktorom dochádza v dôsledku samovoľného zrýchľovania oxidačných reakcií k horeniu horľavej látky. Samovznietenie je proces, pri ktorom sa látka ohreje na teplotu vznietenia, horenia, prípadne explózie (nejde o klasický nárast teploty a tlaku pri bežných výbuchoch, ale o prudký nárast reakčných rýchlostí a teploty, v dôsledku vývinu tepelnej energie v danej látke) (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Orlíková, Štroch, 1999). Samovznietenie je proces, pri ktorom sa teplo potrebné na iniciáciu procesu horenia vyprodukuje na základe vzájomného

pôsobenia medzi horľavou látkou a okolitým prostredím (napr.: na základe reakcie medzi látkou a oxidačným prostriedkom ako je vzdušný kyslík) (Balog, Kačíková, Martinka, 2015). Tento proces prebieha len vtedy, ak je látka ohriata na určitú minimálnu teplotu, na základe ktorej sa naštartujú procesy akumulácie tepla v objeme látky. Na zahájenie procesu samovznietenia nie je potrebná prítomnosť iniciačného zdroja, ale prítomnosť, tvorba tepla je nevyhnutná (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975). Podmienkou vzniku samovznietenia, tzv. „hexagón samovznietenia“ sú, prítomnosť (obr.1) (Coneva, 2008), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Damec, Věžníková, 1999), (Balog, 1999), (Steinleitner a kol., 1980): horľavého materiálu, množstvo horľavého materiálu, špecifická veľkosť vrstvy horľavého materiálu, kyslíka, teploty a indukčnej periódy.



Obr.1 Hexagón samovznietenia (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Coneva, 2008), (Damec, Věžníková, 1999), (Balog, 1999)

Podstatným faktorom pri procese samovznietenia je teplotný balans medzi množstvom uvoľneného tepla (pri exotermických oxidačných alebo štiepných reakciách prebiehajúcich v horľavej látke, materiály alebo v horľavom súbore, ktoré sa nachádzajú v reakčnom priestore) a odvedeného tepla (z reakčného do okolitého prostredia). Ak množstvo tepla vyprodukovaného horľavým súborom je väčšie ako množstvo tepla odvedeného, v reakčnom priestore sa teplo akumuluje a za určitých podmienok nastupuje samovznietenie (Coneva, 2022), (Marková, 2022). Sklon materiálov k samovznieteniu ovplyvňuje viacero faktorov. Môže ísť o fyzikálno-chemické vlastnosti horľavej hmoty (napr.: zloženie, zrnitosť, vlhkosť, pórovitosť a iné), o podmienky za ktorých hmota existuje (napr.: teplota prostredia, doba skladovania, objem a hrúbka vrstiev skladovanej hmoty, koncentrácia kyslíka vo vzduchu a iné) (Lohrer et al., 2005). V procese samovznietenia sa

## 2. TEPELNÉ SAMOVZNIETENIE

Dej, ktorý má rozhodujúci význam v začiatkoch štádia procesu samozahrievania, resp. samovznietenia na stúpaní teploty v horľavom súbore, v horľavej látke určuje zadelenie procesu samovznietenia ako (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975):

- **Samovznietenie fyzikálno-chemické (tepelné)**, ktoré je spôsobené javmi fyzikálneho a chemického pôvodu ako sú: absorpcia plynov a pár, zvýšená teplota prostredia, prítomnosť katalyzátorov.
- **Samovznietenie chemické**, ktoré je spôsobené oxidáciou vysychavých olejov, náterových farieb, alkydových živíc, oxidáciou kvapalín s uhlíkom viazaným dvojitými a/alebo trojitými väzbami, exotermickými reakciami pri vzájomnom styku chemických látok navzájom, horľavej látky so vzduchom a horľavej látky s vodou.

- **Samovznietenie biologické**, ktoré je spôsobené činnosťou mikroorganizmov, biologickými procesmi v bunkách, v rastlinných produktoch na báze celulózy.

Tepelné samovznietenie patrí medzi najčastejšie prípady fyzikálno-chemického samovznietenia. Tepelné samovznietenie je proces, pri ktorom dochádza k vznieteniu horľaviny dlhodobým pôsobením pomerne vysokej teploty (napr.: 80 až 100 °C). Pri nízkych teplotách (napr.: 15 až 25 °C) reakcia medzi palivom (bežné horľavé materiály ako sú: drevo, uhlie, plasty, bavlna, piliny, tissue papier, prašné látky a iné) a vzdušným kyslíkom prakticky neprebíha. Rýchlosť danej reakcie je taká malá, že proces oxidácie sa navonok neprejavuje žiadnym tepelným efektom. Proces oxidácie sa zrýchľuje až po zahriatí materiálu na kritickú teplotu. Tepelné samovznietenie je proces termooxidácie, ktorý sa prejavuje horením (plameňovým alebo bezplameňovým) po predchádzajúcom samozahrievaní látok a zahriatych na teplotu, pri ktorej uvoľnené reakčné teplo prevyšuje množstvo a rýchlosť odvádzaného tepla do okolia (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

Dôležitým faktorom, ktorý má vplyv na proces tepelného samovznietenia je **množstvo a veľkosť objemu a povrchu materiálov**. Pri veľmi malom objeme horľavej látky, je jej povrch, ktorý odvádzajúce teplo tak veľký, že uvoľnené teplo pri oxidácii aj pri vysokých teplotách nemôže prevýšiť množstvo odvádzaného tepla a k samovznieteniu nedochádza. Ďalším parametrom požiarnej nebezpečnosti určitej látky so sklonom k samovznieteniu je merný povrch, ktorý sa určuje z rozmerov a tvaru materiálov (napr.: 1 g bavlnenej vaty má povrch 0,1 - 0,15 cm<sup>2</sup> a 1 g maliarskych sadzí má povrch 80 m<sup>2</sup>). K tepelnému samovznieteniu majú sklon najmä materiály na báze celulózy, ako sú: drevo, drevené piliny, tabak, rašelina, uhlie a iné (tab.1) (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999), (Steinleitner a kol., 1980).

Tabuľka 1 Samovznietenie vzoriek jedľového dreva (Balog,1999), (Steinleitner a kol., 1980).

Podmienky experimentu	Spôsob uloženia vzoriek jedľového dreva	
	neizolovane	izolovane
Hustota dreva (kg.m <sup>-3</sup> )	380	380
Teplota vzduchu v termostate (°C)	247	166
Maximálna teplota vzorky dreva (°C)	400	640
Čas potrebný na dosiahnutie maximálnej teploty (hod.)	30	18

Tepelné samovznietenie vzniká pri zahrievaní horľavej látky na teploty, pri ktorej dochádza k termickému rozkladu a proces spontánneho samozahrievania prebieha na úkor tepla vznikajúceho pri exotermických reakciách v objeme látky. Svoju úlohu zohrávajú aj oxidačné reakcie produktov termického rozkladu. Horenie vo vnútri látky prebieha vo forme tlenia, ktoré pri zvýšení množstva oxidovadla môže prejsť na plameňové horenie a v niektorých prípadoch až k výbuchu (môže to byť spôsobené nahromadením oxidu uhoľnatého v priebehu nedokonalého horenia) (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

Tepelné samovznietenie sa v praxi vyskytuje najmä pri sušiacich procesoch (napr.: v teplotovzdušnej sušiarňi, kde sa sušia látky podliehajúce tepelnému rozkladu pri zvýšených teplotách (, ako sú nasledovné látky: drevo, ľan, papier a iné) sa najskôr odparia ľahko destilovateľné zložky napr. pri dreve, potom ťažšie podiely živíc až na uhľikátý zvyšok, ktorý sa môže vznietiť pri teplote vzduchu sušiarne (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Raslinné materiály (napr. seno, slama, drevo, drevené piliny, uhlie a iné) pri nesprávnom skladovaní a zvýšenej vlhkosti majú sklon k naštartovaniu procesov samovznietenia (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Marková, 2022). V procese samovznietenia sa z rastlinných materiálov uvoľňujú plynné produkty (napr. CO<sub>2</sub>, vodná para a voda), ktoré môžu byť horľavé (napr.: CO, CH<sub>4</sub> a iné uhľovodíky). Dôležitým faktorom majúcim vplyv na samovznietenie je prítomnosť kyslíka O<sub>2</sub>

(napr. zo vzduchu), jeho koncentrácia a taktiež pomer medzi plynnými produktami ako sú: CO : CO<sub>2</sub>. (Deng et al., 2010), (Adamus et al., 2011), (Yuan, Smith, 2013), (Perďochová et al., 2014). Na prebiehajúce procesy oxidácie má výrazný vplyv nárast teploty. Pri rastlinných materiáloch pri tepelnom rozklade sa plynné produkty uvoľňujú bez toho, aby sa vznietili. Väčšinou dochádza k nedokonalému horeniu vo forme tlenia a vznikajúci uhlíkatý zvyšok zhorí. V prípade, že sa do ohniska tepelného samozahrievania, resp. tlenia dostane vzduch (kyslík), môže dôjsť k plameňovému horeniu. Drevo pri nahrievaní do 130 – 150 °C sa začína samozahrievať, pri vytvorení podmienok na akumuláciu tepla sa môže samovznietiť. Dané nebezpečenstvo hrozí až pri zahriatí dreva nad 130 °C. K samovznieteniu dreva v otvorených drevených konštrukciách, alebo voľne uloženého v klietkach nedochádza, z dôvodu nemožnej akumulácií tepla. Väčšinou sa drevo samovznieti v uzavretých priestoroch, pri jeho zmiešaní, resp. zasypaní drevenými odpadmi (napr.: prachom, pilinami), na ktoré pôsobí dlhodobé zahrievanie (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975). Pri skladovaní biomasy, rastlinných materiálov v skladovacích silách, halách odporúča Koppean používať inertný plyn, najmä dusík N<sub>2</sub> ako prevenciu a hasiacu látku s cieľom predchádzať vzniku procesov samovznietenia a následnému požiaru (Koppean, 2011).

### 3. FAKTORY, VYJADRUJÚCE SKLON MATERIÁLU K TEPELNÉMU SAMOVZNIETENIU

Prvým faktorom vyjadrujúcim sklon materiálov k tepelnému samovznieteniu je **minimálna teplota prostredia (okolía)**, pri ktorej je možné samovznietenie daného objemu materiálu, látky. Táto teplota je funkciou fyzikálnych podmienok priestoru, v ktorom proces samozahrievania prebieha. Teplota prostredia má silný vplyv na priebeh samovznietenia. Zvýšená teplota prostredia prispieva k nárastu reakčných rýchlostí oxidačných chemických reakcií, čo prispieva k nárastu množstva uvoľneného tepla v materiály, v horľavom súbore a tým dochádza k zvyšovaniu intenzity samozahrievania. Klimatické a poveternostné podmienky, vlhkosť materiálu (vzorky) a prostredia, sila a smer vetra majú vplyv na rozvoj tepelného samovznietenia uskladneného horľavého materiálu (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Druhým faktorom, charakterizujúcim sklon materiálu k samovznieteniu je **čas (tzv.: indukčná perióda)** od okamžiku vyrovnania teplôt okolia a celého objemu materiálu do okamžiku začatia procesu samovznietenia v niektorom bode v objeme skúšanej látky (materiálu). Procesy, ktoré spôsobujú v reálnych prevádzkach samovznietenie sú väčšinou pomalé, často trvajú dni až mesiace. Nesprávne a dlhé skladovanie materiálov majúcich sklon k samovznieteniu môže procesy samovznietenia naštartovať. **Doba skladovania** je v danom procese je dôležitá (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Tretím faktorom je **merný povrch horľavej látky, materiálu**, ktorý je ťažké určiť najmä pri sypkých materiáloch. Horľavá látka, materiál musí byť pórovitý, permeabilný (priepustný pre plynnú fázu, konkrétne pre kyslík nachádzajúci sa vo vzduchu) a oxidovateľný, majúci sklon k oxidačným reakciám. Merný povrch silne závisí od množstva, rozmerov a geometrického tvaru horľavého materiálu. Čím je väčšie množstvo horľavého materiálu uloženého na sebe, v dôsledku väčšej tepelnej izolácie, dochádza tým lepšie k akumulácii energie, tepla v objeme daného horľavého materiálu, a tým aj k nárastu teploty samozahrievania (Věžníková, 2016), (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999).

Na základe skúmania a získaných údajov a poznatkov sa stanovuje sklon tuhých látok k tepelnému samovznieteniu v laboratórnych podmienkach ako vzájomná súvislosť medzi teplotou prostredia, rozmermi skúšaných vzoriek a časom zahrievania, za ktorý došlo k samovznieteniu. Podstatou skúšky je dlhodobé zahrievanie (až 6 mesiacov) definovaných vzoriek v termostatoch za predpísaných podmienok pričom sa sleduje najnižšia teplota prostredia, pri ktorej dochádza k samovznieteniu jednotlivých vzoriek a zisťuje sa čas, kedy k zapáleniu došlo. V súčasnosti sa používa tzv. „košíkový test“, ktorý určuje závislosť množstva (objemu) materiálu, ktorý je možné bezpečne skladovať pri danej teplote. Je možné stanoviť aj indukčnú periódu.

Taubkin a kol. a zistili funkčné závislosti správania sa tuhých látok v kritických podmienkach tepelného samovznietenia, ktoré sú popísané rovnicami (1) a (2) (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999):

$$\log t = A_r - P_r \log x \quad (1)$$

$$\log t = A_v - P_v \log \zeta \quad (2)$$

Kde:

$t$  – minimálna teplota prostredia v ( $^{\circ}\text{C}$ ), pri ktorej prebieha tepelné samovznietenie vzorky s charakteristickým rozmerom „ $x$ “,

$x$  - lineárny charakteristický rozmer vzorky v mm,

$\zeta$  - čas, od úplného prehriatia vzorky na teplotu okolia ( $t$ ) do momentu samovznietenia, vyjadrený v hodinách (hod.),

$A_r, A_v, P_r, P_v$  – empirické konštanty pre danú látku, materiál.

Pre presnejší výpočet vplyvu geometrického tvaru a rozmeru vzorky na proces odvodu tepla pri samovznietení podľa Monachova je potrebné charakteristický rozmer „ $x$ “ nahradiť merným povrchom „ $S$ “ ( $\text{m}^{-1}$ ). Rovnica (1) dostáva tvar (3) (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999):

$$\log t = A_r + P_r \log S \quad (3)$$

Za pomoci rovníc (1), (2) a (3) a znalostí empirických konštánt je možné predvídať sklon k tepelnému samovznieteniu veľkých objemov materiálov, ktoré sa nachádzajú v kontakte s okolím v podmienkach maximálne podobných laboratórnym skúškam. V tab.2 sú uvedené základné požiarotechnické charakteristiky a empirické konštanty na posúdenie sklonu k samovznieteniu niektorých tuhých horľavých látok majúcich sklon k tepelnému samovznieteniu. Dané hodnoty a údaje je možné využiť v praxi, pri riešení prípadov tepelného samovznietenia v technologických procesoch.

Tabuľka 2 Požiarotechnické charakteristiky niektorých tuhých látok majúcich sklon k tepelnému samovznieteniu (Balog, 1999), (Damec, Věžníková, 1999), (Steinleitner a kol., 1980).

Druh a charakteristika tuhej látky	Konštanty na výpočet podmienok tepelného samovznietenia				Poznámky
	$A_r$	$P_r$	$A_v$	$P_v$	
<b>Stavebná plst':</b> 90% vlneného a polovlneného odpadu, 10% bavlneného vlákna. Hrúbka 20 mm. Objemová hmotnosť ( $\text{kg.m}^{-3}$ ): 240 Teplota samozahrievania ( $^{\circ}\text{C}$ ): 80 Teplota vzplanutia ( $^{\circ}\text{C}$ ): 287 Teplota vznietenia ( $^{\circ}\text{C}$ ): 370	2,783	0,279	2,350	0,140	Horľavosť je silno závislá od zloženia prímiesí (obsahu vlny, bavlny a iných prímiesí). Má sklon k tepelnému samovznieteniu.
<b>Borovicové piliny:</b> Vlhkosť 5-8%. Objemová hmotnosť ( $\text{kg.m}^{-3}$ ): 150 Teplota samozahrievania ( $^{\circ}\text{C}$ ): 80 Teplota vzplanutia ( $^{\circ}\text{C}$ ): 230 Teplota vznietenia ( $^{\circ}\text{C}$ ): 306	2,682	0,219	2,296	0,096	Sklon k chemickému samovznieteniu pri účinku kyseliny dusičnej. Sklon k biologickému samovznieteniu pri vlhkosti 30-40%. Majú sklon k tepelnému samovznieteniu.

<b>Slama pšeničná:</b> Vysušená s vlhkosťou 6,55%. Objemová hmotnosť (kg.m <sup>-3</sup> ): 120 Teplota samozahrievania (°C): 80 Teplota vzplanutia (°C): 200 Teplota vznietenia (°C): 310	2,301	0,035	2,438	0,067	Zhorí od iskry. Sklon k chemickému samovznieteniu pri pôsobení oxidovadiel. Má sklon k tepelnému samovznieteniu.
<b>Seno:</b> Posekaná a vysušená tráva. Vlhkosť 7,3%. Objemová hmotnosť (kg.m <sup>-3</sup> ): 70 Teplota samozahrievania (°C): 70 Teplota vzplanutia (°C): 205 Teplota vznietenia (°C): 333	2,515	0,109	2,311	0,058	Sklon k chemickému samovznieteniu pri pôsobení oxidovadiel. Sklon k biologickému samovznieteniu pri skladovaní vlhkého sena vo väčších množstvách. Má sklon k tepelnému samovznieteniu.
<b>Kartón (lepenka):</b> Silnejší a hustejší papier o hrúbke 1 mm. 1 m <sup>2</sup> má hmotnosť 250 g. Teplota samozahrievania (°C): 100 Teplota vzplanutia (°C): 227 Teplota vznietenia (°C): 365	2,575	0,159	2,334	0,142	Pri skladovaní vo vrstvách sklon tepelnému samovznieteniu.
<b>Drevoláknitá doska (polotvrdá):</b> Objemová hmotnosť (kg.m <sup>-3</sup> ): 500-700 Teplota samozahrievania (°C): 80 Teplota vzplanutia (°C): 220 Teplota vznietenia (°C): 315	2,692	0,227	2,332	0,104	Má sklon k tepelnému samovznieteniu.

Pre potreby komplexného vyhodnotenia sklonu tuhých látok k tepelnému samovznieteniu je potrebné poznať a brať do úvahy aj iné požiarotechnické charakteristiky ako sú: teplota samozahrievania, začiatočnú teplotu vývoja spodín horenia, teplotu vzplanutia, teplotu vznietenia, teplotu tlenia, sklon vytvárať uhlíkatý zvyšok, minimálnu koncentráciu kyslíka potrebnú na horenie a výhrevnosť. Dôležité je brať do úvahy sklon látky k chemickému a biologickému samovznieteniu (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975), (Marková, 2022).

## ZÁVER

Samovznietenie (a samozahrievanie) je komplexný samovoľne prebiehajúci proces od prvého okamžiku nárastu teploty (teplota samozahrievania) až k dosiahnutiu teploty samovznietenia ako dôsledok chemických, fyzikálnych alebo biologických procesov. Výsledkom procesu samovznietenia je vznietenie a následné horenie horľavého produktu plameňovým alebo bezplameňovým spôsobom. Pre vznik procesu samovznietenia je potrebná prítomnosť: horľavého materiálu, jeho dostatočné množstvo, špecifická veľkosť vrstvy horľavej látky, vzdušného kyslíka, teploty a indukčnej periódy, tzv: hexagón samovznietenia (obr.1). Tepelné samovznietenie sa zaraďuje medzi najčastejšie prípady fyzikálno-chemického samovznietenia, pri ktorom dochádza k vznieteniu horľavého materiálu dlhodobým pôsobením pomerne vysokej teploty (napr.: 80 až 100 °C).

Medzi základné faktory, ktoré majú vplyv na sklon horľavého materiálu k tepelnému samovznieteniu patria: minimálna teplota prostredia, indukčná perióda a merný povrch horľavej látky. Komplexné

vyhodnotenie sklonu tuhých látok k tepelnému samovznieteniu je náročný a zdĺhavý proces, kde je nutné zhradiť množstvo iných požiarotechnických údajov (Věžníková, 2016), (Balog, Kačíková, Martinka, 2015), (Everard et al., 2013), (Ferrero et al., 2009), (Coneva, 2008), (Coneva, 2019), (Coneva, 2022), (Buggeln & Rynk, 2002), (Balog, 1999), (Orlíková, Štroch, 1999), (Bowes, 1984), (Kayser & Boyars, 1975).

## POĎAKOVANIE

*Tento príspevok bol publikovaný v rámci riešenia projektu KEGA 036ŽU-4/2022 „Podpora praktickej prípravy študentov bezpečnostných vied zameraná na fyzickú ochranu objektov.“*

*Tento príspevok bol publikovaný v rámci riešenia projektov KEGA 014UKF-4/2020 a APVV 20-0457.*

## LITERATÚRA

- Adamus, A. et al. (2011). An investigation of the Factors Associated with Interpretation of Mine Atmosphere for Spontaneous Combustion in Coal. In: Fuel Processing Technology, vol.92, s.663-670, ISSN 0378-3820
- Balog, K. (1999). Samovznietenie. 1. Vydanie. Edice SPBI Spektrum, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN:80-86111-43-1
- Balog, K., Kačíková, D., Martinka, J. (2015). Zisťovanie príčin vzniku požiarov. Vysokoškolská učebnica. Technická univerzita vo Zvolene, 2015, ISBN: 978-80-228-2831-4
- Bowes, P.C. (1984). Self-Heating: evaluating and controlling the hazards. 1. Vydanie. Amsterdam: In: Elsevier, 1984, Department of the Environment, Building Research Establishment. ISBN: 0-444-99624-9
- Buggeln, R., Rynk, R. (2002). Self-Heating In yard Trimmings: Conditions Leadins To Spontaneous Combustion. Compost Science and Utilization. Vol. 10, 2002, No.2, 162-182
- Coneva, I.(2008). Nebezpečenstvá vzniku požiaru pri výrobe produktov na báze celulózy [dizertačná práca: elektronický zdroj -CD] / Iveta Coneva; školiteľ' Katěřina Orlíková.- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, ČR, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany; študijný odbor: Požární ochrana a bezpečnost průmyslu, doktorský študijný program: Požární ochrana a bezpečnost; obháj. 03.03.2009. - Ostrava : [s.n.], 2008. - 158 s. : obr., tab. + Autoref. 34 s.
- Coneva, I.(2019). Properties of substances that affect the parameter – temperature of self-ignition. In: Crisis Management: [print, elektronick]: Scientific-technical Journal of Faculty of Security Engineering at the University of Žilina in Žilina, Slovakia, roč.18, č.1/2019, s.21-26, 2019 [print], ISSN 1336-0019
- Coneva, I.(2019). Characteristics of process spontaneous self-ignition and self-heating. In: Crisis Management and Crisis Situation Solutions: [on-line]: 1.vydanie Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíne, ČR, 2019, s. 31-37 [on-line], ISBN 978-80-7454-875-8
- Coneva, I.(2022). Samovznietenie rastlinných produktov. In: Advances in Fire & Safety Engineering 2022, 11. medzinárodná vedecká konferencia a 5. odborná konferencia In: Ochrana pred požiarimi a záchranné služby [elektronick]: Zborník prednášok, 1. vydanie. Žilina: ŽU v Žiline, 2022, s.32-40 [USB-key]: ISBN 978-80-554-1932-9
- Damec, J., Věžníková, H., et al. (1999). Protivýbuchová prevence v potravinářství a zemědělství. 1. Vydanie. Edice SPBI Spektrum, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN:80-86111-41-5
- Deng, C. et al. (2010). Spontaneous Coal Combustion Producing Carbon Dioxide and Water. In: Mining Science and Technology (China), vol.20, s.0082-0087, ISBN 0950-4230
- Everard, C.D. et al. (2013). Evaluation of self-heating in Miscanthus x giganteus energy crop clumps and implications for harvesting time. [on-line]. Quincy, Massachusetts, USA: National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division, [cit.4.9.2016]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2013.06.022>
- Ferrero, F., Lohrer, C., Schmidt, B.M. et al. (2009). A mathematical model to predict the heating-up of large-scale wood piles. [on-line]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Vol. 22, 2009, [cit.3.8.2016]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423009000229>
- Kayser, E.G., Boyars, C. (1975). Spontaneous combustion solids – A literature survey. National Technical Information Servis, U.S. Dept. Commerce. PB-244036
- Kega č.036ŽU-4/2022 (2022). „Podpora praktickej prípravy študentov bezpečnostných vied zameraná na fyzickú ochranu objektov.“
- Koppean, J. (2011). Safety Aspects of Solid Biomass Storage, Transportation and feeding. Dostupné z:[http://ieabccnl/workshops/task32\\_Dublin\\_SSC/07%20Koppejan.pdf](http://ieabccnl/workshops/task32_Dublin_SSC/07%20Koppejan.pdf) [cit.2013-11-18]
- Lohrer, C. et al. (2005). Self-ignition of Combustible Bulk Materials under Various Ambient Conditions. In: Process Safety and Environmental Protection, vol. 83, 2005, s.145-150. ISSN 0957-5820
- Marková, I.(2022). Determination of Hays Temperature Ignition for Risk Assessment in Agricultural Holdings In: Crisis Management: [print, elektronick]: Scientific-technical Journal of Faculty of Security Engineering at the University of Žilina in Žilina, Slovakia, roč.21, č.1/2022, s.50-56, 2022 [print], ISSN 1336-0019
- Orlíková, K., Štroch, P. (1999). Chemie procesu hoření. Ostrava: SPBI 1999. ISBN 80- 86111-39-3

Perd'ochová, M. et al. (2014). The influence of Oxygen Concentration on the Composition of Gaseous Products Occurring during the Self-heating of Coal and Wood Sawdust. In: Process Safety and Environmental Protection, DOI:10.1016/j.psep.2014.10.006.

Steinleitner, H.-D. et al. (1980). Tabulky nebezpečných a hořlavých látek. Praha: SPO h.-d. et al ČSSR, 1980

Věžníková, H. (2016). Samozahřívání organických materiálů. 1. Vydání. Edice SPBI Spektrum, VŠB-TU Ostrava, 2016, ISBN:978-80-7385-180-4

Yuan, L., Smith, A.C. (2013). Experimental Study on CO and CO<sub>2</sub> Emissions from Spontaneous Heating of Coals at Varying Temperatures and O<sub>2</sub> concentrations. In: Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2013.08.002>.

---

**Iveta Coneva, Ing., Ph.D.**

*Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulty bezpečnostného inžinierstva, UNIZA v Žiline, SR,  
ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina tel.: +421-41-513 67 55, fax: +421-41-513 66 20*

*e-mail: [iveta.coneva@fbi.uniza.sk](mailto:iveta.coneva@fbi.uniza.sk)*

---