

## HORENIE CELULÓZOVÝCH MATERIÁLOV AKO DOMINANTNE VYSKYTUJÚCICH SA V JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÁCH STAVIEB

IVETA CONEVA<sup>1</sup>

**Abstract** — *The issue of fire safety is carried out in virtually any building, it is the current legislation in order to ensure a sufficient level of fire protection, health and human life, protection of property and material values as well as environmental protection. The paper deals with the categorization of individual buildings, type and amount of combustible material (fuel) that occur in buildings, type and amount of combustion emissions arising from the fire. The paper is focused on burning of cellulosic materials, which predominantly exist in different building structures.*

**Keywords** — *fire safety; categories of buildings; flammable material; emissions of combustion; burning of cellulosic materials*

**Abstrakt** — *Problematika protipožiarnej bezpečnosti sa prakticky realizuje v každej stavbe, je to dané platnou legislatívou s cieľom zabezpečiť dostatočnú úroveň ochrany pred požiarmi, ochrany zdravia a životov obyvateľstva, ochrany majetku a materiálnych hodnôt a taktiež ochrany životného prostredia. Príspevok sa zaoberá kategorizáciou jednotlivých stavieb, druhom a množstvom horľavých materiálov (paliva), ktoré sa v nich vyskytuje, druhom a množstvom tvoriacich sa z nich emisií horenia vznikajúcich pri požiaroch. Príspevok je zameraný na horenie celulózových materiálov, ktoré sa dominantne vyskytujú v rôznych stavebných objektoch.*

**Kľúčové slová** — *protipožiarne bezpečnosť; kategórie stavieb; horľavé materiály; emisie horenia; horenie celulózových materiálov*

### ÚVOD

Projekt APVV-0727-12 s názvom: „Model na zvyšovanie ekonomickej efektívnosti protipožiarneho opatrení“ je zameraný na hodnotenie ekonomickej efektívnosti protipožiarneho opatrení v jednotlivých stavebných objektoch [1]. Kvalita a kvantita protipožiarnej bezpečnosti v stavebných objektoch závisí od mnohých faktorov napr.: od kategórie stavby, druhu priestoru, množstva a druhu horľavých materiálov a látok (ich vlastností), ktoré sa v nich vyskytujú, podmienok, pri ktorých dochádza k požiaru (prítomnosť iniciačného zdroja, oxidačného prostriedku, vonkajších

a vnútorných parametrov prostredia a požiaru, napr.: množstvo sálavého tepla a iné) od množstva a druhu tvoriacich sa emisií horenia, ale aj od použitia vhodných a účinných požiarotechnických zariadení a mnohých iných. Riešenie problematiky protipožiarnej bezpečnosti v rôznych stavebných objektoch má za cieľ minimalizovať pravdepodobnosť vzniku požiarov a ich následkov, to znamená minimalizovať straty na majetku, životnom prostredí a taktiež na zdraví a životoch ľudí, ale aj zvierat a súčasne tým prispievať k zvyšovaniu ich bezpečnosti [2], [3].

### 1. PALIVO (HORENÉ MATERIÁLY) VYSKYTUJÚCE SA V JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÁCH STAVIEB

Vypracovaná kategorizácia stavieb (tab.1) vychádza z rozdelenia podľa noriem STN 92 0201 -1 až 4 Požiarne bezpečnosť stavieb [4]. Kategorizácia stavieb je postavená na druhu prevádzkarne alebo priestoru. Základným predpokladom je, že spôsob využívania druhu stavby (určenie druhu prevádzkarne alebo priestoru) je jedným zo základných faktorov určujúcich požiarne riziko. Každá kategória stavby, a to aj druh prevádzkarne a priestoru je možné spojiť s určitým typom paliva (druhmi horľavých materiálov a látok), vybavením a zariadením stavby, ktoré sa v nej nachádzajú (tab.1). Na základe dostupných informácií je možné takýmto spôsobom orientačne stanoviť základné parametre požiaru – rýchlosť nárastu, požiarne zaťaženie, charakter paliva, atď. Pre potreby projektu pri vytváraní požiarneho scenára bolo nutné vytvoriť zjednodušenú kategorizáciu stavieb na základe 12-tich kategórií (tab.1). K jednotlivým kategóriám stavieb boli priradené zodpovedajúce a iba niektoré vybrané druhy prevádzkarní alebo priestoru podľa STN 920201 [4]. Takto zvolená kategorizácia stavieb zachováva kompatibilitu s existujúcimi normami; v praxi nebude potrebné ďalšie zatriedovanie pre potreby stanovenia dopadov požiarov. Vykonané analýzy [5] štatistických údajov požiarovosti na Slovensku potvrdzujú vhodnosť stanovenej kategorizácie stavieb. Navrhnutá kategorizácia stavieb je zároveň dobre použiteľná aj pre potreby prípadného medzinárodného porovnania, ktoré je bližšie rozanalyzované v [6]. Na základe navrhutej kategorizácie stavieb boli priradené k jednotlivým kategóriám stavieb zodpovedajúce druhy priestoru

<sup>1</sup> Iveta Coneva, Ing., Ph.D., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, SR, tel.: 041/513 6755, mobil: 0905 636 015, e-mail: iveta.coneva@fbi.uniza.sk

podľa STN 920201- PRÍLOHA – A [4]. V praxi sa v stavbách nachádza značný počet rozličných druhov horľavých materiálov (paliva), ale aj nehorľavých, preto sme museli spraviť určité zjednodušenia tohto delenia [1], [4], [7], [8]. Ako príklad možno uviesť kategóriu 11 (budovy pre skladovanie, priemyselné sklady), kde percentuálne zastúpenie materiálov v závislosti od skladu, respektíve druhu uskladneného materiálu sa môže percentuálne meniť ako pri celulóze, tak aj pri plastoch a chemikáliách. Presne to nie je možné určiť, preto sme jednotlivé hodnoty stanovili expertným odhadom a vytvorili tzv. reprezentatívnu vzorku materiálu v jednotlivých kategóriách stavieb v tab. 1 [9].

Na základe expertných odhadov, konzultácií s odborníkmi z výroby a nevýroby praxe, s odborníkmi z HaZZ MV SR je dané palivo (horľavý materiál), ktorý sa vyskytuje v budovách a priestoroch zjednodušene rozdelený do troch základných kategórií (tab.1): Celulóza (C), Plasty (P), Chemikálie (CH). Dané rozdelenie je potrebné, nakoľko palivo, ktoré sa nachádza v stavbách výrazne ovplyvňuje nárast požiaru (tzv.  $\alpha$ - koeficient nárastu požiaru, ktorý môže byť - pomalý, stredný, rýchly, ultra rýchly) [4]. V tab. 1 sa nachádza číselné percentuálne vyjadrenie zastúpenia paliva v jednotlivých kategóriách stavieb.

Tab.1.: Zastúpenie paliva v stavbe a tvorba emisií horenia z neho na základe kategorizácie stavieb a druhov prevádzkarní alebo priestoru [1], [2], [3], [4].

Por číslo	Kategorizácia stavieb	Klasifiká- cia podľa $\alpha$ - koeficient nárastu požiaru	Vybrané druhy prevádzkarnie alebo priestoru	Zastúpenie paliva (horľavého materiálu) v stavbe			Najnebezpečnejšie palivo z pohľadu emisií horenia		
				C v (%)	P v (%)	CH v (%)	C v (%)	P v (%)	CH v (%)
1.	Administratívne budovy	Stredný	kancelárie, spisovne, zasadačky, vstupné haly, chodby	90	10	0	80	20	0
2.	Budovy pre vzdelávanie	Stredný	učebne, posluchárne, archívy, spoločné šatne	80	20	0	70	30	0
3.	Rekreačné budovy	Rýchly	hľadisko, kino, koncertné sieni, výstavy, múzeá, kostoly	60	40	0	50	50	0
4.	Budovy v zdravotníctve	Stredný	lôžkové izby, čakárne, lekárne, masáže a rehabilitačné miestnosti	50	50	0	50	50	0
5.	Budovy pre obchod	Rýchly	sklo, mäso, potraviny, hračky, textil, odev, drogéria, hudobníky	30	40	30	20	50	30
6.	Budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu	Stredný	recepce, haly, chodby, kaviarne, nočné kluby, bufety, výčapy	40	55	5	20	70	10
7.	Budovy pre sociálne zabezpečenie	Rýchly	domovy pre dôchodcov	40	55	5	30	60	10
8.	Budovy priemyslu	Stredný	textilný, odevný, strojársky, chemický, elektrotechnický priemysel	20	40	40	10	50	40
9.	Budovy pre dopravu	Stredný	čakárne, úschovy batožín, vstupné haly, chodby, priechody	80	20	0	70	30	0
10.	Budovy pre poľnohospo- dárstvo	Ultra rýchly	sklady, stajne, kôlne, sušiarne, výrobné kŕmnych zmesí	90	10	0	80	20	0
11.	Budovy pre skladovanie	Ultra rýchly	sklady priemyselné	35	35	30	30	30	40
12.	Bytový fond domový	Rýchly	bytové domy, rodinné domy	45	45	10	45	50	5

Najviac paliva (horľavého materiálu) C - celulózy sa vyskytuje v nasledovných kategóriách stavieb: administratívne budovy (90 %), budovy pre poľnohospodárstvo (90 %), budovy pre dopravu (80%), budovy pre vzdelávanie (80 %) (tab.1). Najmenej paliva (horľavého materiálu) C - celulózy sa vyskytuje v nasledovných kategóriách stavieb: budovy priemyslu (20 %), budovy pre obchod (30 %), budovy pre skladovanie (35 %) (tab.1). Najviac paliva P- plastov sa vyskytuje v nasledovných kategóriách stavieb: budovy

pre sociálne zabezpečenie (55 %), budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu (55 %), budovy v zdravotníctve (50 %) (tab.1). Najmenej plastov sa vyskytuje v nasledovných kategóriách stavieb: administratívne budovy (10 %), budovy pre poľnohospodárstvo (10 %), budovy pre dopravu (20 %), budovy pre vzdelávanie (20 %) (tab.1). Najviac paliva CH – chemikálií sa vyskytuje v nasledovných kategóriách stavieb: budovy priemyslu (40 %), budovy pre obchod (30 %), budovy pre skladovanie (30 %) (tab.1). Najmenej chemikálií sa

vyskytuje v nasledovných kategóriách stavieb: administratívne budovy, budovy pre vzdelávanie, rekreačné budovy, budovy v zdravotníctve, budovy pre dopravu, budovy pre poľnohospodárstvo (cca blízko 0 %) (tab.1). Na základe expertných odhadov dominantným palivom (horľavým materiálom) sú materiály a látky na báze celulózy.

## 2. EMISIE HORENIA VYSKYTUJÚCE SA V JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÁCH STAVIEB

Pri požiaroch v stavbách sa uvoľňuje množstvo emisií horenia, rozdielného zloženia, skupenstva a fyzikálno-chemických vlastností, ktoré závisia najmä od druhu (kategórie) a množstva horľavého materiálu, ale aj od podmienok, pri ktorých požiar (alebo horenie) prebieha (tab.1) V tab. 1 sa nachádza číselné percentuálne vyjadrenie tvorby emisií horenia v závislosti od paliva (napr.: C - celulóza, P - plasty, CH - chemikálie), ktoré sa nachádza v stavbe, od druhu prevádzkarne alebo priestoru a od kategorizácie stavieb (tab.1). Množstvo a druh emisií (tab.1) úzko súvisí s intenzitou požiaru, s množstvom a druhom paliva (horľavého materiálu), od spôsobu uskladnenia horľavého materiálu, ale aj od dostatočného prístupu oxidačného prostriedku (väčšinou vzduchu), od intenzity iniciačného zdroja (zdroja zapálenia) a od mnohých iných faktorov [1], [2], [3], [4]. V tab. 1 sa nachádza číselné percentuálne vyjadrenie zastúpenia emisií horenia v závislosti od paliva vyskytujúceho sa v jednotlivých kategóriách stavieb. Najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby emisií horenia (%) na základe zastúpenia paliva (%) v budovách predstavujú nasledovné kategórie stavieb (tab.1): budovy priemyslu, kde emisie horenia dosahujú (CH - 40 %, P - 50 %, C - 10 %), pri zastúpení paliva (CH - 40 %, P - 40 %, C - 20 %), budovy pre obchod, kde emisie horenia dosahujú (CH - 30 %, P - 50 %, C - 20 %), pri zastúpení paliva (CH - 30 %, P - 40 %, C - 30 %), budovy pre spoločné ubytovanie a rekreáciu, kde emisie horenia dosahujú (CH - 10 %, P - 70 %, C - 20 %), pri zastúpení paliva (CH - 5 %, P - 55 %, C - 40 %), budovy pre skladovanie, kde emisie horenia dosahujú (CH - 40 %, P - 30 %, C - 30 %), pri zastúpení paliva (CH - 30 %, P - 35 %, C - 35 %), budovy pre sociálne zabezpečenie, kde emisie horenia dosahujú (CH - 10 %, P - 60 %, C - 30 %), pri zastúpení paliva (CH - 5 %, P - 55 %, C - 40 %). Najmenšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby emisií horenia (%) na základe zastúpenia paliva (%) v budovách predstavujú nasledovné kategórie stavieb (tab.1): administratívne budovy, kde emisie horenia dosahujú (CH - 0 %, P - 20 %, C - 80 %), pri zastúpení paliva (CH - 0 %, P - 10 %, C - 90 %), budovy pre poľnohospodárstvo, kde emisie horenia dosahujú (CH - 0 %, P - 20 %, C - 80 %), pri zastúpení paliva (CH - 0 %, P - 10 %, C - 90 %). Na základe odbornovo-vedeckej literatúry pri požiaroch v rôznych kategóriách stavieb vzniká pri horení horľavých materiálov (napr.: C - celulóza, P - plasty, CH - chemikálie) široká škála

toxických ale aj netoxických emisií horenia (emisií) [7], [8], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16].

**Pri horení celulóзовých látok** dominantne vznikajú nasledovné emisie horenia: CO - oxid uhoľnatý, CO<sub>2</sub> - oxid uhličitý, aldehydy, C - popol (tuhý uhlíkatý zvyšok do 10-20 %).

**Pri horení plastov** dominantne vznikajú nasledovné emisie horenia: CO, CO<sub>2</sub>, HCN - kyanovodík, NH<sub>3</sub> - amoniak, halogénvodíky najmä HCl - chlór vodík, fosgén, oxidy dusíka: NO - oxid dusnatý, NO<sub>2</sub> - oxid dusičitý, SO<sub>2</sub> - oxid siričitý, H<sub>2</sub>S - sírovodík (sulfán), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - oxid fosforečný (oxidy fosforu), PH<sub>3</sub>- fosforovodík (fosfán), C - popol (tuhý uhlíkatý zvyšok (sadze) do 5-7 %).

**Pri horení chemikálií** dominantne vznikajú nasledovné emisie horenia: CO, CO<sub>2</sub>, HCN, NH<sub>3</sub>, halogénvodíky najmä HCl, fosgén, oxidy dusíka- NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, PH<sub>3</sub>, C - popol (tuhý uhlíkatý zvyšok (sadze) do 2-4 %).

Na základe expertných odhadov a odbornovo-vedeckej literatúry možno predpokladať, že najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby emisií horenia a ich následných dopadov na zdravie a životy ľudí, na životné prostredie predstavujú nasledujúce materiály: chemikálie, menej plasty a najmenej celulóza (tab.1) [7], [8], [10], [11].

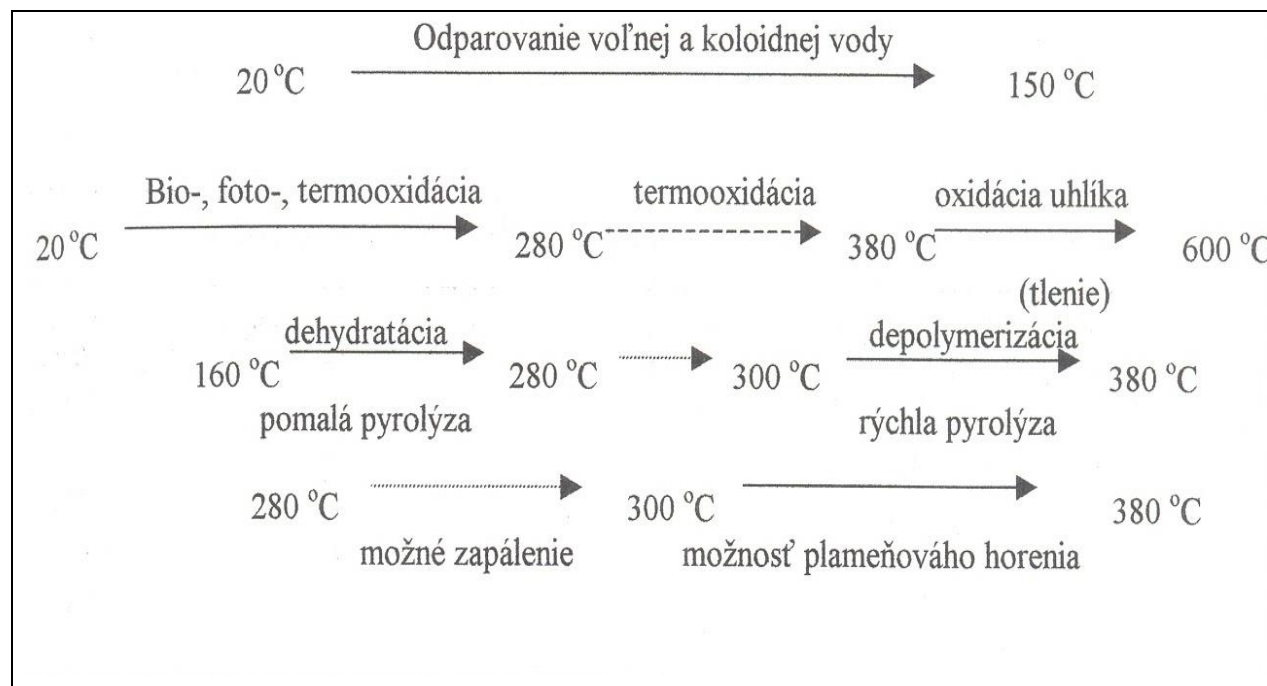
## 3. TERMICKÁ DEGRADÁCIA CELULÓZY AKO JEDNEJ Z HLAVNÝCH ZLOŽIEK CELULÓZOVÝCH MATERIÁLOV

V jednotlivých kategóriách stavieb sú horľavé materiály a látky na báze celulózy dominantným palivom. V dreve, papieri, buničine, drevárskych a papierenských výrobkoch sa ako hlavná zložka vyskytuje celulóza. Termická degradácia celulózy pri teplotách pod 100 °C má vplyv na zmeny jej fyzikálnych, chemických a štruktúrnych vlastností. Okrem teploty na tieto zmeny vplývajú aj iné faktory, napr.: čas, atmosféra, tlak a množstvo prítomnej vody [10], [17]. Rýchlosť degradácie je taká nízka, že je náročné presne zistiť dolnú hranicu, pri ktorej sa termická degradácia začína. Celulóza pri zvyšovaní teploty podlieha pyrolytickým a oxidačným reakciám, ktoré vytvárajú horľavé plyny, dochádza predovšetkým k poklesu jej molekulovej hmotnosti, vytvára sa uhlíkatý zvyšok. Účinkom tepla na celulóзовé materiály dochádza k nasledovným typom chemických reakcií [10]:

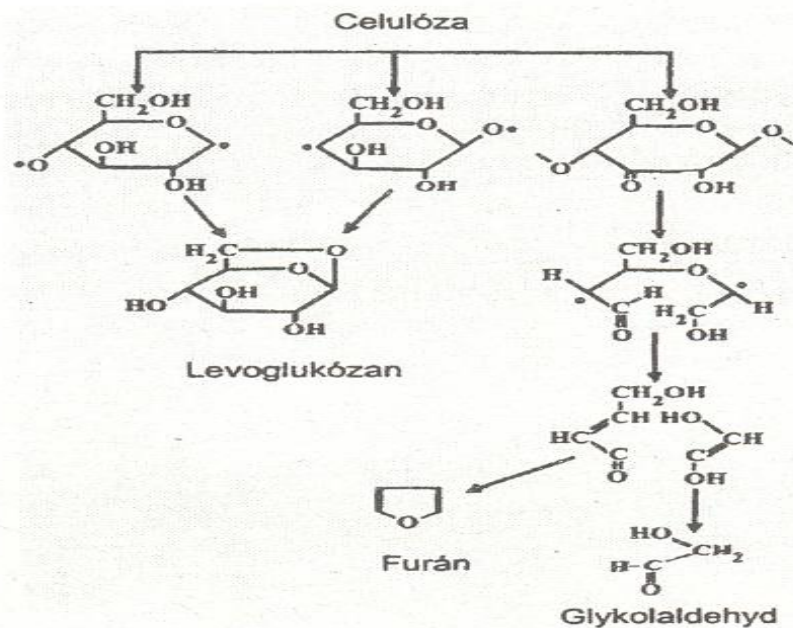
- dehydratácia,
- depolymerizácia,
- štatistická degradácia,
- termooxidácia.

Na základe termoanalytických pozorovaní za rôznych podmienok a pomocou dopĺňajúcich analýz vznikajúcich produktov sa môže priebeh termolýzy a horenia celulózy v podmienkach termickej analýzy (TA) opísať nasledovne (obr.1,2) [13]:

- Pri teplote nad 20 °C do 150 °C sa z celulózy odparuje voľná a koloidne viazaná voda (endotermický proces). Súčasne nastávajú aj určité podmienky pre jej termooxidáciu (exotermický proces) a urýchľuje sa jej hydrolytická depolymerizácia (endotermický proces) (obr.1).
- Termooxidačné homolytické radikálové depolymerizačné reakcie sa zvyrazňujú pri teplote nad 150 °C. Intenzívne termooxidačné a aj depolymerizačné reakcie prebiehajú pri vyšších teplotách: do 280 - 380 °C (obr.1, 2).
- Nad 160 °C sa pozoruje pomaly aktívny rozklad, ktorý je spôsobený dehydratačnými reakciami (endotermický proces) (obr.1, 2).
- Komplexnejší proces dehydratácie celulózy nastáva v jej amorfných oblastiach pri teplotách 180 až 270 °C (obr.1, 2).
- Hlavná rozkladná reakcia nastáva v rozmedzí 280 - 380 °C. Pri teplotách nad 300 °C vzniká levoglukózan (1,6-anhydro-  $\beta$  -D-glukopyranóza), furán, glykoaldehyd (obr.1,2).
- Pri ďalšom postupnom zvyšovaní teploty do 500 °C sa levoglukózan prednostne premieňa buď na oxid uhoľnatý (CO), oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) a vodnú paru (H<sub>2</sub>O) alebo reakcie vedúce viac k tvorbe dechtových látok a zuhoľnateného zvyšku.
- Prežíhanie uhlíkatého zvyšku môže nastať v rozmedzí teplôt 380 – 600 °C (obr.1) [10], [13], [17].



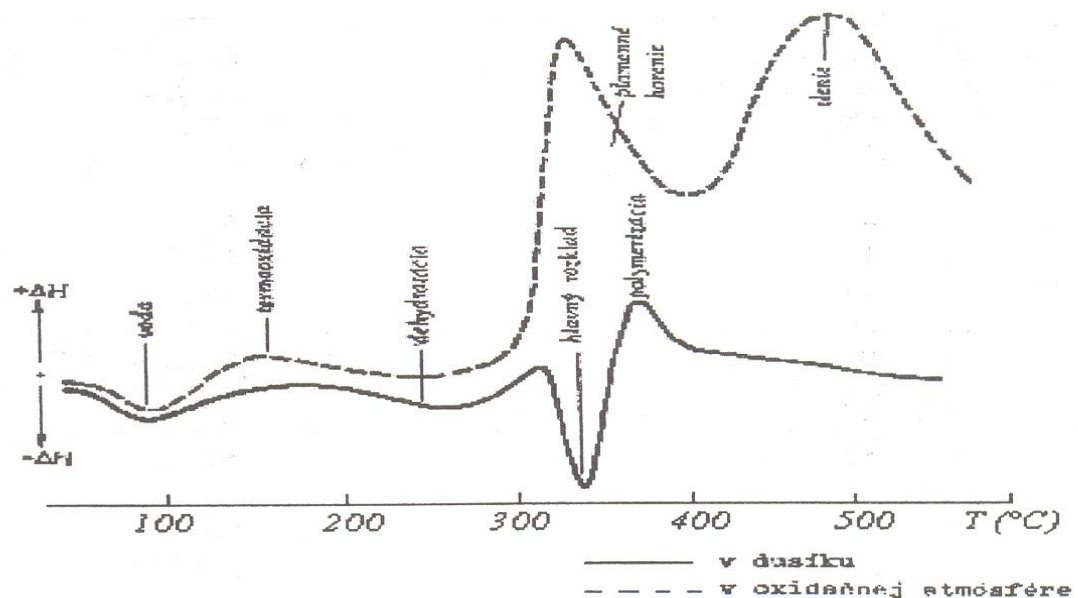
Ob.1.: Priebeh termolýzy a horenia celulózy pomocou TA [13]



Obr.2.: Vznik prchavých produktov pri termickej degradácii celulózy [10]

Väčšina polymérnych materiálov poskytuje na DTA (diferenčnej termoanalytickej krivke)-termograme viaceré exotermické efekty. Napríklad celulózové materiály (obr.3) dávajú dva exotermické efekty a spravidla jeden endotermický. Prvé exotermické maximum zodpovedá oblasti, pri ktorej môže dôjsť k zapáleniu a k plameňovému horeniu. Druhé exotermické maximum zodpovedá priebehu

bezplameňového horenia (tlenia). Endotermický efekt, ktorý dáva endotermické minimum zodpovedá hlavne dejom vyparovania a dehydratácie. Pridávaním retardérov horenia dochádza k potlačeniu exotermických efektov a možnému vzniku endotermických reakcií najmä pri nižších teplotách (približne do 200 °C) [10], [17].



Obr.3.: DTA termogram celulózy v inertnej a v oxidačnej atmosfére [10], [17].

## ZÁVER

Na základe kategorizácie stavieb, expertných odhadov a odbornovo-vedeckej literatúry boli určené tri kategórie horľavých materiálov - paliva: celulóza (C), plasty (P), chemikálie (CH) a ich percentuálne zastúpenie v jednotlivých kategóriách budov. Najväčšie nebezpečenstvo z pohľadu tvorby emisií horenia (vyjadrené percentami v jednotlivých kategóriách stavieb) a ich následných dopadov na zdravie a životy ľudí a v nemalej miere aj na životné prostredie predstavujú nasledujúce materiály: chemikálie, menej plasty a najmenej celulóza. Dominantným palivom (horľavým materiálom) sú celulózové materiály a látky. Poznávanie procesov horenia – termickej degradácie tuhých, polymérnych materiálov na báze celulózy má široké praktické uplatnenie v rôznych oblastiach hospodárstva. Riešením danej problematiky je možné predchádzať vzniku požiarov a ich následkov, to znamená minimalizovať straty na majetku, životnom prostredí a taktiež na zdraví a životoch ľudí, ale aj zvierat a súčasne tým prispievať k zvyšovaniu protipožiarnej bezpečnosti v rôznych kategóriách stavebných objektov.

## POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0727-12.“

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-0727-12.“

## ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] PROJEKT číslo APVV-0727-12 s názvom (2013-2016): „Model na zvyšovanie ekonomickej efektívnosti protipožiarnych opatrení“.
- [2] Zákona č. 314/2001 Z.z. O ochrane pred požiarimi.
- [3] Vyhlášky č. 94/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb.
- [4] STN 92 0201- 1až 4 Požiarne bezpečnosť stavieb.
- [5] KLUČKA, J., MÓZER, V., PANÁKOVÁ, J., 2014: *Vývoj požiarovosti v jednotlivých kategóriách budov za obdobie rokov 1993 - 2012* In: *Bezpečnosť práce v záchranných službách* : medzinárodná vedecká konferencia 2014 : zborník prednášok. - Žilina : Žilinská univerzita, S. 91-109. 2014. ISBN 978-80-554-0893-4.
- [6] KLUČKA, J., MÓZER, V., 2014.: *Štatisticko-ekonomické aspekty požiarnej bezpečnosti* 1.vyd. Žilinská univerzita v Žiline / EDIS – vydavateľstvo ŽU v Žiline 2014. 125 s., ISBN 9-788055-409641.
- [7] ORLÍKOVÁ, K., ŠTROCH, P.,1999: *Chémie procesov hoření*. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86111-39-3.
- [8] MASARÍK, I., 2003: *Plasty a jejich požární nebezpečí*. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 1999, ISBN 80-86634-16-7.
- [9] DVORSKÝ J., ORINČÁK M., 2014: *Aplikácia analýzy rozptylu požiarov pri štatistickom vyhodnotení požiarovosti v SR* /. In: *Advances in fire and safety engineering 2014: recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác z III. Ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie*: Trnava, 2014. Trnava: AlumniPress, s. 191-195. 2014. ISBN 978-80-8096-202-9.
- [10] KAČÍKOVÁ, D., NETOPILOVÁ, M., OSVALD, A., 2006: *Drevo a jeho termická degradácia*. Edícia SPBI, VŠB-TU Ostrava, 2006, ISBN 80-86634-78-7.
- [11] STEINLEITNER, H.D., a kol., 1990: *Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek*, Svaz PO ČSSR, Praha 1990.
- [12] TUREKOVÁ, I., BÁBELOVÁ, E., 2003: *Nebezpečnostvá požiarov*. In: *FIRECO 2003: zborník prednášok*: V. medzinárodná konferencia, Trenčín 24.-25. mája 2003, str. 183 - 186.
- [13] BALOG, K., 1982: *Požiarne nebezpečenstvo plastov používaných v stavebníctve*. In: *Horľavosť materiálov a nebezpečné pôsobenie splodín horenia*. MV a ŽP SR a ŠŠP Bratislava, 1982.
- [14] ZACHAR, M.,MAJLINGOVÁ, A., MARTINKA, J., XU, QIANG, BALOG, K., DIBDIKOVÁ, J., POLEDNÁK, P., RYBAKOWSKI, M., 2014: *Impact of oak wood ageing on the heat release rate and the yield of carbon monoxide during fire*. *European journal of environmental and safety sciences: scientific journal of the European Science and Research Institute and the Association of Fire Engineering*. 2014. zv. Vol. 2, č. issue 1, s. 1--4. ISSN 1339-472X.
- [15] ORÉMUSOVÁ, E., 2009: *Porovnanie kyslíkového čísla vybraných čalúnnických potahových textílií na báze chemických vlákien*. Zvolen : 2009.In: *Delta. Ročník III., číslo 5*.
- [16] MARKOVÁ, I.: *Hodnotenie horľavosti látok uplatňujúcich sa v izolačnej alebo tvarovej vrstve čalúneného výrobku*. In: *Čalúnnické dni 2004*. Tu vo Zvolene, s. 16-20. ISBN 80-288-1316-8.
- [17] POŽGAJ, A. a kol.,1997: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Príroda a.s. Bratislava, 1997. 488 s.