



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Stanovení požárně technických charakteristik  
vybraných látek vybranými metodami

## BAKALAŘSKÁ PRÁCE

Studijní program: [OCHRANA OBYVATELSTVA](#)

**Autor:** Marek Sabela, DiS.

**Vedoucí práce:** Ing. Ladislav Karda

České Budějovice 2018

## Prohlášení

Prohláuji, že svoji bakalářskou práci s názvem *Štanovení pofárn technických charakteristik vybraných látek vybranými metodami* jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohláuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky kolektivu a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské/diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské/diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 27. dubna 2018

í í í í í í í í í í í

*podpis*

### **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Ladislavu Kardovi za odborné vedení, cenné rady a pomoc při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Milanu Růžičkovi, Ing. Liborovi Těvřínkovi a Ing. Václavovi Vyskočilovi, za jejich spolupráci v TÚPO.

# Stanovení požárně technických charakteristik vybraných látek vybranými metodami

## Abstrakt

V mé bakalářské práci s názvem stanovení požárně technických charakteristik vybraných látek vybranými metodami se měnícím prokázalo, že stáří materiálu má vliv u všech porovnávaných stavebních a dekorativních materiálů na jejich vzornost. Snížila se jejich bod hořlavosti, zhoršily se jejich vlastnosti, jako pevnost nebo pružnost. K těmto výsledkům byla použita Setchkinova metoda.

Dále se Setchkinovou metodou porovnávaly vzorky hořlavých materiálů z různých značek automobilů vyrobených ve stejném roce. Porovnávaly se materiály z úložných skříněk, krytu motoru a sedačky z automobilu a stanovila se jejich vzornost. Mění ukázalo, že umístění těchto materiálů ve vozzech má zásadní vliv na vzornost materiálu. Dalším rozhodujícím faktorem, který naměřené hodnoty ovlivnil, jsou retardéry hoření, které zvyšují tepelnou odolnost materiálu.

Další metoda použitá k dosažení cíle práce byla metoda konické kalorimetrie. Touto metodou se stanovily hodnoty rychlosti uvolnění tepla, celkové uvolněné teplo a efektivní výhřevnost, které slouží jako vstupní parametry pro modelování požárů. Mění probíhala ve dvou polohách a to horizontální a vertikální. Porovnávány byly stejné materiály z dvou různých automobilů od odlišných výrobců. Této metodě byly podrobeny materiály vyrobeny z plastu. Místa uložení používaných materiálů jsou stejná u obou výrobců. Rozhodující se ukázala poloha, ve které se vzorky měly.

V práci je podrobně popsáno, jaké charakteristiky se těmito metodami měří a k čemu se naměřené hodnoty používají. Je popsáno, jak se nastavují měřicí přístroje, za jakých podmínek se zkoušky provádí, jaké parametry mají mít vzorky, které jsou měny a tak dále.

## Klíčová slova

Požárně technické charakteristiky; konická kalorimetrie; teplota vzplanutí; teplota vznícení; požár; plasty

## **Název práce v anglickém jazyce**

### **Abstract**

This bachelor paper deals with determination of technical and fire characteristics of selected substances by particular methods. This paper proved that age of material influences ignition of both construction and decorative car materials that were compared. Their point of ignition decreased, their qualities such as toughness and elasticity got worse too. In order to get the aforementioned results, Setchkin's method was applied.

Furthermore, using this method, samples of inflammable materials from 5 various car brands produced in the same year were compared. The comparison focused on materials from compartments, engine covers and seats in order to measure their ignition. Measuring showed that positioning of these materials in the cars has crucial influence on inflammability of material. Another key factor tempering the measured figures proved to be fire-retardants which increase heat resistance of material.

Another method applied was conic calorimetry. It enabled to determine the figures representing heat release rate, total heat release and efficient calorific value as these figures serve as input parameters for modelling fires. The measurements were carried out in vertical and horizontal situations. The same materials from two different car brands were compared. The comparative method was applied on all parts made of plastic since the positioning of components used is the same for both producers. The position of researched samples proved to be crucial.

The qualities measured and researched by the aforementioned methods are also described in detail. Additionally, it is also mapped how the measuring devices are set, under which conditions the tests are carried out and finally, which parameters the samples possess

### **Key words**

Fire and technical characteristics; conic calorimetry; point of ignition; point of outburst; fire; plastics.

## Obsah

Úvod .....	8
1 TEORETICKÁ ÁST .....	9
1.1 Historie technického ústavu požární ochrany .....	9
1.2 Ohe .....	10
1.3 Hoření .....	10
1.4 Požár .....	11
1.4.1 Zdroje zapálení .....	12
1.4.2 Rozdělení látek podle třídy reakce na ohe .....	12
1.4.3 Rozdělení látek podle skupenství .....	13
1.5 Požární technické charakteristiky .....	14
1.5.1 Vyuffití PTCH látek .....	14
1.6 Plasty .....	20
1.6.1 Rozdělení polymerních materiálů .....	20
1.7 Stanovení PTCH látek .....	21
1.7.1 Chemické a fyzikální metody používané v TÚPO .....	22
2 Cíl práce, výzkumná otázka .....	30
2.1 Cíl práce .....	30
2.2 Výzkumná otázka .....	30
3 Operacionalizace pojmů použitých v cíli práce .....	31
4 Metodika .....	32
4.1 Stanovení PTCH dle Setchkina .....	32
4.2 Kónická kalorimetrie .....	34
4.2.1 Princip měření .....	35
5 Výsledky .....	36
5.1 Výsledky metody stanovení PTCH dle Setchkina .....	36

5.2	Výsledky metody stanovení PTCH kónickou kalorimetrií.....	41
5.2.1	Protokol s grafy u kónické kalorimetrie .....	43
5.3	Díl í shrnutí .....	48
6	Diskuze .....	49
6.1	Zhodnocení zkou-ek na stanovení vzn tlivosti automobil .....	49
6.1.1	Materiály ze seda ek .....	49
6.1.2	Materiály z krytu motoru.....	49
6.1.3	Materiály ze sk ín k palubních desek .....	50
6.2	Zhodnocení zkou-ek vlivu stá í na vzn tlivost vybraných stavebních a dekora ních materiál .....	50
6.3	Zhodnocení zkou-ek na kónickém kalorimetru .....	51
7	Záv r.....	54
8	Seznam poufitych zdroj .....	56
9	Seznam zkratek.....	59
10	Seznam tabulek a obrázk .....	61
11	Seznam p íloh.....	62

## Úvod

Bakalářská práce Stanovení požárně technických charakteristik vybraných látek vybranými metodami je zaměřena, na problematiku požárně technických charakteristik, jejich využití v praxi a metody, kterými se n které z nich stanovují.

V práci jsou popsány pojmy jako oheň, hoření a požár. Je popsáno, jaký je mezi nimi rozdíl. Jsou uvedeny podmínky vzniku požáru, zdroje zapálení a rozdělení materiálu podle toho, jak reagují na oheň. Z důvodu, že v t-ina zkoušených materiálů jsou plasty, se teoretická část práce zabývá právě touto problematikou, především polymery, jejich složením a využitím.

Dále je velká pozornost věnována požárně technickým charakteristikám (dále jen PTCH) látek a jejich rozsáhlému využití například v dopravě, průmyslu nebo ke zjištění příčin vzniku požárů. Rovněž jsou zde popsány metody, kterými se PTCH stanovují. Nejvíce jsou popsány dvě metody a to kónická kalorimetrie a stanovení požárně technických charakteristik dle Setchkina.

Rozvoj vědy a výzkumu ovlivňuje nepetržitě všechny oblasti lidské činnosti a nevyhýbá se ani oblasti požární ochrany. Nové technologie výrobních procesů, nové materiály používané u širokého spektra výrobků a také velmi složitá a sofistikovaná stavební objekty přinášejí ve svém důsledku požadavky na nová a pokroková opatření k předcházení požárům, nové hasební postupy a hasební látky.

Vývojem nových materiálů, neustálým přidáváním nových prvků obsahujících organické nebo anorganické látky dochází ke zlepšení jejich vlastností a zásadním způsobem se mění i podmínky vzniku a průběhu požáru. Proto je nutné na tento neřádný jev být dobře připraven. Jeden ze způsobů je znalost PTCH. PTCH mají vliv na zapažení hořlavých kapalin (dále jen HK) do jednotlivých částí, určují podmínky, za jakých mohou být HK vyráběny, kde a v jakém množství mohou být skladovány, jak s nimi správně nakládat, aby nedošlo k jejich výbuchu nebo požáru.

K tomu, abychom byli schopni se lépe na požár připravit, slouží modely požáru. Je to nová sofistikovaná metoda využívající počítačové softwary, které za pomoci vstupních parametrů jsou schopny reálně zobrazit vývoj požáru. Jako vstupní parametry pro modelování požáru se používají právě PTCH hořlavých látek a materiálů.

Cílem bakalářské práce je n které metody představit, jaké PTCH máme a vybranou metodou stanovit a k tomu se mohou PTCH využívat.



# 1 TEORETICKÁ ÁST

## 1.1 Historie technického ústavu požární ochrany

V roce 1987 byla požární technická laboratoř (dále PTL) ministerstvem inspekce PO delimitována na hlavní správu požární ochrany (dále HSPO) MVR, kde byla organizována zařazená do odboru technického rozvoje (dále OTR), a to jako nové oddělení požární technických expertíz (dále PTE) a posuzování výrobků. PTL měla mnohaletou praktickou zkušenost zejména se zkušeným stanovováním a katalogizací PTCH hořlavých látek/materiálů podle předpisů domácích i zahraničních zkušených norem, dále se zkoumáním vzorků z požáří z hlediska jejich možných příčin souvislosti se vznikem požárů pro potřeby PTE a v neposlední řadě s aplikovaným výzkumem a vývojem v oblasti požární ochrany (MV - GŘ HZS ČR, 2018).

Pedevším činnosti OTR spočívaly zejména v posuzování požární techniky, v nových prostředcích PO a osobních ochranných prostředcích pro potřeby jejich zavedení do výzbroje/výstroje jednotek PO, laboratorním zkoumáním hasiv a vybraných nových prostředků PO, zabezpečování výzkumu a vývoje v této oblasti, posuzování příslušných zkušených a hodnotových technických norem a technických předpisů, zajištění v decko-technických informací (MV - GŘ HZS ČR, 2018).

Pod názvem technický ústav hlavní správy byl převeden do řízení HSPO v r. 1989. V roce 1992 nastaly změny v organizačním řádu ústavu, a to zřízením oddělení požární technické laboratoře s úkoly:

- stanovení PTCH a hodnocení požárního nebezpečí hořlavých látek a materiálových výrobků,
- v metodickém a odborném řízení zjištění příčin vzniku požárů pro potřeby sboru PO.

PTL získala 30. 4. 1992 osvědčení o akreditaci zkušené laboratoře č. 1001.1 (od r. 1993). Měla akreditovány desítky zkušených norem pro stanovení PTCH hořlavých kapalin, tuhých látek/materiálů, stavebních hmot, plošných textilních materiálů a hraček (MV - GŘ HZS ČR, 2018).

Technický ústav požární ochrany (dále TÚPO) byl zřízen rozkazem náčelníka HSPO dne 1. 1. 1993 jako zálohový útvar HSPO. TÚPO byl rozhodnutím Ministerstva spravedlnosti ze dne 30. 3. 1993 zapsán do seznamu ústavů, kvalifikovaných pro znaleckou činnost, a to konkrétně v oboru PO s rozsahem znaleckého oprávnění pro

příiny požár, hořlavost materiálů a výrobků a technické prostředí PO. V současné době je TÚPO technickým zařízením MV a generálního ředitelství HZS ČR (MV - G HZS ČR, 2018).

## **1.2 Ohe**

Ohe je časový prostor ohraničený hořením, které je lokalizováno a regulováno. Je ohraničený a řízený se však za určitých podmínek může vymknout kontrole lokality a dále se šířit nekontrolován, jak v čase, tak i prostoru (Kvarák, 2005).

Kdykoliv se mluví o vynálezu, který nejvíce změnil dějiny lidstva, dříve či později někdo zmíní ohe. Schopnost rozdlat, udržovat a využívat ohe umožnila lidem pohodlnější život, dala jim světlo, aby zahladila temnou tmu noci, později jim přinesla možnost zpracovávat kovy. První ověření dle toho, že lidé disponovali ohněm je datován 200 až 700 tisíc let před Kristem (Kasík, 2008).

## **1.3 Hoření**

Hořením můžeme nazývat samovolně probíhající oxidační reakci, při které hořlavá látka reaguje vysokou rychlostí s oxidovadlem, a přitom uvolňuje značné množství energie ve formě světla a tepla. K tomu, aby došlo k hoření je třeba přítomnosti hořlavé látky, oxidačního činidla a zdroje zapálení, viz obr. 1. Přitom podmínkou nutnou je pouze přítomnost hořlavé látky. Existují látky, u nichž probíhá oxidace za vzniku hoření již při pokojové teplotě, aniž není třeba zdroje zapálení. Ve většině případů však bez těchto podmínek k hoření vůbec nedojde. Spojení prvních dvou podmínek (hořlavé látky a oxidačního činidla) se také říká hořlavý soubor (Těnovský, 2004)



**Obrázek 1, Trojúhelník hoření, (Zdroj: Uhrová, 2013)**

Způsoby vzniku (iniciace) hoření se rozdělují na:

vzplanutí ovlivněným působením vnějšího zdroje zapálení (plamen, jiskra),

vznícení ovlivněným působením vnějšího zdroje tepla,

samovznícení ovlivněným působením vnějšího zdroje zapálení nebo zdroje tepla (Kvarák, 2005).

#### **1.4 Požár**

Požár je dle vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů definován jako: *„Každé nečekané hoření, při kterém dochází k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nečekané hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy“.*

Požár je jevem nečekaným, který ohrožuje životy, zdraví, materiální hodnoty a životní prostředí, tudíž je důležité stanovit PTCH, které pomáhají určit například nebezpečnosti u hořlavých kapalin, zvolení správného taktického postupu při zásahu, kde se vyskytují nebezpečné látky, nebo slouží vyšetřovatelnosti k zjištění příčin vzniku požáru.

### 1.4.1 Zdroje zapálení

Zápalným zdrojem může být zdroj libovolné formy energie mající dostatečný potenciál potřebný k zapálení konkrétní hmoty. Minimální množství energie nutné k zapálení je dáno především chemickým složením hořlaviny a jejími prostorovými parametry, také teplotou samotného materiálu a jeho okolí a samozřejmě také oxidací potenciálem prostředí (Filipi, 2003).

Zdroje zapálení se dělí na energii:

- tepelnou,
- mechanickou,
- chemickou,
- elektrickou,
- jadernou,
- elektromagnetické záření.

Ne všechny formy energie jsou běžnými zdroji zapálení, ale všechny jimi mohou být. Je ovšem nutno říci, že všechny netepelné formy energie se při procesu zapalování transformují na energii tepelnou. Vyjmenované formy energie, jako možné zdroje zapálení, je proto vhodné považovat za tzv. primární zdroje (Filipi, 2003).

### 1.4.2 Rozdělení látek podle třídy reakce na ohe

Pojem hořlavá látka není chemickým označením třídy látek. Jedná se o roznorodou skupinu látek, které se vyskytují ve všech skupenstvích a mohou mít nejrozličnější formy velikosti částic a kusů (Brumovská, 2008).

Posouzení požárního nebezpečí materiálů a výrobků musí záviset na požárním scénáři. Důležitou úlohou tvůrce předpisů a požární bezpečnostních inženýrů je definování scénářů pro oblasti posuzování, včetně testů hořlavosti pro materiály a výrobky. Hořlavost materiálu je často definována jako proces rozvoje požáru na materiálu, který má za následek jeho zapálení a následné uvolnění tepla. Hořlavost materiálu je potom charakterizována procesem zapálení, šířením plamene a rychlostí hoření. Jednotlivé charakteristiky reprezentující hořlavost mohou být experimentálně stanoveny, včetně faktorů, na kterých jsou významně závislé (Balog, 1999).

Požární bezpečnostní řešení je nedílnou součástí dokumentace pro vydání stavebního povolení, což je ovlivněno výběrem stavebních hmot a jejich PTCH (třída

reakce na ohe , odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.). Tyto stavební hmoty mají vliv i na stanovení odstupových, pop ípad bezpečnostních vzdáleností, i typ únikových cest. Při zpracování požárn bezpečnostního e-ění z hlediska požární bezpečnosti je součástí obsahu údaj o používaných, zpracovaných nebo skladovaných látkách. (vyhlá-ka . 246/2001 Sb.).

Látky se podle třídy reakce na ohe d ílí na:

- nehořlavé stavební výrobky,
- hořlavé stavební výrobky.

*Nehořlavé stavební výrobky*

Podle normy SN EN 13501-1 se rozdují do skupin A1 a A2, které ani při požáru neuvolují teplo, pop ípad je množství uvolněného tepla zanedbatelné, viz příloha A.

*Hořlavé stavební výrobky*

Podle normy SN EN 13501-1 se rozdují do skupin B a F, které mohou uvolňovat teplo, šířit požár a podobně, viz příloha A.

### 1.4.3 Rozdělení látek podle skupenství

Hořlavé látky d ílíme podle skupenství na:

- tuhé -isté chemické látky (nap . fosfor, síra, hliník), směsi a vícefázové soustavy (nap . uhlí, dřev, sláma),
- kapalně íisté chemické látky (nap . metanol, benzen, toluen), směsi (nap . benzín, petrolej, ropa),
- plynně íisté chemické látky (nap . vodík, metan, oxid uhelnatý), směsi (nap . svítiplyn, vodní plyn, zemní plyn) (Volf, 1999).

Plyny se účastní všech reakcí hoření. Zákony, jimiž se plyny řídí, vyjadřují vztahy mezi vztahovými veličinami: tlakem  $p$ , objemem  $V$ , teplotou  $T$ , a množstvím plynu, vyjádřeného například počtem molů  $n$  (Kalousek, 1996).

Hoření istých látek je možno sestavit do podoby chemické rovnice. Každá taková rovnice hoření ukazuje však pouze jen přímou cestu od výchozího produktu ke konečnému a neznámému skutečnému průběhu reakce a tvorbu nestabilních meziproductů hoření (Orlíková, 1999).

## 1.5 Pojárn technické charakteristiky

Pod pojmem PTCH, p ípadn technicko bezpe nostní parametr, si lze obecn p edstavit údaj nebo soubor údaj , které jsou pot ebné pro stanovení preventivních opat ení k ochran ělivota, zdraví osob a majetku. Tento pojem m ěme nalézt v eských právních p edpisech, v zákonu . 133/85 Sb., o pořární ochran ě a ve vyhlá-ee . 246/2001 Sb. o stanovení podmínek pořární bezpe nosti a výkonu státního pořárního dozoru (vyhlá-ka o pořární prevenci). Ov- em ani v jednom z t chto dokument ů se konkrétn ě nehovo í, co se za tímto pojmem skrývá (Mokro-, 2007).

P í praktickém posuzování pořárního nebezpe í ho lavých látek p íhlííme k vlastnostem, které látky vykazují p í n kterých chemickofyzikálních zkou-kách. Krom bodu varu, m rné hmotnosti, rozpustnosti ve vod , které nám ěsto pomáhají ur it vhodný hasební prost edek, je t eba mít na z eteli teplotu vzplanutí, teplotu ho ení, teplotu vznícení, oblast výbu-nosti, teplotu samovznícení, teplotu řhnutí a výh evnost viz p íloha B. Sou asn ě je t eba p íhlédnout k tomu, zda se nejedná o látku, která je oxida ním prost edkem nebo má sklon k samovznícení. Znalost PTCH ho lavých látek je d ležitá zejména pro volbu správného taktického postupu nasazení sil a prost edk . D ležitý význam pak p íkládáme na znalost pořárn technických látek, s nimiž je nezbytné p í zásahu manipulovat. Zejména se jedná o p e erpávání ho lavých kapalin. Nevhodn zvolený technický prost edek m ě p í -patném vyhodnocení vlastností látky iniciovat pořár nebo výbuch (Volf, 1999).

### 1.5.1 Využití PTCH látek

Mofná si to ani neuv domujeme, ale PTCH jsme obklopaní a vyuffíváme je víc, neř si myslíme, a uřl doma, v práci nebo v obchod ě p í nákupu oby ejné řárovky. Jejich vyuffití má řirokou řkálu nap . v chemickém pr myslu p í p eprav , skladování a nakládání s t ěmito látkami.

Pro správnou klasifikaci nebezpe nosti vyráb ěných, pouřívaných, zpracovaných nebo skladovaných látek, jejichř PTCH jsou pot ebné ke stanovení preventivních opat ení k ochran ělivota a zdraví osob a majetku p í provozovaných ěinnostech je rozhodující:

- jejich mnořství,
- zp sob uloření a manipulace,

- fyzikální stav a jeho případné změny,
- tepelný režim,
- reaktivita
- způsob balení,
- objemy obalu a podobně (vyhláška č. 246/2001 Sb.)

#### *Využití PTCH v chemickém průmyslu*

Podle zákona č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změnách v něm (chemický zákon) se určují minimální koncentrace nebezpečných látek obsažených ve směsi. Při klasifikaci nebezpečnosti těchto směsí se určují kategorie nebezpečnosti látky, jako například (vysoce toxická, toxická, flammable, atd.). Látky, které byly vyrobeny a dodávají se na trh, musí být patřičně označeny podle jejich nebezpečných vlastností. V zákoně je to definováno jako: *„Zkoušení nebezpečných vlastností látky nebo směsi se pro účely tohoto zákona provádí u látky a směsi ve stavu, v jakém se vyrábí jí nebo uvádí jí na trh. Osoba, která provádí zkoušení nebezpečných vlastností látky nebo směsi, je povinna před předkládáním výsledků takového zkoušení písemně potvrdit, že zkoušky byly provedeny v souladu se zásadami.“*

Vlastnosti jako podrážka zdraví, toxicita, výbušnost nebo látky oxidující ovlivňují nároky na budovu, v jaké budou látky s těmito vlastnostmi skladovány. Podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsích a o změnách v něm (zákon o prevenci závažných havárií) se dělí látky do skupin A a B. Tyto skupiny se liší množstvím (v tunách) skladovaných látek.

#### *Bezpečnostní listy*

Bezpečnostní listy jsou zavedeným a účinným mechanismem k předávání náležitých bezpečnostních informací v dodavatelském řetězci o látkách a směsích, které splňují konkrétní kritéria klasifikace. Bezpečnostní list by měl podávat komplexní informace o látce nebo směsi, která se používá v profesionálním nebo průmyslovém prostředí. Je zdrojem informací o nebezpečnosti pro životní prostředí a zdraví a o bezpečnostních opatřeních (Fildán, 2015).

Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, ve znění pozdějších předpisů, je definováno mít

bezpečnostní list pro danou látku takto: *Bezpečnostní list se musí poskytnout pro látku nebo směs, která splňuje kritéria klasifikace jako nebezpečná na základě kritérií stanovených nařízením Classification, Labelling and Packaging - CLP*

#### *PTCH v přepravě*

PTCH ovlivňuje významným způsobem nároky na přepravu nebezpečných látek. Podle druhu přepravy se rozlišují na železniční (RID), námořní (IMDG CODE), letecká (ICAO TI), říční (ADN) a nejrozšířenější viditelná každým den silniční (ADR).

Přeprava nebezpečných v cí se řídí vyhláškou č. 64/1987 Sb., vyhláška o Evropské dohodě o mezinárodní přepravě nebezpečných v cí (ADR). Dohoda ADR vznikla v roce 1957 v Ženevě a SSR k ní přistoupila v roce 1987. Norma upravuje, jak lze bezpečně přepravovat nebezpečné látky. ADR zahrnuje zboží do třídy nebezpečnosti.

Podle dohody ADR jsou určovány jednotlivým nebezpečným chemickým látkám následující specifické kódy:

#### *Kemlerův kód a UN kód*

Kemlerův kód bývá nejčastěji aplikován na výstražných tabulkách ve tvaru obdélníku o rozměrech 40 x 30 cm oranžové barvy, viz obr. 2., který je černě ohraničen a podélně rozdělen. V dolní polovině tabule je UN KÓD, který látku jednoznačně identifikuje, a v horní polovině vlastní Kemlerův kód. Kemlerův kód je vyjádřen dvěma až třemi místnou kombinací čísel, která může být doplněna znakem X (Těnovský, 2004).

V případě větší intenzity nebezpečí (vysoká hořlavost) se číslce zdvojí nebo ztrojí (vysoká hořlavost 033). Kemlerův kód musí mít alespoň dvě číslce, proto se používá 0 na doplnění do dvouciferného čísla (Kozák, 2012).

X336 033 prudce hořlavá jedovatá látka, která nesmí přijít do styku s vodou

238 033 hořlavý flammable plyn

52 033 plyn podporující hoření

30 033 hořlavá kapalina





**Obrázek 2, Kemler v kód, (Zdroj: Adámek, 2010)**

*Rozdělení hořlavých kapalin*

Za HK se považuje kapalina, suspenze nebo emulze, splující podmínky i atmosférickém tlaku 101 kPa. Součástí jsou tyto podmínky:

- není při teplotě + 35 °C tuhá ani pastovitá,
- má při teplotě + 50 °C tlak nasycených par nejvýše 294 kPa,
- má teplotu vzplanutí nejvýše + 250 °C,
- lze u ní stanovit teplotu hoření (Těnovský, 2004).

*Třída nebezpečnosti*

Hlavním právním předpisem v této oblasti je Nařízení CLP, ze kterého nám vyplývají všechny typy hořlavých látek. Podle Nařízení CLP se nebezpečné látky rozdělují podle jejich vlastností: fyzikálně-chemické, ohrožující zdraví a životní prostředí a další viz příloha C. Pro stavební účely se HK podle SN 65 0201 Hořlavé kapaliny - Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci rozdělují teploty vzplanutí do čtyř tříd nebezpečnosti:

- I. třída nebezpečnosti teplota vzplanutí do 21 °C,
- II. třída nebezpečnosti nad 21 °C do 55 °C,
- III. třída nebezpečnosti nad 55 °C do 100 °C,
- IV. třída nebezpečnosti nad 100 °C do 250 °C (Těnovský, 2004).

Stanovení teploty vzplanutí a zatížení HK do příslušné třídy nebezpečnosti zajišťuje obvykle výrobce. U dovážených HK zajišťuje zatížení do příslušné třídy nebezpečnosti obvykle dovozce (Těnovský, 2004).

Třída nebezpečnosti se stanovují hlavně z důvodu tvorbě kavosti HK, při nichž se nad kapalinou tvoří velmi hořlavé a se vzduchem výbušné páry. Nutno dodat, že

ke vzplanutí těchto par je potřeba přiblížení otevřeného plamene. Pokud u HK nebyla stanovena teplota vzplanutí, HK se automaticky zařadí do I. třídy nebezpečnosti.

#### *Teplotní třídy*

HK se dále dělí podle teploty vznícení do následujících teplotních tříd:

- T1 - teplota vznícení nad 450 °C,
- T2 - teplota vznícení 300 až 450 °C,
- T3 - teplota vznícení 200 až 300 °C,
- T4 - teplota vznícení 135 až 200 °C,
- T5 - teplota vznícení 100 až 135 °C,
- T6 - teplota vznícení 85 až 100 °C.

Teplotní třídy a třídy nebezpečnosti HK je nutné odlišovat a vždy vyhodnocovat obě charakteristiky. Zejména při erpání HK může dojít k nepřijemnostem. Jsou HK, které náleží do stejné třídy nebezpečnosti (např. I. třídy), ale jsou v různých teplotních třídách. To znamená, že jedna látka se vznítí při zahřátí na teplotu 250 °C (T3), ale druhá již při zahřátí na 85 °C (T6) (Volf, 1999).

Teplotní třídy u HK stanovujeme především proto, že je důležité znát, kdy se tato kapalina vznítí, bez jakékoliv iniciace. Praktická využitelnost této vlastnosti je například v průmyslu u technologií, které jsou promazávány olejem pod vysokými teplotami.

#### *Zjišťování příčin vzniku požárů*

Pro potřeby průsluční, které se vyetováním příčin vzniku požáru zabývají, byla napsána terénní příručka, která slouží k rychlé orientaci na místě požáru a pomoci průslučníkovi zaujmout pevný postoj při předfiném stanovení příčin vzniku požáru. Příručka obsahuje pouze technické informace, případně doplňující praktické poznatky, které byly v průběhu několika desetiletí získány při práci na požárech, při PTE nebo při různých laboratorních pokusech (Kislinger 2015).

V příručce můžeme najít PTCH například koberec a podlahovin, drogistických výrobků, výrobků z dřeva a mnoho dalších. Když ufl byly v úvodu kapitoly zmíněny flárovky, tak v knize jsou obsaženy povrchové teploty flárovek ve vztahu k jejich výkonu, typu a dokonce polohy flárovky. Jsou zde rovněž popsány úinky blesku, jeho stopy po úderu, četnosti úder blesk do jednotlivých druhů porostů nebo parametry bleskových rázových napětí a proudů (Kislinger 2015).

### *Modely požáru*

eské normativní prostředí požární bezpečnosti staveb umožní ve v současné době vedle standardních preskriptivních postupů také využít přístup tzv. požárního inženýrství. Jedná se o disciplínu, která pomocí komplexních inženýrských metod nabízí alternativní řešení v případech, kdy aplikace standardních normativních přístupů vede k neefektivním, nepřiměřeným i dokonce neproveditelným opatřením. Vztahující pozornost, která je tímto metodám a jejich aplikaci věnována, je nutné vnímat jako přirozenou součást v deckotechnického pokroku souvisejícího především s rozvojem výpočetní techniky a možnostem matematického modelování. Podpora využívání moderních softwarových nástrojů a simulačních metod v požární bezpečnosti, zejména pro analýzu požární odolnosti konstrukcí a zpracování požární bezpečnostního řešení staveb, včetně tyto disciplíny jsou součástí modelování požáru (TUPO, 2016).

Modelování požáru je progresivně se rozvíjející disciplína požární bezpečnostního inženýrství, neboť nachází stále větší praktické uplatnění při projektování staveb a jejich konstrukcí, hodnocení nebezpečí požáru, vyšetřování příčin vzniku požáru, řešení nebezpečných plynů a par proudícím atd. Modely předpovídají chování požáru, například ve vnitřním prostoru budov, konkrétně v definovaných pozicích ( $x, y, z$ ) popisují vase simulovaného požáru teploty plynů, rychlosti proudění přes otvory, toky tepla, ztemnění kouřem, tvorbu vybraných toxických plynů/par, snížení pevnosti i míru poškození stavebních prvků a dobu aktivace sprinklerů, detektorů EPS (Dvořák, 2016).

Pro úspěšné řešení simulace požáru musí být specifikovány vstupní parametry: různorodá geometrie požářiště s rozměry podlah, stěn, stropu, otvorů (dveře, okna) a jejich polohy; tepelné technické vlastnosti hraničních povrchů konstrukcí (obklady stěn, stropu); poloha a tepelné technické a požární charakteristiky materiálů v jeho okolí; podmínky vtržení (nucené, přirozené a jejich kombinace); prvky EPS a SHZ a jejich poloha. Fyzikální tepelné technické a požární charakteristiky hořlavých látek/materiálů lze určit laboratorními požárními testy, nebo mohou být nalezeny v literatuře. Pro kvalitu modelování je důležitá studie citlivosti na přesnost jejich popisu. Tepelné technické a požární charakteristiky materiálů jsou důležitá vstupní data, která rozhodují o kvalitě předpovědi numerických modelů a je třeba je volit podle konkrétního scénáře požáru. Data získaná z literatury nebo laboratorních zkoušek však negarantují správné chování dotčených materiálů, jako tomu je v reálném měřítku (Dvořák, 2016).

## 1.6 Plasty

Neustálý růst spotřeby polymerních materiálů ve stavebnictví, elektrotechnice, obalové technice, při výrobě strojních zařízení, v automobilovém průmyslu atd. je podmíněn jejich vhodnými fyzikálními, chemickými i mechanickými vlastnostmi. Náhraza kovových materiálů plasty je vedena snahou po snížení hmotnosti, hlučnosti, spotřeby energie atd. Růst spotřeby plastů však s sebou přináší i zvýšení nebezpečí z hlediska vzniku požáru. Znamená požární riziko plastických hmot vedlo i k vývoji plastů se sníženou hořlavostí. Jejich podstata však zůstává stejná, jedná se stále o organické, a tedy hořlavé materiály. I když při požáru nebo i plamenem, po určité době vlivem vysoké teploty degradují, hoří respektive uhořelí a zcela ztrácejí své mechanické vlastnosti (Filipi, 2003).

Posouzení požárního rizika u různých polymerních materiálů je úkol obtížný a často komplikovaný. Chemický průmysl produkuje stále nové materiály, přičemž jejich PTCH dokonale neznáme, proto na mnoha místech, kde jsou vyfukovány, mohou být zdrojem požáru. Abychom poznali PTCH v praxi používaných materiálů musíme je otestovat souborem vhodných metodik, nebo dosavadní zkušenosti potvrzují, že požární riziko polymerního materiálu není možné posoudit na základě jediného testu. Existuje velký počet faktorů, které je nutno analyzovat při posuzování potenciálního nebezpečí plastů. Jedná se především o tepelné úinky, kdy vysoká teplota vzduchu a toxicita zplodin hoření při inhalaci mohou způsobit poškození zdraví a smrt. Hoření plastů je provázeno velmi horkým plamenem a značným uvolněním tepla. Je proto třeba, aby výrobci, kteří přicházejí s plasty do styku, dobře znali jejich PTCH. Tyto technické parametry by jim měli udávat samotní výrobci plastických hmot (Filipi, 2003).

### 1.6.1 Rozdělení polymerních materiálů

Podle provedení dělíme polymerní materiály na přírodní a syntetické. Většina syntetických plastů však nebývá složená jen z jednoho polymeru. Přísady upravují vlastnosti plastů (mechanické, estetické, elektrické apod.). Zpravidla jsou tvořeny těmi složkami:

- pojivo (základní polymer nebo více polymerních látek),
- plnivo (různé příměsi anorganické i organické),

- přísady (stabilizátory, maziva, změkčovadla, pigmenty apod.) (Filipi, 2003).

*Rozdělení plastických hmot podle fyzikálních vlastností a jejich změn účinkem tepla*

1. Plastomery (termoplasty) - jsou makromolekulární látky, které se zahátím stávají plastickými a dají se libovolně tvarovat (PE, PP, PVC, PS, PMMA a další)
2. Duromery (reaktoplasty, termosety) - jsou makromolekulární teplem tvrditelné látky. Při soběním tepla při tvarování se strukturně změny vytvrzují. Novým zahátím je již nelze přivést do plastického stavu (PF- fenolformaldehydové pryskyřice, UF- formalinovoformaldehydové pryskyřice, epoxidy, které polyuretany a další)
3. Elastomery (elasty) - jsou makromolekulární látky s elastickými vlastnostmi. Zahátím je nelze plasticky tvarovat (přírodní kaučuk, butadienový kaučuk, butadienstyrenový kaučuk). Tato skupina se často uvádí zvlášť, protože materiály do ní spadající je možno zařadit do jedné z výše uvedených skupin, nejčastěji mezi duromery (Filipi, 2003).

*Požárně technické vlastnosti polymerních materiálů*

Mezi základní požárně technické vlastnosti materiálů patří vznikotlivost, hořlavost a tvorba dýmu. Účinkem tepla na polymer dochází k mnoha postupným i paralelním fyzikálním a chemickým dějům. Plastické hmoty obsahují převážně uhlík a vodík. Tyto základní prvky často doplňuje také kyslík, případně dusík, které plasty dále obsahují halogen, nejčastěji chlór, proto při dokonalé termooxidaci, vzniká převážně oxid uhličitý a voda jako nejstabilnější produkty. V případě požáru, respektive nekompletního spalování, však vzniká při hoření mnoho dalších, ve většině případů toxických zplodin. Jsou to například oxid uhelnatý, aldehydy, kyseliny, deriváty uhlovodíku, kyselina chlorovodíková, benzen, styren, polycyklické aromáty, a další, u dusíkatých látek například kyanovodík a oxidy dusíku. Tyto látky působí toxicky dusivě nebo dráždí dýchací cesty, jiné sliznice, případně i nechráněnou pokožku (Filipi, 2003).

### **1.7 Stanovení PTCH látek**

PTCH nejsou aťna výjimky fyzikální konstanty, nýbrž konvenční veličiny. Rozsah zkoušek je nutné stanovit v úzké spolupráci mezi zkušební laboratoří a užívatelem, aby mohly být co nejpřesněji stanoveny tyto parametry. A v návaznosti na tyto výsledky byl

co nejlépe vyřešen cíl zkoušek o návrh vhodných ochranných opatření proti vzniku požáru a výbuchu, respektive proti jejich únikům.

Hodnoty z různých literárních pramenů pro určitou látku a určitou charakteristickou hodnotu často téměř souhlasí. Rozdíly mohou být podmíněny stupněm istoty zkoušených látek, rozdílností zkušebních metod a přesností zkušebních metod. Neistoty v látkách mají velký vliv na hodnotu PTCH, například mohou nízkovroucí neistoty ve směsi látek snížit bod vzplanutí a také dolní mez výbušnosti par nad kapalinou. Stanovování PTCH není globálně dosud sjednoceno. V jednotlivých zemích platí vztahově různé normové metody. Rozdíly těchto metod mohou být nevýznamné a mohou mít jen malý úinek na zjištěné hodnoty (Steinleitner, 1990).

### 1.7.1 Chemické a fyzikální metody používané v TÚPO

PTE v oboru zjištění příčin vzniku požáru je vlastně velmi sofistikovaná analýza veškerých dostupných informací souvisejících s daným požárem. Vyhodnocením veškerých informací a poznatků lze potvrdit jednu z možných verzí příčin vzniku požáru a často i vysvětlit jeho průběh a šíření. Kromě informací z místa požáru, fotodokumentace, technické dokumentace, informací získaných ve spolupráci s Policií

Ra a ostatními subjekty, je třeba znát fakta o látkách a materiálech nacházejících se v ohnisku a jeho blízkosti z hlediska chemického složení, přítomnosti hořlavých látek a PTCH jako je hořlavost, možnost vznícení, vzplanutí, samovznícení aj. K získání těchto údajů slouží sada chemických a fyzikálních metod, které je možné aplikovat u odebraných vzorků z požářiště (Charvátová a kol., 2015).

Chemicko-fyzikální metody nejčastěji využívané k provádění PTE v TÚPO můžeme rozdělit na čtyři skupiny:

1. Metody zjištění látkové podstaty
2. Chemické metody plynové chromatografie
3. Metody přímého stanovení PTCH vzorků
4. Metody zjištění sklonu látek k samovznícení

#### *Metody zjištění látkové podstaty*

Metody sloužící k identifikaci látky nebo zjištění chemického složení neznámé látky z požářiště ať už se jedná o pevnou látku, kapalinu nebo plynnou směs. Ze složení

lze potom určit například teplotu vznícení a vzplanutí nebo odhadnout na které další PTCH dle lefít pro provedení PTE (Charvátová a kol., 2015).

*Chemické metody plynové chromatografie – prokázání stop akceleračních a analýzy organických kapalin*

Pomocí této metody lze stanovit složení neznámé organické kapalné látky nebo složení směsi látek. Analýza tavených látek zachycených na povrchu pevných vzorků je hojně využívána pro dokazování přítomnosti stopových kapalin používaných jako látky podporujících hoření. Prokázáním přítomnosti stop automobilového benzínu nebo motorové nafty, což jsou látky nejčastěji používané jako akceleranty hoření, se může významně podpořit hypotéza úmyslného založení požáru (Charvátová a kol., 2015).

Princip této metody spoívá v tom, že z pevného vzorku z požáru jsou selektivně vyextrahovány stopy organických látek, což mohou být jednak balastní produkty hoření, ale i sledované stopy kapalin. Tato směs je pak velmi rozmanitá směs látek je pak v koloně plynového chromatografu rozdělena a jednotlivé složky jsou potom postupně přiváděny do prostoru detektoru, kde jsou identifikovány a je hodnoceno i jejich poměrné množství. Jako detektor je v případě analýz vzorků z požárů často používán hmotnostní spektrometr. Hmotnostní spektrum každé nalezené složky je softwarově srovnáno se spektry uloženými v databázi a na základě jejich podobnosti je složka identifikována (Charvátová a kol., 2015).

V TÚPO se k výše uvedeným analýzám používá plynový chromatograf Trace GC Ultra s kvadrupolovým hmotnostním spektrometrem DSQ II, nebo plynový chromatograf Agilent HP7890A s hmotnostním spektrometrem typu TOF - Pegasus 4D (Charvátová a kol., 2015).

*Metody plynové chromatografie vhodné k chemickým analýzám plynných směsí*

V laboratorích TÚPO je možné metodami plynové chromatografie zkoumat též neznámé plynné směsi. Tyto speciální chromatografické metody lze využít například pro identifikaci chladiva v chladírenských zařízeních, inertní atmosféry v technologických procesech a jejich nečistot apod.

K analýzám tohoto typu je k dispozici další plynový chromatograf Trace GC Ultra vybavený speciálními PLOT kolonami schopnými rozdělit permanentní plyny (dusík, kyslík, CO<sub>2</sub>, argon, freony aj.) (Charvátová a kol., 2015).

### *Metody spektroskopické*

V případě, že je k dispozici malá množství vzorku, nelze přímo stanovit požadované PTCH, ale je možné zjistit nejprve látkovou podstatu vzorku a potom vyhledat jejich PTCH z tabulek. Takovými metodami, které nám umožní jednoduše stanovit molekulární složení neznámých látek, a to navíc nedestructivním způsobem jsou metody infra červené a Ramanovy spektroskopie (Charvátová a kol., 2015).

Infra červená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR spektroskopie) využívá interakce infra červeného (dále jen I<sup>1</sup>) záření se vzorkem, kdy dochází k absorpci I<sup>1</sup> záření vzorkem. Pohlcení části I<sup>1</sup> záření vede ke změně v intenzitě a rozmístění jednotlivých absorpčních pásů. Intenzita naměřených pásů je přímo úměrná koncentraci odpovídající složky, poloha pásů určuje zastoupení funkčních skupin. Výsledné spektrum vzorku je porovnáváno s dostupnými knihovny spekter. Tato metoda je vhodná především pro identifikaci organických i anorganických látek, plastů, nádobných hmot, stavebních a konstrukčních materiálů apod. Pomocí této metody lze měřit pevné, kapalné i plynné látky. V TÚPO se používají FTIR spektrometry AVATAR 320 a přenosný IR 100 spolu s ovládacím softwarem Omnic (Charvátová a kol., 2015).

Ramanova spektroskopie podobná jako I<sup>1</sup> spektroskopie měří vibrační pohyby molekuly. Pozorovaný fyzikální jev je však odlišný. Ramanova spektrometrie měří rozptyl světla, zatímco I<sup>1</sup> spektrometrie je založena na absorpci fotonů. Výsledkem je optické spektrum, které jednoznačně určuje molekulovou strukturu analyzovaného vzorku. Využití Ramanovy spektroskopie je podobné jako FTIR spektroskopie, přičemž se možnosti obou metod do značné míry doplňují. TÚPO využívá k analýzám disperzní Ramanovy spektrometry Almega XRTM a NFR 9650 FT. Tyto přístroje v kombinaci s optickým mikroskopem umožní zkoumat i vybrané mikroskopické plochy na povrchu neznámého vzorku (Charvátová a kol., 2015).

### *Metody elementárních analýz vzorků z požárů*

Pro zjištění prvkového složení například v kovových slitinách, popelu nebo v uhlíkatých zbytcích můžeme použít metody fluorescenční rentgenové analýzy a uhlíku, vodíku, dusíku elementární analýzy (Charvátová a kol., 2015).

Rentgenová fluorescenční spektroskopie (RTG) je založena na charakteristickém rentgenovém záření emitovaném atomy vzorku, kde každému prvku odpovídá



charakteristická vlnová délka. Intenzita charakteristického záření je úměrná koncentraci daného prvku ve vzorku a jejím měřením lze tedy určit kvantitu. Jedná se o elementární multiprvkovou analýzu, kterou lze detekovat prvky od protonového čísla 11 a lze měřit jak pevné tak kapalné vzorky. Provádí se na rentgenovém fluorescenčním spektroskopu XEPOS. Metoda je velmi vhodná pro stanovení prvkového složení neznámého vzorku anorganického povodu v pevném i kapalném skupenství (Charvátová a kol., 2015).

#### *Metody přímého stanovení požárně technických charakteristik*

Pokud je vzorek dostupný v dostatečném množství a ve vhodné formě, mohou se přímo stanovit jeho PTCH požadované pro provedení PTE (Charvátová a kol., 2015).

#### *Metody stanovení PTCH pevných látek*

PTCH pevných látek z požár se stanovuje na základě dle SN 64 0149 Stanovení vznítlivosti materiálu, v komorové peci dle Setchkina viz obr. 5. Lze na ní stanovit teplotu vznícení a teplotu vzplanutí vzorků pevných látek (Charvátová a kol., 2015).

Vznítlivost je schopnost materiálu zapálit se při zahívání za zvýšených teplot. Vyjaduje se teplotou vzplanutí a vznícení. Teplota vzplanutí je nejnižší teplota vzduchu proudícího kolem vzorku, při které dojde k soběním vnějšího zápalného zdroje k zapálení směsi plyných produktů rozkladu. Teplota vznícení je nejnižší teplota vzduchu proudícího kolem vzorku nebo produktu rozkladu bez přítomnosti vnějšího zápalného zdroje projevujícího se plamenem nebo výbuchem (SN 64 0149).



**Obrázek 3, TÚPO - pracovní stanovení vztlaků pevných materiálů (Zdroj: Charvátová a kol., 2015).**

#### *Simultánní termická analýza (STA)*

Pro stanovení tepelného chování malých množství pevných vzorků například zjistění bodu tání kovových slitin je možné využít prostředky termogravimetrické analýzy. V těchto případech je využívána metoda simultánní termické analýzy, kdy se stanovuje chování látek při zahívání za definovaných podmínek, tj. v atmosféře vzduchu nebo v inertní atmosféře se zvolenou konstantní rychlostí ohřevu a maximální teplotou. Výstupem je závislost hmotnosti vzorku na teplotě nebo na čase a záznam tepelných změn v průběhu termické analýzy. V laboratorních TÚPO je využíván přístroj STA i 1500, který umožňuje hodnotit vlastnosti vzorku zahívaných až do teploty 1500 °C (Charvátová a kol., 2015).

#### *Metody pro stanovení PTCH hořlavých kapalin*

Slouží především k zařazení HK do třídy nebezpečnosti. U neznámých vzorků kapalin z požárním újím zjistit vlastnosti a tedy i pravděpodobné chování vzorku HK v souvislosti s požárem (Charvátová a kol., 2015).

Metody se dají rozdělit do dvou skupin a to v uzavřeném a otevřeném kelímku.

Metoda v otevřeném kelímku:

SN EN ISO 2592 slouží ke stanovení bodu vzplanutí a hoření v otevřeném kelímku podle Clevelanda. Zkušební vzorek je zahříván konstantní rychlostí. Vzniklé páry se zapalují zkušebním plamenem. Metoda je vhodná pro hořlavé kapaliny s bodem vzplanutí v otevřeném kelímku nad 79 °C (Těvčík, Suchý, 2014).

Metody v uzavřeném kelímku se dělí podle:

SN EN ISO 3679, která slouží ke stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku rychlou rovnovážnou metodou. Při této zkušební metodě je zkušební vzorek dávkován v malém množství jím do předem zahřátého nebo ochlazeného kelímku. Po dosažení rovnováhy je aplikován zdroj zapálení. Tato metoda je vhodná pro hořlavé kapaliny s předpokládaným bodem vzplanutí od -30 °C do +300 °C (Těvčík, Suchý, 2014).

SN EN ISO 2719, která slouží ke stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku. Zkušebním zařízením je přístroj podle Penskyho-Martense. Při této zkušební metodě se zkoušený vzorek zahřívá konstantní rychlostí za rovnoměrného míchání a pomocí zapalovacího zařízení se zkouší jeho vzplanutí. Metoda je vhodná pro hořlavé kapaliny s předpokládaným bodem vzplanutí nad 40 °C (Těvčík, Suchý, 2014).

SN EN 57, slouží ke stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku. Zkušebním zařízením je přístroj podle Abela-Penskyho. Kelímek naplněný zkušebním vzorkem je ohříván konstantní rychlostí ve vodní nebo glycerinové lázni se vzduchovou mezerou mezi vodní lázní a kelímkem. Uvolněné páry se zapalují hořálkem, který je umístěn na víku kelímku. Metoda je vhodná pro hořlavé kapaliny s předpokládaným bodem vzplanutí od +5 °C do +65 °C (Těvčík, Suchý, 2014).

SN EN ISO 1523, slouží ke stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku rovnovážnou metodou. Zkušební vzorek je dávkován v malém množství do předem zahřátého nebo ochlazeného kelímku. Po dosažení rovnováhy je aplikován zdroj zapálení. Je vhodná pro hořlavé kapaliny s bodem vzplanutí od -30 °C do +110 °C (Těvčík, Suchý, 2014).

SN EN ISO 13736, slouží ke stanovení bodu vzplanutí v uzavřeném kelímku podle Abela. Zkušební vzorek se zahřívá konstantní rychlostí za stálého míchání. V pravidelných intervalech se provádí sklápění zdroje zapálení přes víko zkušební

nádoby. Je vhodná pro hořlavé kapaliny s bodem vzplanutí od  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (Těvřík, Suchý, 2014).

#### *Metody zjištění sklonu látek k samovznícení*

Samovolné vznícení hořlavých prachů závisí na jejich chemickém složení, velikosti a geometrii soustavy materiálu a v neposlední řadě na okolní teplotě. Povrch molekul částic hořlavého prachu podléhá exotermickým reakcím s kyslíkem obsaženým ve vzduchu pronikajícím do volných mezer mezi částicemi. Jakékoliv takto uvolněné teplo způsobí nárůst teploty systému reaktivního prachu a vzduchu. Tepelná rovnováha mezi teplem vytvářeným v objemu vzorku a tepelnými ztrátami do okolí je rozhodující, zda bude dosaženo ustáleného stavu nebo zda teploty ve vzorku budou růst až do samovznícení prachu (Charvátová a kol., 2015).

#### *Metoda stanovení sklonu kapalných a pastovitých látek k samovznícení*

Chemické samovznícení je spontánní ohřev některých rostlinných olejů (a materiálů, které je obsahují jako náterové hmoty, tmely, lepidla), tj. látek s významným podílem dvojných vazeb v molekulové struktuře. Princip samozahřívání vedoucího k samovznícení spočívá ve vývinu reakčního tepla při degradaci dvojných vazeb za tzv. příznivých podmínek (Charvátová a kol., 2015).

#### *Metoda kónické kalorimetrie*

Kónický kalorimetr podle ISO 5660-1 slouží ke stanovení jedné z nejdůležitějších požárně-technických charakteristik, konkrétně parametru rychlosti uvolňování tepla (HRR). Tato charakteristika indikuje velikost požárního nebezpečí, vyjadřuje míru hořlavosti materiálu a zároveň slouží jako důležitý nástroj při modelování rozvoje požáru a simulaci požárních scénářů.

Dalšími důležitými veličinami, které měříme při měření na kónickém kalorimetru zjišťovat, jsou celkové uvolněné teplo (THR), intenzita vyzařování tepla (ARHE) a maximální intenzita vyzařování tepla (MARHE). Celkové uvolněné teplo vyjadřuje, kolik tepla se z materiálu uvolní během celého procesu hoření. Intenzita vyzařování tepla vyjadřuje průměrné množství uvolněného tepla v určitém časovém kroku. Hodnota MARHE odpovídá maximální zjištěné hodnotě ARHE. Parametry ARHE a MARHE jsou definovány v normě SN EN 45545-2. Pro stanovení požadovaných parametrů

jsou zkoušky minimálně dvakrát opakovány (tj. celkem jsou provedeny minimálně 3 zkoušky).

## **2 Cíl práce, výzkumná otázka**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem této práce je stanovit PTCH ho lavých látek a materiál pouflitých v osobních automobilech. Porovnat zji-t né údaje u vybraných stavebních a dekora ních materiál s d ív j-ími hodnotami PTCH zji-t nými v TÚPO.

### **2.2 Výzkumná otázka**

Pro bakalá skou práci byla stanovena výzkumná otázka: šBudou zji-t né hodnoty teplot vznícení, vzplanutí a flhnutí dle nových metodik shodné se stávajícími hodnotami?

### 3 Operacionalizace pojmů použitých v cíli práce

K vypracování této práce byla využita řada metod a pojmů jako;

1. Kvalitativní výzkum o jeho zásadou je, že použité výzkumné metody musí být vhodné pro zodpovězení výzkumné otázky. Popisuje metody sběru dat, jejich kódování, vyhodnocování a interpretaci.
2. Odborná expertíza o znalecký posudek.
3. Znalecký posudek o jeho účelem je získat informace, které jsou pro dané téma podstatné a závisí na odborných znalostech.
4. Požární technická expertíza o je to soubor mnoha metod ke stanovení vzniku požáru.
5. Teplota vzplanutí o označována jako FIT je nejnižší teplota vzduchu proudícího kolem vzorku, při které dojde k soběmím vnějšího zápalného zdroje k zapálení směsi plyných produktů rozkladu.
6. Teplota vznícení o označována jako SIT je nejnižší teplota vzduchu proudícího kolem vzorku, při které dojde k samostatnému zapálení vzorku nebo produktů rozkladu bez přítomnosti vnějšího zápalného zdroje projevujícím se plamenem nebo výbuchem.
7. Vznitlivost o je schopnost materiálů vznítit se při zahřívání za zvýšených teplot. Vyjaduje se teplotou vzplanutí a teplotou vznícení.
8. Teplota flhnutí o označována jako GLT je definována jako minimální teplota, při které materiál trvale flhne v průběhu zkoušky (to znamená do 15. minut)
9. Požární technická charakteristika o je údaj nebo soubor údajů potřebný pro stanovení preventivních opatření k ochraně života a zdraví osob.
10. Hořlavá látka o je látka, u níž po zapálení dochází k samotnému hoření.
11. Hořlavý materiál o je soubor látek, u kterých po zapálení dochází k samotnému hoření.

## 4 Metodika

Práce je zpracována formou kvalitativního výzkumu. Byla provedena re-er-e z poufítých zdroj informací v oblasti PTCH a získané poznatky byly analyzovány. Syntézou poznatk z expertíz vze-ly nam ené hodnoty, které jsou uvedeny v kapitole Výsledky. Informace pro teoretickou ást bakalá ské práce byly erpány hlavn z právních p edpis , technických p edpis a z odborných publikací a knih zabývajících se problematiku PTCH, jejich stanovování a využití.

V práci je p edev-ím popsáno rozsáhlé využití PTCH a je kladen d raz na jejich nutnou znalost v r zných oborech. Dále je zde popsána problematika plast , rizika spojená s jejich využitím, jejich vlastnosti a rozd lení. Popisovány jsou materiály vyrobené z polymeru a jejich poflárn technické vlastnosti.

Dále jsou popsány metody, kterými se stanovují PTCH v TÚPO. Jsou rozd leny do ty základních skupin, a to na metody zji-t ní látkové podstaty, chemické metody plynové chromatografie, metody p ímého stanovení PTCH vzork a metody zji-t ní sklonu látek k samovznícení. Základní poufítou výzkumnou metodou byla metoda experimentálního zji-t ní hodnot PTCH látek. Nam ené hodnoty byly zji-t ny za poufítí dvou metod, a to stanovení PTCH dle Setchkina a kónická kalorimetrie.

### 4.1 Stanovení PTCH dle Setchkina

Metodu lze poufít pro hodnocení plast ve form prá-k , granulátu, kompaktní form (desti ky, hranolky), ve form tuhých a m kkých fólií a leh ených tvrdých a m kkých materiál , pro textilie, d evo a jiné pevné materiály ( SN 64 0149)

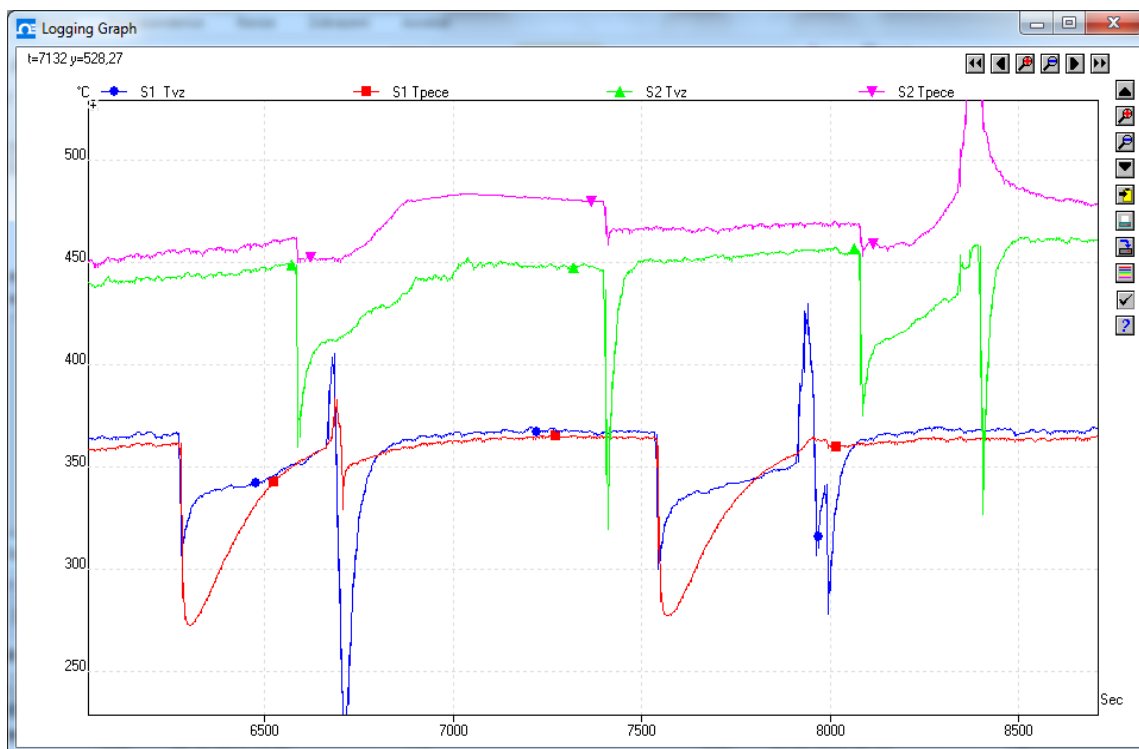
Pro zkou-ku byly dle SN 64 0149 Stanovení vzn tlivosti materiál naváflely vzorky v rozmezí hmotnosti 2 g afl 3 g. Tenké tvrdé materiály byly p ipraveny ve form desti ek 15 mm x 15 mm afl 20 mm x 20 mm, které byly navrstveny a svázány tenkým drátkem. M kké leh ené fólie, m kké fólie a textilie byly ve form smotku -í ky 15 mm afl 20 mm ovinutého rovn fl tenkým drátkem ( SN 64 0149).

Vzorek materiálu byl zah íván proudem vzduchu o ur ité konstantní teplot a konstantní rychlosti proud ní a sledovalo se, zda b hem 15 min. nedo-lo ke vzplanutí i vznícení materiálu. Tyto teploty byly stanoveny odd len v každé peci ve vyfíhaném kelímku vysokými teplotami, s cílem zaji-t ní p esnosti m ení. Vznik plamene byl zji- ován vizuáln a sou asn sledován pr b h teploty vzorku s asem b hem



stanovení. Zvolila se teplota blízká předpokládané hodnotě teploty vzplanutí nebo vznícení zkoušeného materiálu (studium literatury, tabulek, odhadem, výpočtem). Regulátor teploty byl nastaven tak, aby byla dosažena zvolená teplota vzduchu v peci. Po dosažení teplotní rovnováhy se před vlastním stanovením udržovala v peci konstantní teplota zvolená ještě po dobu 10 minut. Jestliže do 15 min od začátku zkoušky nedošlo ke vzplanutí či vznícení, opakovalo se stanovení vždy s novým vzorkem při teplotách zvyšujících se postupně o 10 °C. Konečnou minimální teplotou vzplanutí či vznícení byla teplota, při které již došlo ke vzplanutí či vznícení do 15 min. Každý vzorek byl měřen 2 x a výsledná hodnota je průměrem naměřených hodnot (SN 64 0149).

Každá pec byla propojena s počítačem, který byl vybaven vyhodnocovacím softwarem termolánkovou ústřednou TC08. Výsledky byly zobrazovány graficky na ose x, která znázorňuje čas a na ose y, která znázorňuje teploty pece a teploty vzorku. Na obrázku 5.5 můžeme vidět, že červenou křivkou byla označena teplota pece a teplota vzorku v této peci byla označena modrou křivkou. Náhlé snížení teploty vzorku znamená, že měřený vzorek byl vložen do pece. Vzrost vzorku byla zobrazena náhlým nárůstem teploty vzorku.



**Obrázek 4, vyhodnocovací software TC08 s viditelnými píky vzn tlivosti, (Zdroj: vlastní výzkum).**

## **4.2 Kónická kalorimetrie**

Základní částí měřicího zařízení, které bylo použito, je elektricky vyhřívané těleso kónického tvaru o výkonu 5 kW. Sálavý tok tepla dosahuje maximální hodnoty  $100 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Regulátor teploty pracuje s přesností  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Měření úbytku hmotnosti vzorku bylo prováděno na váze s přesností 0,1 g. Vzorek vložený do drfáku byl umístěn 25 mm pod kónický zářič. Zapalován byl jiskrou svíčky napájené z 10 kV transformátoru. Spaliny vzniklé hořením vzorku byly odtahovány, přičemž se měřil proud zplodin hoření. Vzorek spalin pro analýzu se odebíral prstencovou sondou, která byla umístěna na primárním potrubí ventilátoru. Sběr dat byl prováděn z analyzátoru kyslíku, oxidu uhlíkatého a uhelnatého, váhy tlakové clony a termolánku umístěného v odtahu spalin. Data se ukládala každých 5 s v PC, na kterém se dále pořizovaly požadované parametry. (Těvřík, Suchý, 2014)

Pro zabezpečení správné funkce byla před samotným měřením provedena kalibrace celého přístroje. Zkoušku bylo tedy nutné zařadit zapnutím všech měřicích a záznamových přístrojů. Jednalo se o analyzátor plynu a připojené PC, napájení kalorimetru, elektronickou váhu, kónický radiátor a jiskřičku. Váha a plaměnicí kalorimetru

byly chlazeny vodním okruhem, jehož p ívod bylo také nutno zapnout. Dále bylo nutno nastavit dle kalibra ní tabulky teplotu výh evné spirály konického radiátoru odpovídající požadované hustot tepelného toku a vy kat ustálení. Po ustálení teploty výh evné spirály byla zapo ata vlastní zkou-ka.

P ed vložením vzorku materiálu byly váhy tárovány s prázdným nosi em vzorku tak, aby byla m ena samotná hmotnost vzorku a nikoliv hmotnost vzorku s nosi em. Poté bylo nutné zapnout p ívod vzduchu a nastavit konstantní pr tok. Následn se umístil nosi se vzorkem do aparatury a vy kalo se ustálení váhy. Po ustálení hodnoty zobrazované na váze se zapnulo zaznamenávání hodnot, odstranila se stínící clona, umístilo zapalovací za ízení do správné polohy a zapo alo samotné m ení asu (Vystr il, 2014).

#### 4.2.1 Princip m ení

Principem m ení bylo p sobení sálavého toku tepla na povrch zku-ebního vzorku. Zku-ební vzorek o rozm rech (10 x 10 cm) a maximální tlou- ce 5 cm se na kónickém kalorimetru vystavoval zvolenému sálavému toku tepla ve dvou polohách, a to horizontální a vertikální.

##### *Měření podle ISO 5660-1*

Vzorky byly p ed vlastním provedením zkou-ky klimatizovány po dobu 24 hodin v klimatiza ní komo e p i teplot ( $23 \pm 2$  °C) a relativní vlhkosti ( $50 \pm 5$  %). Sálavý tok tepla byl nastavován na  $25 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Sb r dat v pr b hu zkou-ek probíhal v závislosti na chování zkou-ených materiál b hem zkou-ek podle toho, co nastalo d íve:

- po dobu 32 minut p i soustavném ho ení vzorku,
- po dobu 30 minut, kdyfl vzorek neho el,
- dokud se hodnota koncentrace kyslíku nevrátila na po áte ní hodnotu koncentrace kyslíku,
- dokud hmotnost vzorku nebyla nulová.

V každém p ípad doba zkou-ky byla minimáln 5 minut. Hodnoty byly m eny kontinuáln v asových intervalech 5 s pro dlouho ho ící vzorky a 2 s pro vzorky, které ho ely mén jak 3 minuty (Těv ík, Suchý, 2014).

## 5 Výsledky

### 5.1 Výsledky metody stanovení PTCH dle Setchkina

Touto metodou byly zkoušeny materiály, které byly použity v osobních automobilech. Jedná se o materiály, ze kterých byly vyrobeny sedáky, motorové kryty a skříňky palubních desek.

Dále se měly stavební a dekorativní materiály, které jsou porovnávány s hodnotami naměřenými v TÚPO v roce 2002.

**Tabulka . 1, vznítlivosti materiálů sedáček u osobních automobilů**

Značka automobilu	Typ materiálu	FIT [°C]	as [min]	SIT [°C]	as [min]
Ford Focus 2011	pěna (PUR)	350	14:50	380	9:00
	tkanina	400	9:20	470	4:40
Opel Astra 2011	pěna (PUR)	350	12:00	380	9:10
	tkanina	390	9:40	380	9:00
Renault Clio 2011	pěna (PUR)	360	10:30	390	8:10
	tkanina	390	9:20	470	4:30
VW Golf 2011	pěna (PUR)	350	12:10	400	8:00
	tkanina	390	12:30	470	4:30
Škoda Octavia 2011	pěna (PUR)	350	11:00	390	7:50
	tkanina	390	11:50	450	15:00

**Zdroj: vlastní výzkum.**

V tabulce . 1 jsou zobrazeny teploty vznícení a vzplanutí materiálů, ze kterých byly vyrobeny sedáky v jednotlivých značkách automobilů a čas, ve kterém k vznícení či vzplanutí došlo. Nejvyšší teploty vznítlivosti byly naměřeny u tkaniny použité v automobilu Ford Focus. Naopak nejnižší hodnoty vykazovaly vzorky pěny vyrobené z PUR u automobilů Opel Astra a Ford Focus.

**Tabulka . 2, vzn tlivosti materiál motorových kryt osobních automobil**

Zna ka automobilu	Typ materiálu	FIT [°C]	as [min]	SIT [°C]	as [min]
Ford Focus 2011	tkanina	370	9:40	440	4:50
	plast (PA6)	410	15:00	450	11:27
Opel Astra 2011	p na (PUR)	390	14:50	> 460	málo vz.
	plast (PA66)	420	14:40	480	11:00
Renault Clio 2011	plast (PA6)	410	14:10	450	9:10
VW Golf 2011	plast (PA6)	430	8:40	460	9:00
Škoda Octavia 2011	p na (PUR)	340	13:10	400	6:40
	plast (PA6)	410	15:00	460	9:50

**Zdroj: vlastní výzkum.**

V tabulce . 2 jsou zobrazeny teploty vznícení a vzplanutí materiál , ze kterých byly vyrobeny kryty motoru v jednotlivých zna kách automobil a as, ve kterém ke vznícení i vzplanutí do-lo. Nejvy—í teplota vznícení byla nam ena u materiálu vyrobeného z PA66 poufitého v automobilu Opel Astra. Nejniří teplota vznícení byla nam ena u materiálu vyrobeného z PUR u automobilu zna ky Škoda Octavia. Teplota vzplanutí byla rovn ři nejniří u materiál z PUR p ny v automobilu Škoda Octavia a nejvy—í u materiálu vyrobeného z PA6 poufitého v automobilu zna ky VW Golf.

**Tabulka . 3, vzn tlivost materiál sk ín k palubních desek osobních automobil**

Zna ka automobilu	Typ materiálu	FIT [°C]	as [min]	SIT [°C]	as [min]
Ford Focus 2011	PE	370	10:50	400	11:50
Opel Astra 2011	PP	370	14:00	400	10:00
Renault Clio 2011	PE	370	9:50	390	12:20
VW Golf 2011	PP + EPDM	380	9:40	420	10:10
Škoda Octavia 2011	PP/PE/EPDM	370	12:00	400	11:20

**Zdroj: vlastní výzkum.**

V tabulce . 3 jsou zobrazeny teploty vznícení a vzplanutí materiál , ze kterých byly vyrobeny sk í ky palubních desek v jednotlivých zna kách automobil a as, ve kterém ke vznícení i vzplanutí do-šlo. Nejvyšší teplota vznícení byla nam ena u materiál sk í ky v automobilu zna ky VW Golf, naopak nejnižší teplota vznícení byla nam ena u zna ky Renault Clio. Teploty vzplanutí byly u v-ech zna ek automobil stejné, jen u zna ky VW Golf byla teplota vzplanutí o 10 °C vyšší.

**Tabulka . 4, vzn tlivost a teplota fhnutí stavebních a dekora ních materiál -  
výsledky z roku 2002**

Název materiálu	Pouffití	FIT [°C]	SIT [°C]	GLT [°C]
Styropor Lano	Obuvnický materiál	310	310	-
Duroplast	Konstruk ní materiál	350	410	-
Leskymo	Um lá kofle-ina	190	450	-
Grenamat B	Lisovaná d evot íska	320	440	-
Bituminovaná vlnovka	St e-ní krytina	340	390	-
Polyethylentereflát	Výroba PET láhví	360	410	-
Helga	Dekora ní materiál	250	400	220
Guma opravá ská	Obuvnický materiál	330	350	-
Novoflor standart	Interiéry bytu	290	410	-
Akrylobutadienstyren	Interiéry bytu	330	440	-
Umakart	Interiéry bytu	330	440	-
Goldgrace - -edý	Interiéry bytu	300	350	-

**Zdroj: TÚPO**

V tabulce . 4 jsou zobrazeny teploty vznícení, vzplanutí a fhnutí stavebních a dekora ních materiál , které byly stanoveny v roce 2002 v TÚPO. Teplota fhnutí byla stanovena pouze u dekora ního materiál s obchodním názvem Helga. Nejvyšší teplota vznícení byla nam ěna u materiál s obchodním názvem Leskymo, nejnižší u obuvnického materiálu s obchodním názvem Styropor Lano. Nejvyšší teplota vzplanutí byla nam ěna u materiál ur ěného na výrobu PET lahví a nejnižší teplota byla nam ěna u materiál s obchodním názvem Leskymo.

**Tabulka . 5, vzn tlivost a teplota fhnutí stavebních a dekora ních materiál ó výsledky z roku 2018**

Název materiálu	Pouffití	FIT [°C]	SIT [°C]	GLT [°C]
Styropor Lano	Obuvnický materiál	330	410	-
Duroplast	Konstruk ní materiál	390	440	-
Leskymo	Um lá kofe-ina	240	520	-
Grenamat B	Lisovaná d evot íska	310	470	-
Bituminovaná vlnovka	St e-ní krytina	370	430	-
Polyethylentereflát	Výroba PET láhví	390	480	-
Helga	Dekora ní materiál	280	470	260
Guma opravá ská	Obuvnický materiál	370	420	-
Novoflor standart	Interiéry bytu	330	430	-
Akrylobutadienstyren	Interiéry bytu	370	470	-
Umakart	Interiéry bytu	370	480	-
Goldgrace - -edý	Interiéry bytu	340	410	-

**Zdroj: vlastní výzkum.**

V tabulce . 5 jsou zobrazeny teploty vznícení, vzplanutí a fhnutí stavebních a dekora ních materiál , které byly nam ěny, aby mohly být porovnány s hodnotami stanovenými v roce 2002. U v-ech stavebních a dekora ních materiál do-lo k nár stu teplot vznícení, vzplanutí a fhnutí, ale materiály s nejvy-í a nejniř-í vzn tlivostí z staly stejné jako v roce 2002, viz text pod tabulkou . 4. Stejn jako v roce 2002 byla teplota fhnutí stanovena jen u dekora ního materiálu s obchodním názvem Helga. Podrobn j-í porovnání výsledk ěm ění a hodnot nam ěných v roce 2002 je uvedeno v kapitole 6.2.



## 5.2 Výsledky metody stanovení PTCH kónickou kalorimetrií

Touto metodou byly rovněž zkoumány materiály, které byly použity v osobních automobilech. Vzorky z těchto automobilů nejsou shodné se vzorky, které byly měřeny Setchkinovou metodou. Jedná se o materiály, ze kterých byly vyrobeny motorové kryty a sedáčky.

**Tabulka 6, výsledky měření vzorků krytu motoru na kónickém kalorimetru**

Značka Aut	Tloušťka vzorku [mm]	Hmotnost [g]		čas vzplanutí [s]	HRR [kW.m <sup>-2</sup> ]	THR [MJ.m <sup>-2</sup> ]	EHC [MJ.Kg <sup>-1</sup> ]
		před	po				
Opel	3	33.87	11.18	212	239.63	63.87	28.30
	3	32.57	19.43	217	242.92	61.76	27.52
	3	32.37	20.46	240	63.43	7.75	1.98
Renault	10	30.32	7.06	121	400.08	97.32	37.30
	10	30.7	7.97	113	404.55	95.86	37.71
	10	31.46	7.46	124	343.91	97.84	36.29

**Zdroj: vlastní výzkum.**

V tabulce 6 jsou zobrazeny hodnoty efektivní výhlednosti (EHC), celkové uvolované teplo (THR), hmotnosti vzorků před měřením a po měření, tloušťky vzorků, časy, ve kterých došlo ke vzplanutí vzorku a hlavní hodnota, která slouží jako jeden ze vstupních parametrů k modelování požáru a to rychlosti uvolování tepla (HRR). Zkoumaný materiál byl používán jako kryt motoru automobilů značek Opel a Renault. Nejen průměrná hodnota HRR je větší u automobilu značky Renault, ale i průměrné hodnoty THR a EHC. Odlišná tloušťka měřených vzorků je způsobena tepelným izolantem u automobilů značky Renault.

**Tabulka . 7, výsledky m ění tkaniny ze seda ek a motor na kónickém kalorimetru**

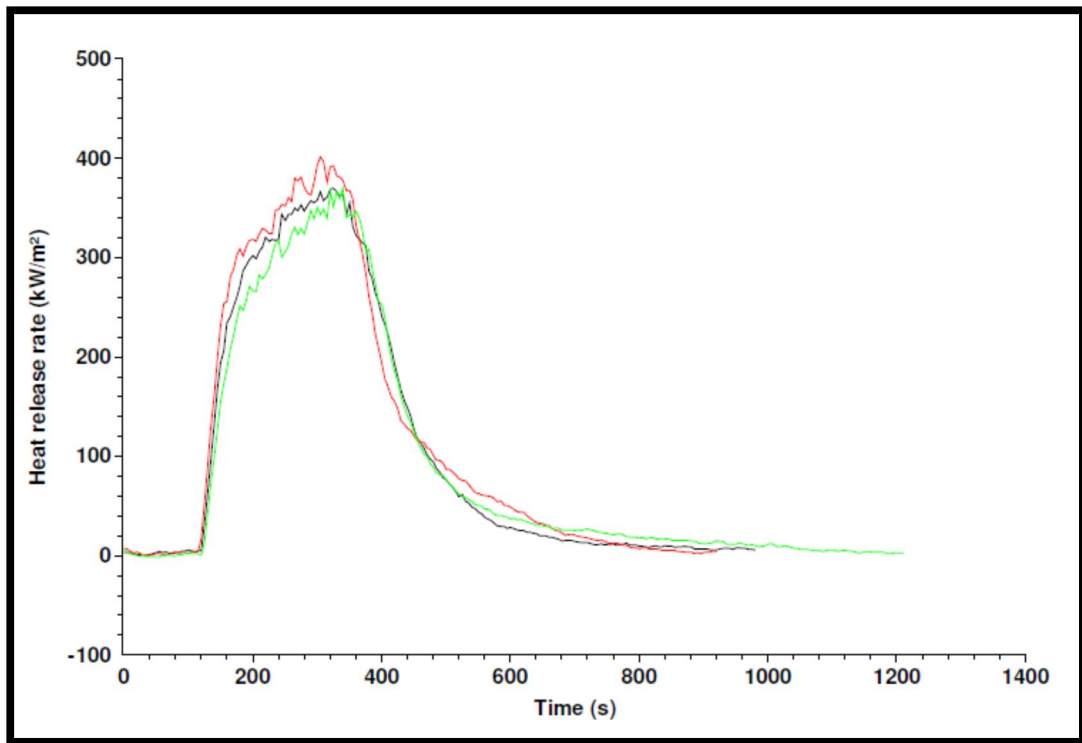
Zna ka Aut	Poloha spirály	Hmotnost [g]		as vzplanutí [s]	HRR [kW.m <sup>-2</sup> ]	THR [MJ.m <sup>-2</sup> ]	EHC [MJ.Kg <sup>-1</sup> ]
		p ed	po				
T <sup>TM</sup> oda	horizontál	19.1	2.64	86	272.96	43.46	24.26
	horizontál	18.3	2.62	83	255.51	41.37	23.78
T <sup>TM</sup> oda	vertikál	20.5	5.73	59	323.84	38.10	23.12
	vertikál	18.12	3.74	70	383.84	36.14	24.30
Ford	horizontál	26.2	6.07	88	194.68	55.78	24.20
	horizontál	19.6	3.89	93	234.60	55.08	22.86
	horizontál	25.3	4.75	94	196.03	55.16	24.26
Ford	vertikál	18.82	4.08	75	268.17	39.24	24.08
	vertikál	24.25	5.31	65	322.05	39.63	26.17
	vertikál	20.21	5.22	72	367.76	40.63	24.54

**Zdroj: vlastní výzkum.**

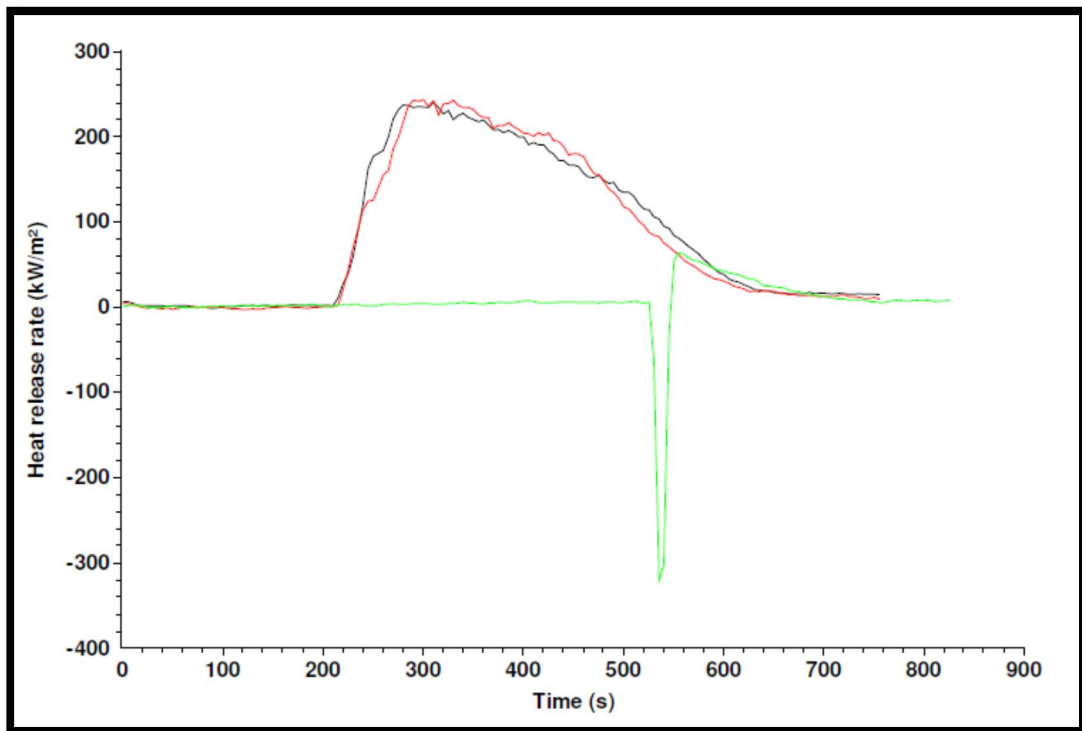
V tabulce . 7, jsou zobrazeny tém ě stejné hodnoty parametr ů jako v tabulce . 6, pouze se neuvád ěla tlou- ka materiálu a m ění probíhalo ve vertikální a horizontální poloze. Pr m rná hodnota rychlosti uvol ovaného tepla (HRR), je u obou zna ek automobil ů i vertikálním m ění v t-í.

### 5.2.1 Protokol s grafy u kónické kalorimetrie

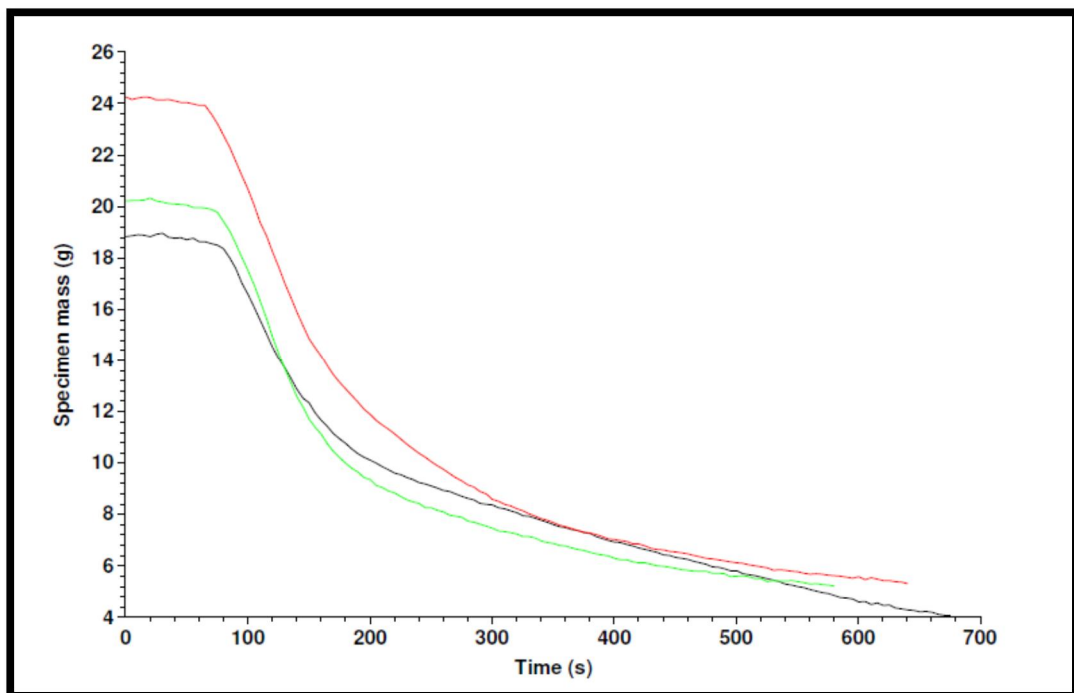
Všechny obrázky 5.5 až 5.13 z výsledků měření kónické kalorimetrie jsou součástí protokolu, který se po provedení požadovaných těchto zkoušek stejného vzorku ukládá do kalorimetru. Každé měření vzorku ze stejného materiálu je znázorněno odlišnou barvou. Červená křivka zobrazuje průběh první zkoušky, modrá křivka průběh druhé zkoušky a zelená průběh zkoušky třetí.



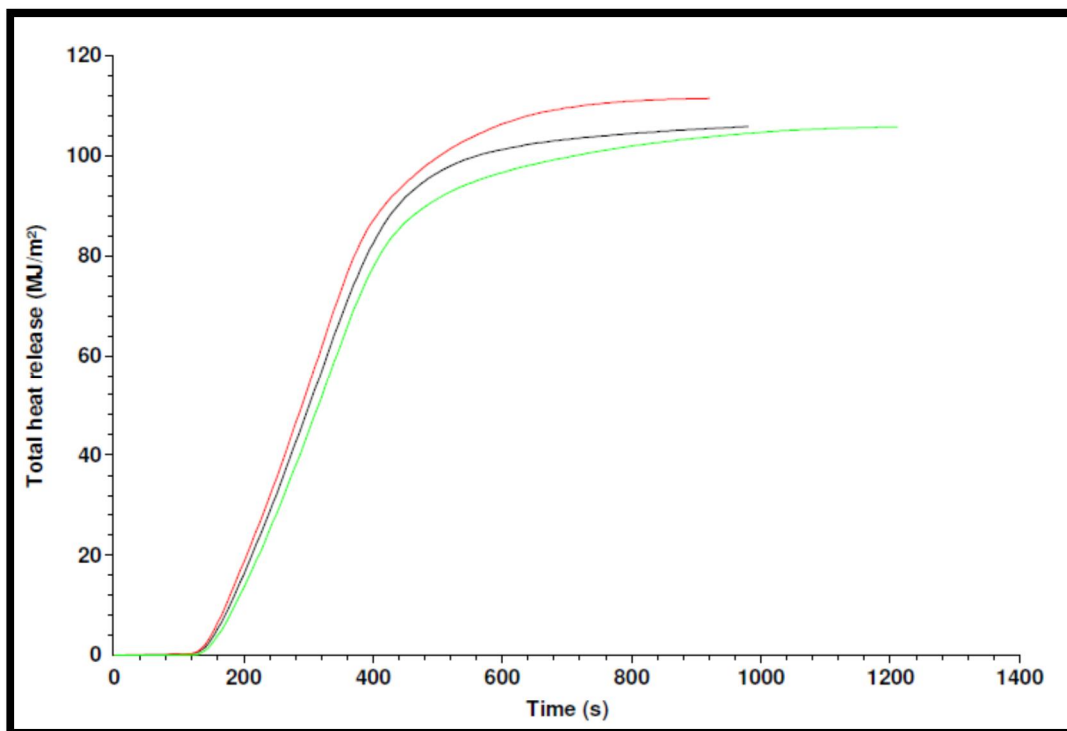
Obrázek 5, rychlost uvolňování tepla v závislosti na čase, (Zdroj: vlastní výzkum).



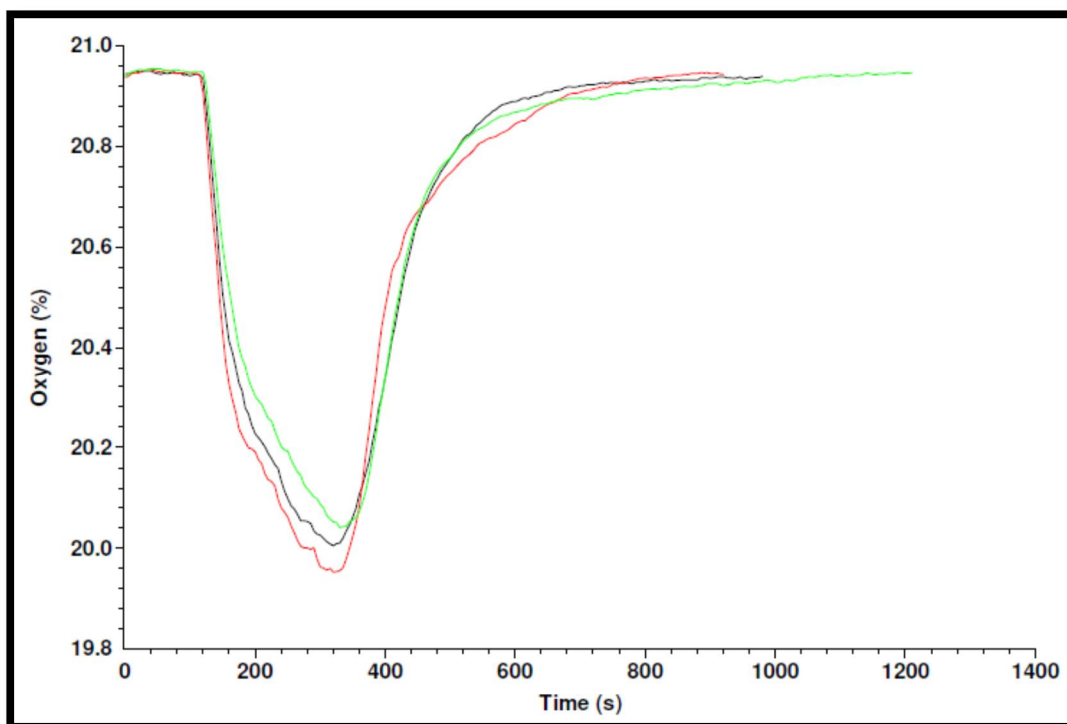
Obrázek 6, rychlost uvolování tepla v závislosti na čase, (Zdroj: vlastní výzkum).



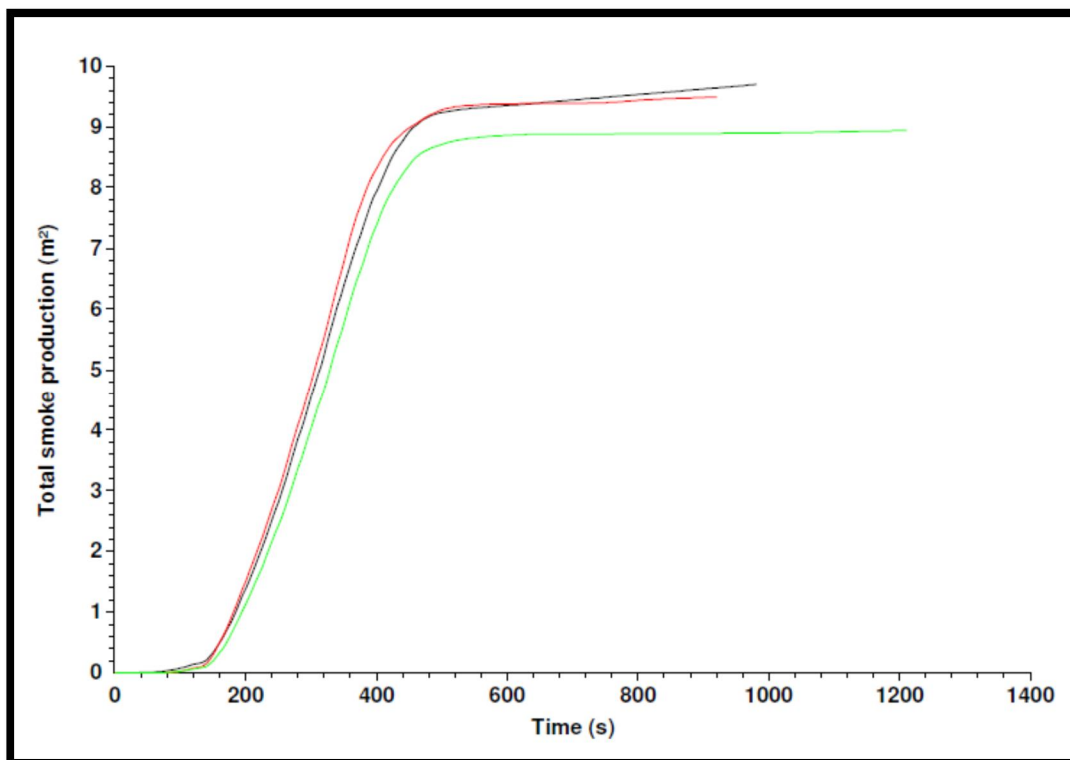
Obrázek 7, úbytek hmotnosti v závislosti na čase, (Zdroj: vlastní výzkum).



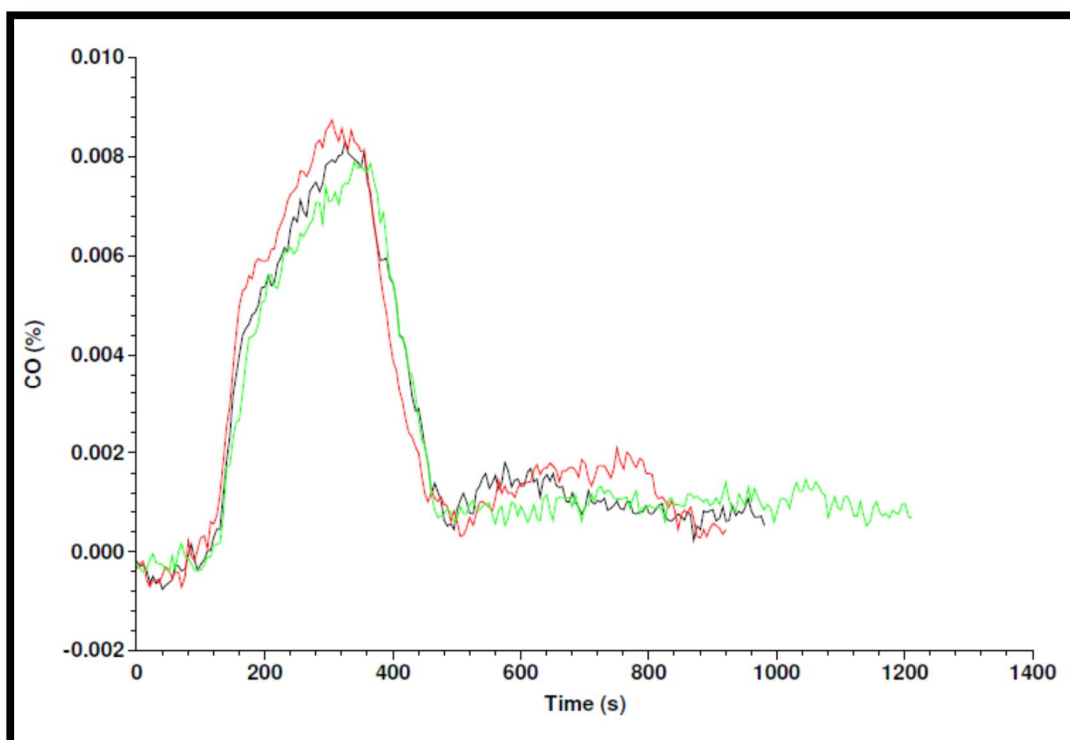
Obrázek 8, celkové uvolněné teplo v závislosti na  $\alpha$  se, (Zdroj: vlastní výzkum).



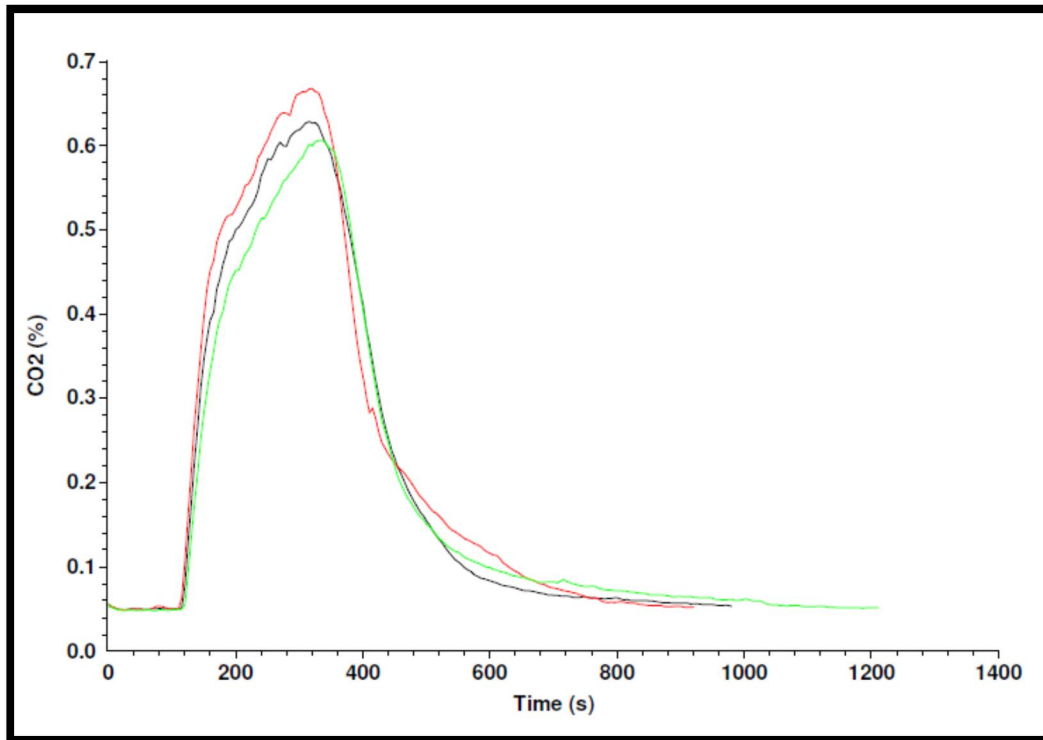
Obrázek 9, hodnoty kyslíku v závislosti na  $\alpha$  se, (Zdroj: vlastní výzkum).



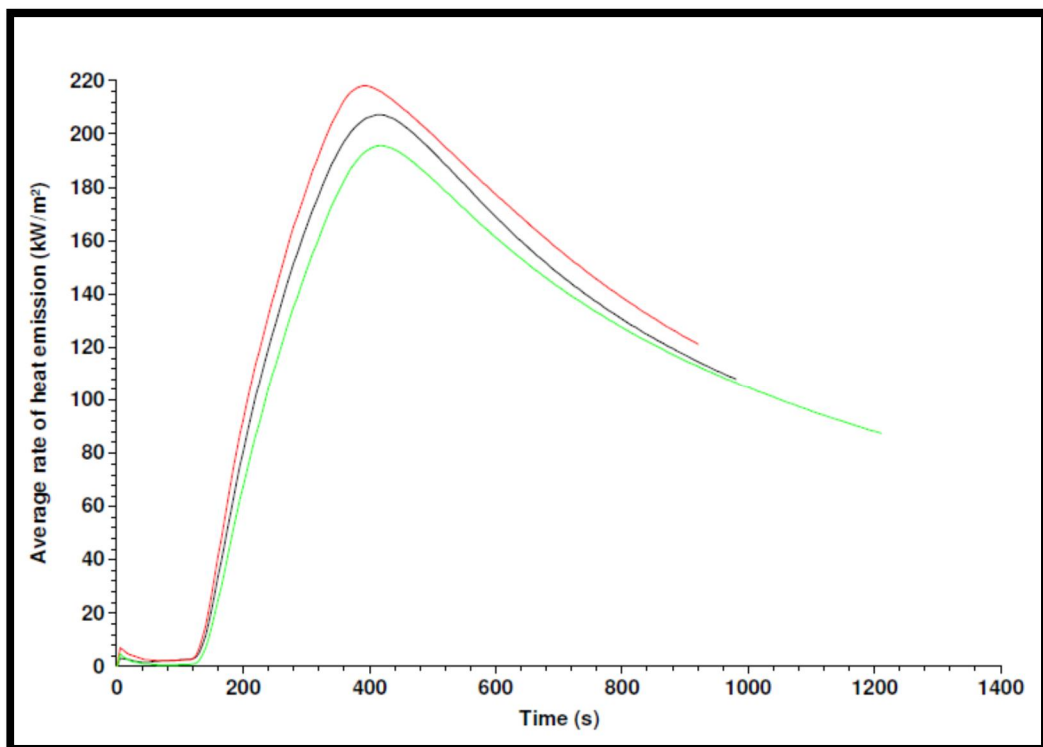
Obrázek 10, vývin kou e v závislosti na ase, (Zdroj: vlastní výzkum).



Obrázek 11, hodnoty CO v závislosti na ase, (Zdroj: vlastní výzkum).



Obrázek 12, hodnoty CO<sub>2</sub> v závislosti na ase, (Zdroj: vlastní výzkum).



Obrázek 13, intenzita vyzaování tepla v závislosti na ase, (Zdroj: vlastní výzkum).

Průběh a zakřivení všech křivek v grafu, by mělo být podobné, tak jako u všech obrázků, kromě obrázku 6. U tohoto měření se rychlost uvolňovaného tepla nesprávně zaznamenala. Nesprávné měření je vyjádřeno zelenou křivkou.

Pozn.: Měření bylo vyjádřeno chybně, protože během zkoušky nebyl spuštěn analyzátor kyslíku.

### **5.3 Dílčí shrnutí**

Nejméně vhodné materiály, které byly zkoumány a použity v osobních automobilech jsou materiály vyrobené z PA, které se používají jako kryty motoru. Nízká hodnota PA materiál je důvodem jejich využití na výrobu kryt motoru osobních automobilů. Nejméně vhodné ze všech měřených platí je PA66, u níž byla stanovena nejvyšší vztlakovost, a to 450 °C. Naopak nejvhodnější jsou materiály nacházející se v interiéru automobilů, a to PUR pro sedačky automobilů a PE a PP využívané k výrobě skříněk palubních desek. Tkaniny, kterými jsou PUR pro potažené snižují hodnota interiéru automobilů. Tuto hypotézu potvrzují i výsledky z kónické kalorimetrie. Měření materiálů z kryt motoru, kde se vyskytovala PUR pro, vykazovala tato nejvyšší hodnoty efektivní výhlednosti, rychlosti uvolňování tepla i celkové uvolněné teplo. Tyto výsledky se vyskytují u značky Renault, kde byl měřen vzorek PUR tepelného izolantu a motoru i PA kryt motoru společně.

U dekorativních a stavebních materiálů můžeme konstatovat, že se zlepšily jejich požární vlastnosti, protože u všech měřených vzorků se vztlakovost a teplota flahnutí zvýšily. U zkoumaných materiálů se zhoršily fyzikální vlastnosti, tzn. pružnost i pevnost. Materiál, u kterého byl nárůst teplot od roku 2002 nejmenší je materiál pod obchodním názvem Grenamat B. Naopak největší nárůst teplot vzplanutí a vznícení byl u materiálů s obchodním názvem Styropor Lano. Podrobnosti o těchto rozdílech jsou uvedeny v kapitole 6.2.



## 6 Diskuze

### 6.1 Zhodnocení zkoušek na stanovení vzn tlivosti automobil

Věchny porovnávané OA a pouflité vzorky ke zkouškám byly shodně vybrány z OA vyrobených v roce 2011. Porovnány jsou podle materiálů, ze kterých byly vyrobeny a podle svého využití. Při zkouškách vzn tlivosti nebyly zásadní rozdíly mezi PTCH jednotlivých typů OA. Věichni výrobci OA používají pro výrobu komponent do aut podobné materiály.

#### 6.1.1 Materiály ze sedaček

Hlavním hořlavým materiálem u sedaček v OA je polyuretanová pěna. Její vzn tlivost, která je v průměru od 350 °C do 380 °C, není z hlediska zapálení příliš uspokojivá. Navzdory věchny porovnávané OA mají sedákovou pěnu potaženou tkaninou, která je upravena retardéry hoření tak, že hořlavost sedaček významným způsobem snižuje. Naměřené FIT jsou u věch značek OA shodné, a to 390 °C, jen u OA Ford Focus je FIT o 10 °C vyšší. Hodnoty SIT jsou již dostatečně vysoké a to od 450 °C do 470 °C. Jen u OA Opel Astra můžeme pozorovat v SIT podstatné rozdíly teplot oproti ostatním značkám OA. Nejen, že SIT je menší, než FIT, což je celkem ojedinělý jev, ale i SIT je o 85 °C menší než u ostatních OA.

Tato deviance, může být způsobena tím, že jako vzorky byly použité materiály z autodílů, které byly několik let používány v běžném provozu. Na které hodnoty stanovených PTCH mohou být tedy ovlivněny i kontaminací materiálu provozními kapalinami jako olej a benzín, které mohly výsledky měření ovlivnit.

#### 6.1.2 Materiály z krytu motoru

Z důvodu ohřívání vyšších provozních teplot v prostorách motoru jsou jejich kryty vyráběny z tepelně odolnějších materiálů. Pevládajícím plastem pro výrobu motorových krytů je polyamid (PA), který je ze strany přiléhající k motoru vyložený tepelným izolantem.

(Filipi, 2003) i když PA má své vlastnosti při teplotách nad 80 °C, za přítomnosti kyslíku teplota stoupá na 120 °C. Z tohoto důvodu jsou do základního PA přidávána různá organická plniva a stabilizátory pro zlepšení požárních vlastností a zároveň zvyšují teploty SIT a FIT krytu motoru. Teplota vzplanutí (FIT) u vzorku z OA je v průměru 416 °C a žádný se vzorek nijak výrazně nevykazuje vyšší hodnoty. Teploty

vznícení (SIT) se pohybují v rozmezí od 450 °C do 480 °C, přičemž nejlepšími tepelnými vlastnostmi disponují vzorky z Opel Astra, jejichž kryt byl vyroben z kvalitnějšího materiálu (PA66).

Výrazné rozdíly ve vznítlivosti jsou u vzorků tepelných izolantů Opel a Škoda. Teplota vzplanutí tepelného izolantu krytu motoru je u OA Škoda o 50 °C nižší a u teploty vznícení dokonce minimálně o 70 °C nižší než u OA Opel. Minimálně proto, že u OA Opel nebyla SIT přímo stanovena z důvodu nedostatku vzorku. Ale jak ufl je uvedeno v minulé kapitole tyto propastné rozdíly mohou být způsobeny kontaminací vzorků provozními kapalinami.

Z tohoto důvodu se nabízí otázka, zda pod kryty motoru dávat či nedávat tepelné izolanty z materiálů, které jsou schopny uniklé provozní kapaliny vstřebávat a tím zvyšovat hořlavost u těchto krytů. Může proto se u značek Renault Clio a VW Golf tyto materiály v roce 2011 vůbec nevyskytovaly.

### **6.1.3 Materiály ze skříněk palubních desek**

U plastových skříněk je situace poněkud jiná. Vzhledem k tomu, že jsou umístěny v místech, kde se nepodkládá, že materiál bude nějak výrazně tepelně zatříván, jsou vyrobeny z levnějších materiálů s menší tepelnou odolností. Pro skřínky byly použity materiály hlavně z PP a PE s různou povrchovou úpravou, které jsou případně doplněny polyesterovou výplní skřínky. Jejich teploty vzplanutí jsou shodné u těchto OA, tj. 370 °C. Jen u VW Golf je FIT 380 °C. Teploty vznícení se pohybují v rozmezí od 390 °C do 420 °C, přičemž nejmenší SIT byla naměřena u vzorku z OA Renault Clio a nejvyšší opět u VW Golf. Zbylé 3 OA měly SIT 400 °C.

## **6.2 Zhodnocení zkoušek vlivu stárání na vznítlivost vybraných stavebních a dekorativních materiálů**

Zkoušenými materiály byly vzorky, kterým byla stanovena vznítlivost v roce 2002 v TÚPO. Vzorky byly uloženy ve skříně při pokojové teplotě, tudíž za běžných podmínek. Odpověď na výzkumnou otázku, zda budou zjištěné hodnoty teplot vznícení, vzplanutí a flhnutí dle nových metodik shodné se stávajícími hodnotami může konstatovat, že ne. Ani jeden materiál nevykazoval stejné hodnoty jako v roce 2002. U všech měřených vzorků bylo prokázáno, že jejich stárání má vliv na jejich PTCH. Všechny FIT i SIT se zvýšily o desítky °C. Jejich tepelná odolnost se zlepšila, což může

být způsobeno jejich složením nebo podmínkami, které vybrané vzorky obsahovaly. Důvodem pro odlišování bylo zlepšení jejich vlastností pro účely, pro které se materiály používají. Vlivem degradace plniva, pojiva, nebo přísad se zhoršily jejich vlastnosti, jako například průfuknost, pevnost, elasticita nebo i estetické vlastnosti atd.

Největší rozdíl v SIT byly naměřeny u desky z nového elastomeru, jejím plnivem je butadienový kaučuk. SIT se od roku 2002 zvýšila o + 100 °C, což je způsobeno vysokým obsahem dvojných vazeb. Z důvodu těchto vazeb kaučuky málo odolávají působení světla a tepla. Jen o + 30 °C lépe byla SIT u opravárenské gumy, u které byl nárůst z povodní SIT o + 70 °C. Tato guma patří rovněž do skupiny elastomerů, ale její plnivo i pojivo obsahuje saze, což mohlo způsobit, že teploty těchto dvou materiálů se od sebe liší. Materiál, ze kterého se vyrábí PET lahve vykazoval stejné hodnoty. Jeho SIT se z povodních 410 °C navýšil na 480 °C. K navýšení SIT o + 70 °C došlo i u dvou dekorativních materiálů vyrobených z PAN. U materiálu, který byl z 64 % vyroben z viskózy, neboli celulóзовého vlákna a z 36 % z bavlny byla naměřena i teplota fúze, která byla o + 40 °C vyšší. Jako nestabilní materiál s vysokým rozdílem od povodního měření a to o + 60 °C dopadl zářivý koberec, který se běžně využívá v kancelářích a jeho základní složkou je PP.

U ostatních zkoušených materiálů byla SIT + 30 °C ± 10 °C. Jedná se o materiály používané ve stavebnictví s nebožlavou úpravou, konstrukční materiály nebo materiály k povrchové úpravě. Základem těchto materiálů jsou umakart, dřevotřískas 30 % přísadou anorganického plniva nebo PVC, a uflmkený i nemkený.

U všech materiálů měžeme rovněž pozorovat i nárůst FIT. Největší rozdíl mezi teplotami je u dekorativního materiálu vyrobeného z PAN. Nárůst FIT je o + 50 °C. Naopak nejmenší nárůst FIT o + 10 °C byl u materiálu pod názvem Grenamat B. Jeho plnivem je anorganická slída a je klasifikován jako materiál s nebožlavou úpravou. Mofná i proto, se tento materiál ukázal jako nejstabilnější a ze všech vzorků dopadl nejlépe v porovnání navýšení vztlivosti, a to o + 20 °C. U ostatních měřených materiálů byl nárůst FIT v průměru o + 35 °C.

### **6.3 Zhodnocení zkoušek na kónickém kalorimetru**

Sálavý tok tepla byl u všech zkoušek nastavován na 25 kW.m<sup>-2</sup>. Vzorky tkaniny ze sedaček z OA byly měřeny v horizontální i vertikální poloze. V obou polohách se měřily totofné vzorky ze stejného OA. Vlivem vysoké teploty cca 605

°C došlo k odpaření retardéru hoření, kterými jsou tkaniny prokazatelně napouštěny. Efektivní výh evnost (EHC) je u obou zna ek tém stejná. Pohybuje se v rozmezí od 22.86 MJ.Kg<sup>-1</sup> do 26.17 MJ.Kg<sup>-1</sup>, což je hodnota pohybující se v průměru 24,09 MJ.Kg<sup>-1</sup> kolem které se tém všechny zkou-ky pohybovaly. Když porovnáme ob zna ky OA, jejich vzorky byly vyrobeny z podobných materiálů, došlo u obou zna ek k rychlejšímu vznícení materiálů, a to cca o + 20 s, když byly nah ívány ve vertikální poloze. Vliv polohy zá i e m l vliv i na celkové množství uvolněného tepla (THR), které bylo u zna ky Třkoda i Ford vyší v horizontální poloze. U zna ky Třkoda to bylo v průměru o 5,29 MJ.m<sup>-2</sup> u Fordu 15,51 MJ.m<sup>-2</sup>. Naopak vyší nam ěné hodnoty maximální rychlosti uvol ování tepla (HRR) se ukázaly, když byl zá i i m ěný vzorek ve vertikální poloze. Nam ěná hodnota byla u obou zna ek cca + 10 kW.m<sup>-2</sup>.

Jednou z hlavních PTCH, pro se kónická kalorimetrie provádí a to HRR, je zachycen i na obrázku . 5. Tam je znázorn ěn průběh v-ech t ech zkou-ek. Je tam uvedeno, jak všechny tři zkou-ené vzorky podobně reagují, jak se tém v totofněm ase vznítí a jak za ínají v závislosti na ase uvol ovat teplo, ať po svou maximální hodnotu. Po dosažení maximální hodnoty za íná teplota postupně klesat. D leflité u tohoto grafu je, aby všechny k ivky m ly podobný, úplně ideálně stejný průběh. Pokud se od sebe k ivky výrazným způsobem li-í, dá se zkou-ka prohlásit za neplatnou a musí se provést nová t i m ění.

Opakem je to u obrázku . 6, ze kterého vyplývá, že dvě zkou-ky prob hlý standardně a t etí vyjád ěná zelenou k ivkou vykazuje zna ěné rozdíly. Nam ěné hodnoty z této zkou-ky jsou zobrazeny v tabulce . 6, ve t etím řádku tabulky u zna ky Opel, jak velké rozdíly jsou v nam ěných hodnotách v porovnání s ostatními PTCH u dvou p ede-ých zkou-ek.

Pomineme-li t etí nevyda enou zkou-ku, a místo hodnot uvedených v tabulce . 6 v kolonkách THR, HHR a EHC napí-eme průměrné hodnoty z obou p ede-ých zkou-ek, m ěme porovnat, jaký má vliv tepelný izolant umíst ěný na krytu motoru na nam ěné PTCH. Tepelný izolant z PUR byl umíst ěn pod kryt motoru zna ky Renault, což poznáme v tlou- ce vzorku a to 10 mm oproti t em OA Opel. P i porovnání v-ech m ěných PTCH vychází, že PUR jednozna ě negativně ovliv ůje průběh požáru ve všech ohledech. Hodnoty HRR, THR, EHC

a dokonce i doba vzplanutí, jsou v tomto případě za přítomnosti izolantu vyšší, což by se ukázalo na samém modelu požáru, třeba při požáru, by se u obou OA lišilo. Mezilaboratorní porovnání se zahraničními výsledky není k dispozici, protože TÚPO nemá žádnou dohodu se zahraničním partnerem.

## 7 Záv r

V praxi jasn vidíme, jak m fle výb r vzorku ovlivnit nam ené hodnoty PTCH. Nemusí to nutn být ovlivn no výrobcem a jeho výb rem materiálu, ale i p ípadnou kontaminací testovaného vzorku. Je mofné, fle pokud by se komponenty z jednotlivých automobil odebraly bezprost edn po jejich uvedení na trh, fle by jejich PTCH m ly jinou hodnotu, pokud vylou íme, fle vzorky z roku 2011 ufl také mohly áste n podlehnout degradaci svým stá ím.

Ostatn stá í materiál má na výsledné PTCH prokazatelný vliv, cofl nám ukázalo nové m ení na vzorcích z roku 2002. Tato skute nost p íná-í odpov na výzkumnou otázku: šBudou zji-t né hodnoty teplot vznícení, vzplanutí a fhnutí dle nových metodik shodné se stávajícími hodnotami? M fleme odpov d t, fle ne, ani u jednoho z m ených materiál nebyly totofné. To nám dokazuje, jak d leflitou veli inou as je a jakým významným zp sobem ovliv uje PTCH nejen materiály vyrobené z plastu.

Z tohoto dvodu by m l být brán ohled na to, kde se bude daný druh plastu vyuflívat. Je z ejmé, fle se stále budou vyvíjet nové materiály z plastu, ale m lo by se zohlednit, fle je to materiál podléhající degradaci, a ne vfdy je lep-í jej pouflít na úkor ni fl-ích náklad nebo men-í hmotnosti pofladovaného výrobku. Jisté je, fle vzn tlivost a tepelné vlastnosti materiál zásadním zp sobem ovliv uje plnivo a slofení plastu. Kdyby v chemických laborato ích byly sklen né kádinky a zkumavky nahrazeny levnými náhradami z plastu, mohly by výsledky m ení být ovlivn ny, jako tomu bylo u m ení materiál pouflívaného jako kryt motoru automobilu.

I p es tyto nuance byly cíle práce napln ny a PTCH v-ech devatenácti materiál pouflitých v automobilech se úsp -n poda ily stanovit kónickou kalorimetrií i Setchkinovou metodou a budou pouflity jako jeden z díl ích parametr pro modely poflár . Poda ilo se naplnit i druhý cíl práce, a to porovnat vzn tlivost stavebních a dekora ních materiál . Nutno dodat, fle za kafdou stanovenou teplotou, jak vzplanutí, vznícení nebo fhnutí, jsou hodiny m ení, p ípravy vzorku, p ístroj a pom cek, k dosaflení úsp -ného m ení.

Celkov , ale m fleme konstatovat, fle PTCH mají írokový rozsah svého vyuflití a jejich p ínos z hlediska poflár ní ochrany lze hodnotit velmi pozitivn , proto je d leflité investovat do nových metod, které PTCH stanovují. Rovn fl i vyvíjet a etn ji vyuflívat

nové softwary a moderní technologie, které budou v boji proti požáru pomáhat a snižovat možnost vzniku požáru, nebo bránit jeho šíření.

## 8 Seznam použitých zdroj

ADÁMEK [online]. Náchod: Martin Adámek, 2010 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://www.adamek.cz>

BALOG, K., KVARÁK, M., 1999. *Dynamika požáru*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86111-44-X.

BALOG, Karol. *Hasiace látky a jejich technologie*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 8086634493.

BALOG, Karol. *Samovznietenie: samozahrievanie, vznietenie, vzplanutie*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. ISBN 8086111431

BOZPINFO [online]. Praha: Ladislav Mokroš, 2007 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/zakladni-pozarne-technicke-charakteristiky-jejich-vyznam-v-technicke-praxi>

BRUMOVSKÁ, Irena. *Speciální chemie pro požární ochranu: u ební texty*. Vyd. 3., (p eprac.). Praha: Ministerstvo vnitra, generální editelství Hasi ského záchranného sboru R, 2008. ISBN 9788086640884.

SN 64 0149, *Stanovení vzn tlivosti materiál* . Praha: eský normaliza ní institut, 1978.

SN EN 13501-1, *Požární klasifikace stavebních výrobk a konstrukcí staveb*. Praha: eský normaliza ní institut, 2007.

SN EN 45545-2, *Drážní aplikace ó Protipožární ochrana drážních vozidel*. Praha: eský normaliza ní institut, 2014.

DVOÁK, Otto., 2016 *Požární Charakteristiky pro pokro ilé modelování požár* [online]. Praha: [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz>

FILIPI, Bohdan. *Nauka o materiálu*. Ostrava: V<sup>T</sup>MB - Technická univerzita Ostrava, 2003. ISBN 8086634116.

FILIPI, Bohdan. *Plasty*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 8086634132.



HZS R [online]. Praha: MV G HZS R [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/organizacni-slozky-technicky-ustav-pozarni-ochrany-historie.aspx>

CHARVÁTOVÁ, Vlasta, Romana FRIEDRICHOVÁ a Milan R fiI KA. Chemické a fyzikální metody používané v TUPO p i vypracování PTE. *112: odborný asopis poříární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. Praha, 2015, **XIV**(9), 7.

ISO 5660-1, *Reaction to fire tests ô Heat release, smoke production and mass loss rate*. 3rd edition. Geneva, 2015.

KALOUSEK, Jaroslav. *Základy fyzikální chemie ho ení, výbuchu a ha-ení*. Ostrava: Sdružení poříárního a bezpečnostního inženýrství, 1996. Spektrum (Sdružení poříárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 8090200168.

KASÍK, Pavel., 2008 *Ohe p inel lidem svobodu, po útky byly ale únavné a výbu-né*, [online]. [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <https://technet.idnes.cz>

KISLINGER, Radek. *Poříárn technické charakteristiky a technické informace pro pot eby ZPP*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální editelství Hasi ského záchranného sboru eské republiky, 2015. ISBN 9788086466729

KVAR ÁK, Milo-. *Základy poříární ochrany*. Ostrava: Sdružení poříárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 8086634655.

Na ízení Evropského parlamentu a Rady (ES) . 1272/2008 o klasifikaci, ozna ování a balení látek a sm sí. In: Brusel: EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE, 2008.

ORLÍKOVÁ, Kate ina. *Chemie proces ho ení*. Ostrava: Sdružení poříárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. ISBN 8086111393.

STEINLEITNER, Hans-Dieter. *Poříárn a bezpečnostn technické charakteristické hodnoty nebezpe ných látek: Díl 1*. Praha: Svaz poříární ochrany, 1990.

TENOVS KÝ, Michail. *Nebezpe né látky*. Ostrava: Sdružení poříárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 8086634477

TRNOVSKÝ, Michail. *Základy poříárního inřenýrství*. Ostrava: Sdrufení poříárního a bezpečnostního inřenýrství, 2004. ISBN 8086634507.

TRNĚVÍK, Libor a Ondřej SUCHÝ. Stanovení bodu vzplanutí hořlavých kapalin metodami v Technickém ústavu poříární ochrany. *112: odborný časopis poříární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. Praha, 2014, **XIII**(12), 4.

UHROVÁ, I., 2013. Tření plamene po vrstvě prachu tvořené dřevní biomasou [online].

VOLF, Oldřich. *Konšpekty odborné přípravy jednotek PO*. V Ostrav : Sdrufení poříárního a bezpečnostního inřenýrství, 1999. ISBN 8086111466.

Vyhláška ministra zahraničních věcí o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). In: *Sbírka zákonů České republiky*, Praha: Ministerstvo vnitra 1987, ročník 1987, á. 13, číslo 64.

Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek poříární bezpečnosti a výkonu státního poříárního dozoru (vyhláška o poříární prevenci). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha: Ministerstvo vnitra 2001, ročník 2001, á. 95, číslo 246.

VYSTRIL, Václav. *Ověření funkčnosti nástavce na MassLoss kalorimetr*. Ostrava, 2014. Diplomová. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.

Zákon o poříární ochraně, 1985. In: *Sbírka zákonů České republiky*, Praha: Ministerstvo vnitra 1985, ročník 1985, á. 34, číslo 133.

Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Sbírka zákonů České republiky*, Praha: Ministerstvo vnitra 2015, ročník 2015, á. 93, číslo 224.

Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*, Praha: Ministerstvo vnitra 2011, ročník 2011, á. 122, číslo 350.

## 9 Seznam zkratek

Zkratka	Význam
ADN	Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných v cí po vnitrozemských vodních cestách
ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných v cí
ARHE	intenzita vyzaování tepla
CLP	klasifikace oznaování a balení látek a směsí
CO	oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
ČR	česká republika
EHC	efektivní výh evnost
EPDM	etylenpropylendien kaučuk
EPS	elektrická požární signalizace
FIT	teplota vzplanutí
GLT	teplota flhnutí
G	generální editelství
HRR	rychlost uvolování tepla
HSPO	hlavní správa požární ochrany
HZS	hasičský záchranný sbor
ICAO TI	p edpisy pro mezinárodní leteckou přepravu nebezpečných v cí
IMDG CODE	Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných v cí po moři
MARHE	maximální intenzita vyzaování tepla
MV	Ministerstvo vnitra
NL	nebezpečná látka
OA	osobní automobil
OTR	odbor technického rozvoje
PA	polyamid
PAN	polyakrylonitril

PE	polyethylen
PET	polyethylenterefalát
PF	polyfenolformaldehyd
PMMA	polymetylmethakrylát
PO	pořární ochrana
PP	polypropylen
PS	polystyren
PTE	pořárn technické expertízy
PTCH	pořárn technické charakteristiky
PTL	pořárn technická laborato
PUR	polyuretan
PVC	polyvinylchlorid
RID	ád pro mezinárodní řezní ní p epravu nebezpe ných v cí
SHZ	stabilní hasicí za ízení
SIT	teplota vznícení
STA	simultánní termická analýza
THR	celkové uvoln é teplo
TÚPO	Technický ústav pořární ochrany

## 10 Seznam tabulek a obrázk

### Seznam obrázk

Obrázek 1, Trojúhelník ho ení.....	11
Obrázek 2, Kemler v kód.....	17
Obrázek 3, TÚPO - pracovi-t stanovení vzn tlivosti pevných materiál .....	26
Obrázek 4, Vyhodnocovací software TC08 s viditelnými píky vzn tlivosti.....	34
Obrázek 5, Rychlost uvol ování tepla v závislosti na ase .....	43
Obrázek 6, Rychlost uvol ování tepla v závislosti na ase .....	44
Obrázek 7, Úbytek hmotnosti v závislosti na ase.....	44
Obrázek 8, Celkové uvoln né teplo v závislosti na ase.....	45
Obrázek 9, Hodnoty kyslíku v závislosti na ase.....	45
Obrázek 10, Vývin kou e v závislosti na ase .....	46
Obrázek 11, Hodnoty CO v závislosti na ase.....	46
Obrázek 12, Hodnoty CO <sub>2</sub> v závislosti na ase .....	47
Obrázek 13, Intenzita vyza ování tepla v závislosti na ase .....	47

### Seznam tabulek

Tabulka . 1, Vzn tlivosti materiál seda ek u osobních automobil í í í í í í í	36
Tabulka . 2, Vzn tlivosti materiál motorových kryt osobních automobil í í í ...	37
Tabulka . 3, Vzn tlivost materiál sk ín k palubních desek osobních automobil í ..	38
Tabulka . 4, Vzn tlivost a teplota fhnutí materiál z roku 2002í í í í ..í í .....	39
Tabulka . 5, Vzn tlivost a teplota fhnutí materiál z roku 2018í í í í í í í ..í	40
Tabulka . 6, M ení vzorku krytu motoru na kónickém kalorimetru í í í .í .....	41
Tabulka . 7, M ení tkaniny ze seda ek a motoru na kónickém kalorimetruí í í í	42

## **11 Seznam příloh**

Příloha A - Rozdělení látek podle třídy reakce na ohe

Příloha B - Vybrané požární technické charakteristiky

Příloha C - Přehled jednotlivých tříd nebezpečnosti vyplývajících z Nařízení CLP

## Příloha A - Rozdělení látek podle třídy reakce na ohe

Látky se podle třídy reakce na ohe dělí na nehořlavé stavební výrobky a hořlavé stavební výrobky, které se dále dělí do svých podskupin.

### Třída A1

Výrobky nepropíravící k požáru v žádném jeho stádiu; automaticky považovány za vyhovující všem požadavkům níže uvedených tříd (SN EN 13501-1).

### Třída A2

Výrobky vyhovující kritériím EN 13823 jako pro třídu B, ale navíc za podmínek plně rozvinutého požáru významně nepropírají ke kalorickému zatížení

- přírodní stavební kámen (např. bádlice, mramor, pískovec, flula), betony třídní, lehké pórovité (např. pórobeton, p nobeton) a s lehkým kamenivem (např. s agloporitem, k emelinou, perlitem), stavební hmoty z hlíny (cihly, tvárnice, dlaždice),
- malty a omítkoviny (vápenné, cementové, sádrové, bez přítomnosti organických látek),
- speciální protipožární omítkoviny, nástěnky apod.,
- kovy pro stavební konstrukce, sklo aj. minerální taveniny (stavební, vyztužené a p nové sklo, tavený edí ),
- desky z anorganických hmot bez organických přítomností (SN EN 13501-1).

### Třída B

Jako u třídy C, ale s přítomnými požadavky,

- desky z anorganických hmot s organickými plnivými nebo pojivými,
- desky z anorganických hmot s povrchovou úpravou (např. sádrokartonové desky),
- d evocementové desky (např. Heraklit, Lignos, Rajolit, Velox),
- polyvinylchlorid neměkčený (novodur), polyvinylchlorid houflevnatý (Duroplast H, Dekorplast) (SN EN 13501-1).

### Třída C

Jako u třídy D, ale navíc při tepelném působení jednotlivého hořícího podmínku vykazují omezené rozšíření plamene,

- dřeva rostlé listnaté (např. buk, dub), desky z vrstveného dřeva (příklifka),
- tvrzený papír (Ecrona, Umakart), desky z organických vláken (plastové desky chlupové), litá polyesterová laminovaná podlaha (SN EN 13501-1).

#### Třída D

Výrobky vyhovující kritériím pro třídu E a schopné odolávat působení malého plamene po delším časovém interval bez jeho významného rozšíření. Kromě toho jsou též schopny odolávat působení tepla od jednotlivého hořícího podmínku za podstatného zpoždění a omezení uvolňování tepla,

- dřeva rostlé jehličnaté (např. borovice, modřín, smrk),
- dřevotřískové desky pro všeobecné použití (ploché lisované),
- dřevovláknité desky (Duplex), desky z rostlinných hmot (korkové desky typu, korkové parkety) (SN EN 13501-1).

#### Třída E

Výrobky schopné odolávat působení malého plamene po krátký časový interval bez významného rozšíření plamene;

- dřevotřískové desky laminované, pilinové desky, Pilolamit, dřevovláknité desky (Akulit, Bukolamit, Bukolit, Hobra, Sololak, Sololit),
- desky z rostlinných hmot (korkové desky typu BA), polyetylén lineární a lehčejší standardní,
- Polymethylmetakrylát (organické sklo - Akrylon, Umplex), polystyrén - houčevnatý, lehčejší standardní, lehčejší retardovaný,
- Polyuretan - lehčejší, měkký (Molitan) a lehčejší, tuhý, standardní,
- pryflíková izolací fólie, foliové podlahoviny z plastu a pryfle (pryflíková podlahovina s dezénem, pryflíkový izolací koberec pro elektrotechniku),
- podlahové textilie tkané se syntetickým vlasem (Bergamo), podlahové textilie vázané Kovral, Rekos a podlahové textilie vpichované (Syntetik, Jekor standard, Riga extra) (SN EN 13501-1).



## Příloha B - Vybrané požární technické charakteristiky

**Teplota vzplanutí** - je nejnižší teplota, při které se za přesně definovaných podmínek vytvoří nad hladinou hořlavé kapaliny takové množství par, které jejich směs se vzduchem po přiblížení plamene vzplane a ihned uhasne.

**Teplota vznícení** - je nejnižší teplota, při které se za přesně definovaných podmínek vytvoří nad hladinou hořlavé kapaliny takové množství par, které jejich směs se vzduchem se bez přiblížení plamene vznítí.

**Teplota hoření** - je nejnižší teplota, při které látka zahřívána za definovaných podmínek, vyvine tolik par, které jejich směs se vzduchem, po přiblížení iniciačního plamene vzplane.

**Oblast výbušnosti** - je rozsah koncentrací směsí plynů, páry nebo prachu se vzduchem, ve které směs při zapálení zdrojem vznícení vybuchuje.

**Teplota samovznícení** - je nejnižší teplota, při které se optimální směs par nebo plyn dané látky se vzduchem za přesně definovaných podmínek vznítí.

**Teplota flhnutí** - je nejnižší teplota, při které za přesně definovaných podmínek, dojde k trvalému flhnutí látky.

**Výhřevnost** - je vlastnost látky, která udává, kolik energie se uvolní spálením jednoho kilogramu dané látky.

## Příloha C - Přehled jednotlivých tříd nebezpečnosti vyplývajících z Nařízení CLP

Třídy nebezpečnosti fyzikálně-chemické:

- výbušniny,
- hořlavé plyny (včetně chemicky nestálých plynů),
- aerosoly (dýchávací aerosoly),
- oxidující plyny,
- plyny pod tlakem,
- hořlavé kapaliny,
- hořlavé tuhé látky,
- samovolně se rozkládající látky a směsi,
- samozápalné kapaliny,
- samozápalné tuhé látky,
- samozahřívající se látky a směsi,
- látky, které při kontaktu s vodou uvolní hořlavé plyny,
- oxidující kapaliny,
- oxidující tuhé látky,
- organické peroxidy,
- látky a směsi korozivní pro kovy (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí).

Třídy nebezpečnosti pro zdraví:

- akutní toxicita,
- flévnost / dráždivost pro kůži,
- vážné podráždění očí / podráždění oší,
- senzibilizace kůže nebo dýchacích cest,
- mutagenita v zárodečných buňkách,
- karcinogenita,
- toxicita pro reprodukci,
- specifická toxicita pro cílové orgány při jednorázové expozici,
- specifická toxicita pro cílové orgány při opakované expozici,
- nebezpečnost při vdechnutí (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008).

Poslední tída nebezpečnosti je pro vodní prostředí popípad doplková tída, nebezpečnost pro ozonovou vrstvu. (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) . 1272/2008).