

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2013**

**BC. KATEŘINA HAJNÁ**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: Produktový management – Textil

**VLIV MATERIÁLU A KONSTRUKCE NA  
RETARDACI HOŘENÍ VÝROBKŮ  
SPOLEČNOSTI STAP, A.S.**

**THE INFLUENCE OF MATERIAL AND  
CONSTRUCTION ON FIRE RETARDATION OF  
PRODUCTS BY STAP, A.S.**

Bc. Kateřina Hajná

KHT-219

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Jana Čandová

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...68

Počet obrázků .....13

Počet tabulek .....15

Počet grafů.....14

Počet stran příloh..22

## **Zadání bakalářské práce**

Název tématu:

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti Stap ,a.s.

Zásady pro vypracování:

- Vypracujte řešení k danému tématu.
- Vyberte vhodné druhy stuh ke zkouškám vlivu prostředku pro snížení hořlavosti na rychlost hoření výrobků Stap, a.s.
- Navrhněte úpravářské receptury pro jednotlivé typy materiálů.
- Upravené vzorky podrobte zkoušce hořlavosti dle ČSN ISO 3795, vyhodnoťte je.
- Navrhněte optimální konstrukce výrobků (z hlediska použitého materiálu a hustoty útku).

## **PROHLÁŠENÍ**

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 27. 5. 2013

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Janě Čandové za metodické vedení a věcné připomínky při zpracování diplomové práce.

Rovněž děkuji všem, kteří se na této diplomové práci podíleli, především Ing. Zdeňkovi Hykšovi a Ing. Bohumíru Záhorkovi ze společnosti Stap, a.s. za laskavé poskytnutí všech potřebných informací a podkladů týkajících se zpracovávané problematiky.

Velké poděkování patří také celé mojí rodině za podporu nejen při psaní této práce, ale i během celého studia

# ANOTACE

Práce se zabývá vlivem materiálu a plošné hmotnosti textilie na retardaci hoření polotovarů společnosti Stap, a. s. Teoretická část charakterizuje akciovou společnost Stap, její výrobky pro dopravní prostředky a požadavky na tyto produkty kladené. Dále popisuje čtyři hlavní parametry, jež rychlost hoření ovlivňují. Jsou jimi chemická a fyzikální konstituce vláken, konstrukce textilních plošných útvarů, okolní podmínky hoření a textilní pomocné prostředky finálních nehořlavých úprav.

Praktická část popisuje experiment, při němž byly nejprve vybrány typy produktů vhodných pro zkoušku, které byly následně vyhotoveny z různých textilních materiálů a o různé plošné hmotnosti. Fyzické zkoušky nehořlavosti byly realizovány dle normy ČSN ISO 3795, kterou se společnost zavázala plnit.

Cílem práce bylo na základě výsledků zkoušek vyhodnotit vliv materiálu a plošné hmotnosti textilie na snížení hořlavosti polotovarů společnosti. Účelem je navrhnout optimální konstrukci výrobků všech výrobních skupin a to jak z hlediska materiálu tak dostavy útku, a tím, pokud je to možné zjednodušit a zlevnit technologický postup u výrobků, které není třeba chemicky upravovat.

**KLÍČOVÁ SLOVA: Automobilové textilie, textilní materiál, plošná hmotnost, nehořlavá úprava**

# ANNOTATION

The work deals with the influence of material and substance on fire retardation of products by Stap, a.s..The theoretical part describes Stap Company, their automotive products and their requirements imposed on these products. It also describes the four main parameters that influence the rate of burning. They are chemical and physical constitution of fibers, construction of textile, ambient conditions and final fire proofing.

The practical part describes an experiment, first time they were selected types of products suitable for the test, which were made from different textile materials and different constructions. Physical fireproof tests were made according to ČSN ISO 3795, which the company undertook to perform.

The target of the work was based on the results of tests to evaluate the effect of material and construction to reduce the flammability of Stap products. The purpose is to design an optimal product of all product groups, both in terms of material and the weft, and thus, if it is possible, to simplify and reduce the cost technological process of products, that may not be chemically modified.

**KEY WORDS: Automotive textiles, textile material, substance, fireproofing**

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Teoretická část</b> .....	<b>9</b>
2.1	Akciová společnost Stap .....	9
2.2	Textilie v interiéru osobních automobilů .....	10
2.2.1	Požadavky na výrobky společnosti Stap, a.s. ....	12
2.3	Hoření textilií .....	14
2.3.1	Reakce do zapálení .....	14
2.3.2	Zapálení .....	14
2.3.3	Hoření .....	14
2.4	Chemické a fyzikální vlivy působící na hořlavost .....	16
2.4.1	Chemická a fyzikální konstituce vláken .....	16
2.4.1.1	Bavlna .....	17
2.4.1.2	Polyamid 6 .....	20
2.4.1.3	Polyester .....	23
2.4.1.4	Polypropylen .....	25
2.4.2	Konstrukce textilních plošných útvarů .....	26
2.4.3	Okolní podmínky požáru .....	28
2.4.3.1	ČSN ISO 3795 .....	28
2.4.4	Obsah textilních pomocných prostředků .....	31
2.5	Finální úpravy technických textilií .....	32
2.5.1	Nehořlavá úprava .....	32
2.6	Shrnutí .....	34
<b>3</b>	<b>Praktická část</b> .....	<b>35</b>
3.1	Výběr výrobků .....	35
3.2	Návrh variant výrobků z odlišných materiálů .....	37
3.3	Návrh variant výrobků s odlišnou dostavou útku .....	39
3.4	Výrobní dokumentace .....	41
3.5	Stanovení úpravárenských receptur .....	43
3.6	Vyhotovení fyzických vzorků .....	44
3.6.1	Pevné stuhy .....	45
3.6.2	Popruhy .....	45
3.6.3	Šňůry .....	46
3.6.4	Pruženky .....	46
3.7	Zkouška hořlavosti dle ČSN ISO 3795 .....	47
3.7.1	Výsledky zkoušek .....	49

3.7.1.1	Bavlněné pevné stuhy.....	49
3.7.1.2	Polyesterové pevné stuhy .....	50
3.7.1.3	Polyamidové pevné stuhy.....	51
3.7.1.4	Polypropylenové pevné stuhy .....	52
3.7.1.5	Bavlněné popruhy .....	53
3.7.1.6	Polyesterové popruhy .....	54
3.7.1.7	Polyamidové popruhy .....	55
3.7.1.8	Polypropylenové popruhy .....	56
3.7.1.9	Bavlněné šňůry .....	57
3.7.1.10	Polyesterové šňůry .....	58
3.7.1.11	Polyamidové šňůry .....	59
3.7.1.12	Polypropylenové šňůry.....	60
3.7.1.13	Polyesterové pruženky .....	61
3.7.1.14	Polyesterové pruženky opředené.....	62
3.8	Vystavení zkušebních protokolů.....	63
3.9	Vyhodnocení zkoušek.....	63
3.10	Návrh optimální konstrukce výrobků .....	68
3.11	Shrnutí.....	70
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>72</b>
<b>5</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>76</b>
<b>6</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>78</b>
<b>8</b>	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>78</b>
<b>9</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>78</b>



## 1 ÚVOD

Automobilový průmysl v České republice představuje jedno z nejrozvinutějších automobilových odvětví v regionu střední a východní Evropy. [1] Může za to nejen strategická poloha ČR ve střední Evropě, díky níž mají výrobci snadný přístup na EU trh s 500 miliony spotřebiteli, ale také vyvinutá technologická základna, vysoká úroveň kvalifikace pracovní síly a silný inovační potenciál pro výzkumné a vývojové projekty. [1] Pod pojmem automobilový průmysl si většina spotřebitelů představí obrovské koncerny na výrobu dopravních prostředků typu Škoda Auto, Volkswagen, Toyota, Peugeot a Renault. Ty však nejsou to jediné, co automobilový průmysl dělá automobilovým průmyslem. Do automobilového odvětví spadají i mnohé další společnosti, které své výrobky pro toto odvětví specializují, a svými inovačními nápady a novými technologiemi ho dělají tak vyspělým.

Jednou z těchto společností je Stap, a.s. se sídlem ve Vilémově, stuhařská firma vyrábějící mimo jiné pevné stuhy, popruhy, šňůry a pruženky určené pro další zpracování právě v automobilovém průmyslu. Jako každá společnost, která chce uspět na evropském trhu, musí i společnost Stap, a.s. a její výrobky splňovat určité požadavky a normy zákazníka. Mezi tyto požadavky patří stále se zvyšující potřeba ochrany spotřebitele, což vede ke zvyšujícím se požadavkům na vlastnosti textilních plošných útvarů. Na textilie určené pro dopravní prostředky jsou kladeny různé požadavky dle odlišnosti funkce, kterou textilie v interiéru vozidla plní. Zejména se jedná o požadavky na funkčnost, komfortnost, pevnost, prodyšnost, ale i antistatické vlastnosti a nehořlavost textilií. Právě snížení nehořlavosti textilií je důležitým kritériem, které se společnost Stap, a.s. zavázala vůči svým zákazníkům plnit. O stanovení hořlavosti textilních materiálů pro interiér vozidel pojednává norma ČSN ISO 3795, která přesně charakterizuje za jakých podmínek je materiál testován zkouškou hořlavosti. Pokud testovaný materiál podmínky normy pro nehořlavé textilie nespĺňuje, je nutné upravit jej chemickou nehořlavou úpravou. Technologové ze společnosti Stap, a.s. již ze svých zkušeností dokážou přibližně určit, které z výrobků bude nutné chemicky upravovat a které nikoliv, přesto se stále setkávají s určitými odchylkami. Pokud by byl například některý z výrobků vyroben z jiného materiálu či o jiné dostavě útku, samozřejmě tak, aby hlavní funkční vlastnosti a další požadavky zákazníka na výrobek nebyly nijak ohroženy, může dojít ke změnám struktury a vlastností textilie, což může vést k zamezení přístupu kyslíku do struktury textilie a to

natolik, že dojde ke zpomalení hoření. Cílem firmy je proto tyto vztahy mezi použitým materiálem a plošnou hmotností textilie otestovat na jimi vypracovaných vzorcích, které představují její hlavní představitelé výrobků pro automobilový průmysl.

Cílem diplomové práce je tedy provést zkoušku hoření na všech dodaných vzorcích lišících se použitým textilním materiálem a plošnou hmotností, výsledky zkoušek zaznamenat do zkušebních protokolů a na jejich základě navrhnout optimální konstrukci výrobků všech výrobových skupin a to jak z hlediska použitého materiálu, tak z hlediska hustoty útku. Společnost Stap, a.s. by tak na základě těchto výsledků mohla navrhnout nový technologický postup výroby některých svých produktů a výrazně tím zjednodušit a zlevnit svoji produkci, čímž by se posunula o jeden malý, ale významný krůček před svoji konkurenci.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Akciová společnost Stap

Umění českých tkalců vyniklo zejména ve speciálním odvětví textilního průmyslu při tkané výrobě stuh a úzkých textilií. Tomuto tkalcovskému řemeslu se nejvíce dařilo v severních, pohraničních oblastech českých zemí, kde docházelo k přirozenému propojení původních generací zkušených německých a českých tkalců. [2]

V tomto období – ve 20. a 30. letech 19. století – se postupně z malých soukromých dílen začaly spojováním vytvářet velké firmy. Základní výrobní sortiment tehdy tvořily tradiční prvky lidové kultury zhmotněné do podoby žakárských zdobících stuh. Postupně se tento sortiment výroby rozšiřoval o široké spektrum hladkých a adjustačních stuh včetně popruhů a prýmků. V této výrobní skladbě bylo v podstatě pokračováno až do období kolem roku 1948, ve kterém vznikla spojením několika samostatných subjektů firma Stap.

V současné době patří tato společnost se svými 235 zaměstnanci mezi největší evropské výrobce elastických, neelastických stuhářských výrobků a zdrhovadel. Firma vyrábí na nejmodernějších stavech firmy Jakob Müller ve dvou závodech, a to ve Vilémově, kde je současně sídlo společnosti, a ve Velkém Šenově. Celková kapacita výroby je přes 200 mil. metrů za rok. [2]

Akciová společnost Stap je certifikována u společnosti CQS podle norem řady ISO 9001:2001 a ISO 14001. V systému managementu jakosti je uplatňován procesní přístup,

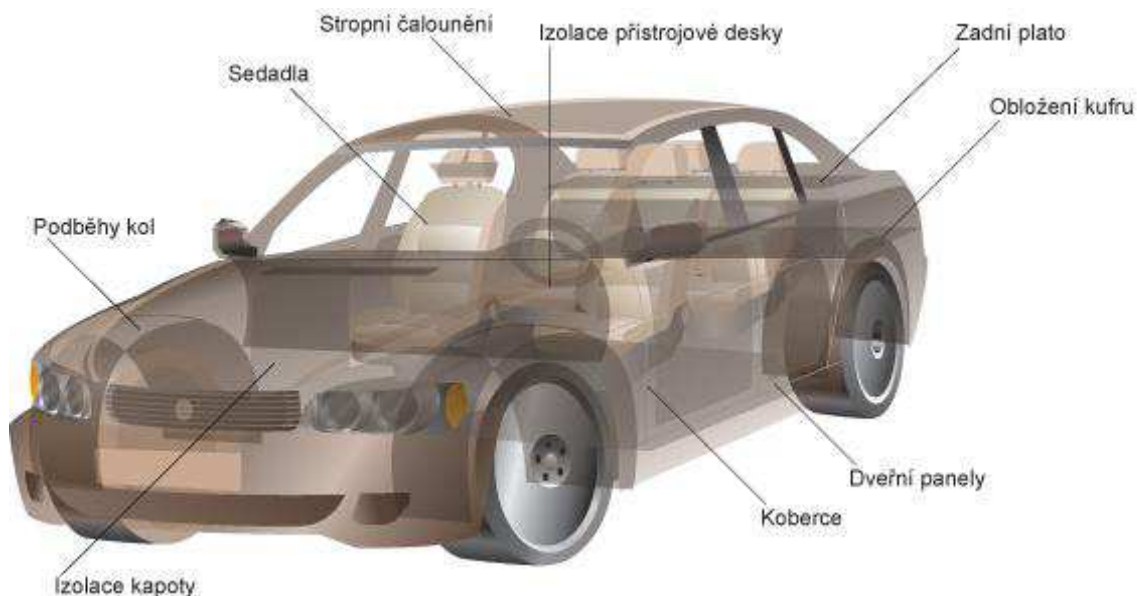
který je jedním ze základních principů těchto norem. Veškeré procesy jsou cíleně orientovány na zvyšování spokojenosti zákazníků plněním jejich požadavků. [2]

Nosnými produkty firmy Stap jsou spirálová zdrhovadla a zdrhovadlové pásy, popruhy, hladké stuhy, izolační stuhy, tkané etikety a znaky, stuhové uzávěry, pruženky, adjustační stuhy, zdobící stuhy ale například i psí obojky a jiné. Výrobky společnosti nacházejí své uplatnění zejména v automobilovém, elektrotechnickém, stavebním, oděvním a obuvnickém průmyslu, zdravotnictví a ve velkoobchodech s textilní galanterií. V současné době se jedná o jednu z posledních firem v Evropě, vyrábějící klasické žakarové stuhy, určené zejména pro lidové kroje, či jiné dekorativní účely.

Klientelu společnosti tvoří výrobci z celé Evropské unie a ostatních evropských států, dále pak z USA, jižní Ameriky, Japonska a Ruska.

## 2.2 Textilie v interiéru osobních automobilů

Automobilový průmysl je největší spotřebitel technických textilií na světě. Málokdo z nás si uvědomuje, kolik textilií nás obklopuje po usednutí do osobního automobilu. Požadavky na automobily i na textilie v nich použité se stále zvyšují. Lidé tráví stále více času v dopravních prostředcích. Zvyšují se proto nároky na komfort interiérů i exteriérů dopravních prostředků obecně. [3]



Obrázek č. 1: Využití textilií v automobilu; [3]

Textilie v interiérech automobilů mají mnoho funkcí, kterými jsou zlepšení akustických vlastností při cestování, tepelná izolace, zajištění aktivní i pasivní bezpečnosti nebo také estetického dojmu po usednutí do automobilu. Textilie použité mimo interiér automobilů mají zejména funkci protihlukovou, nehořlavou a filtrační. Textilie se v automobilu uplatňují jako: stropní čalounění, výplně dveří, palubní deska, autokoberce, čalounění zavazadlového prostoru, sluneční clony, autopotahy, airbagy a bezpečnostní pásy, viz Obrázek č. 1. [4]

Uvnitř každého automobilu se tedy vyskytuje celá řada textilií různých druhů, které se liší použitým materiálem i technologií výroby. Jsou zde použity tkaniny, netkané textilie, ale i pleteniny, a to jak z přírodních, tak i ze syntetických vláken. Každý automobil z přibližně 50 milionů kusů vyrobených ročně po celém světě obsahuje 20 kg textilií [3]. Každá z těchto textilií plní odlišné funkce a jsou na ni proto kladeny odlišné požadavky.

Například na stropní čalounění, které v počátcích automobilové výroby plnilo pouze funkci krytiny střechy ze strany interiéru auta, jsou dnes kladeny požadavky na nízkou hmotnost, tloušťku a dobré akustické vlastnosti.

Dalším dobrým příkladem jsou autokoberce, v dřívějších dobách považované za znak luxusu. Přesto, že si tuto funkci zachovaly dodnes, jejich význam vzrostl a nyní jsou dobrými pohlcovači hluku a vibrací, které při jízdě autem vznikají.

Dalším, bez pochyby důležitým parametrem komfortu každého řidiče, jsou sedadla a jejich potahy. Sedadla by měla být pohodlná, jejich prostřednictvím vnímá řidič chování vozu na vozovce. Autopotahům je proto při výrobě věnována obzvlášť velká pozornost. Také tady platí pravidlo čím lepší vlastnosti, tím lépe. Jedná se zejména o vlastnosti jako je komfortnost, prodyšnost, savost, tepelná vodivost ale i nehořlavost.

Zvláštní vlastnosti mají airbagy. Zde je důraz kladen především na ochranu spotřebitele a jeho bezpečí. Komfort není nejdůležitější, důležitými požadavky jsou zde vysoká pevnost textilního útvaru, tvarová stabilita, odolnost vůči síle vznikající při nafukování vaku a odolnost proti propustnosti vzduchu.

Také bezpečnostní pásy mají důležitou funkci při ochraně posádky vozu. Mimo vzhledu přizpůsobeného zbytku interiéru musí zajišťovat vysokou pevnost a odolnost v oděru, musí být hladké a jemné, aby bylo možné snadné navíjení do pouzdra pásu a aby po nich spona pro zachycení do zádržného systému klouzala. Pásy musí být dále ohebné a pružné, aby bylo docíleno optimálního kopírování lidského tvaru lidského těla před případnou autonehodou. [3], [4]

Některé požadavky na textilní části vozidla jsou shrnuty a normovány v normách, které je při výrobě vozu nutné zohledňovat a dodržovat. Některé požadavky si zase určuje sám zákazník, který posléze za kvalitu vozu ručí svým dobrým jménem svým cílovým spotřebitelům.

### **2.2.1 Požadavky na výrobky společnosti Stap, a.s.**

Účelem výrobků společnosti Stap není ochrana posádky před poraněním v momentě havárie, přesto i tyto výrobky mají a plní svoji funkci. Jsou to převážně části autopotahů, které napomáhají jejich upevnění a vyztužení, etikety, držadla, úchyty umístěné v kufru pro lepší upevnění zavazadel ale i lékárníčky, nebo madla pátých dveří. I tyto výrobky dělají interiér vozu uceleným.

Proto i tyto pomocné produkty z textilního materiálu mají své vlastnosti a jsou na ně kladeny požadované parametry. Mimo vhodné barvy pro sladěnost designu jsou to pevnost a odolnost v oděru, tvarová stabilita a důležitá nehořlavost.

Tato práce se bude zabývat poslední z požadovaných vlastností – nehořlavostí materiálů. Hořlavost textilií je náchylnost textilních materiálů podléhat vznícení a jejich chování při hoření. [5] Tuto vlastnost pro textilie používané v interiéru dopravních prostředků upravují odlišné normy.

**DIN 75 200-** Stanovení chování materiálů vnitřního vybavení vozidel při hoření, 1980. Zkouška podle této normy slouží k určení rychlosti hoření materiálů, které se nacházejí v prostorech vozidla pro cestující (osobní, nákladní, víceúčelová vozidla, autobusy), při zkoušce malým plamenem. Zkouška se provádí při vodorovné poloze materiálu. Vzhledem k relativně velkým rozdílům mezi praxí a v normách udanými zkušebními podmínkami není zkušební metoda vhodná ke stanovení opravdových následků požáru v prostoru pro cestující. S ohledem na mezinárodní rozšíření vozidel byla nutná jednotná metoda testování. Na základě DIN 75 200 proto byla vypracována mezinárodní norma ISO 3795-1976, která byla předložena i americkým úřadům. Norma ISO souhlasí s normou DIN až na malé výjimky. [6]

**ČSN ISO 3795-** Silniční vozidla, traktory, zemědělské a lesnické stroje; Stanovení hořlavosti materiálů použitých v interiéru vozidla, druhé vydání, 1989. Uvedená norma je druhým přepracovaným vydáním, které ruší a nahrazuje první vydání ISO 3795-1976. Norma byla přijata mezinárodní organizací pro normalizaci a je založena na předpokladu, že není pravděpodobné, aby v prostoru pro cestující vznikl oheň, když rychlost hoření

materiálů používaných v interiéru při působení malého plamene je nula nebo velmi malá. [7] Tuto normu společnost Stap splňuje prvotně u všech výrobků dodávaných do automobilového průmyslu.

**TL 1010** - německá norma, Innenausstattungsmaterialien, vydána v roce 1997 vychází z předpisu DIN 75 200 a vztahuje se na vozidla značky Volkswagen, SEAT, Škoda Auto a Audi. Tato TL stanovuje požadavky na charakteristiky hoření materiálů/ konstrukčních dílů vnitřního prostoru motorového vozidla. Týkají se každé části jednotlivého nebo kompozitního materiálu, jehož povrch je ve styku se vzduchem prostoru pro cestující vozidla a nachází se v hloubce maximálně 13 mm vycházející z prostoru pro cestující. [8]

**FMVSS 302** – americká norma, Federal Motor Vehicle Safety Standards, je původní norma vztahující se na požadavky na odolnost hoření materiálů v prostoru určeném pro cestující. Účelem této normy je snížit počet úmrtí a zranění cestujících motorových vozidel, způsobené požáry vozidel, zejména ty, pocházející z interiéru vozidla od zdrojů, jako jsou zápalky nebo cigarety. [9]

**GMW 3232** - americká norma, Test Method for Determining the Flammability of Interior Trim Materials z roku 2001, vychází z předchozí normy FMVSS 302. Tato zkušební metoda se používá ke stanovení horizontální rychlosti hoření materiálů používaných v prostoru pro cestující motorových vozidel po vystavení malému plamenu. Norma vykazuje stejné předpoklady zkoušky jako předchozí normy. [10]

**17-00-001/--F** - francouzská norma, Trim Materials General Instruction ve své upravené verzi z roku 1989 popisuje širokou škálu vlastností jim dodávaných textilních produktů. Od barvy, lesku, akceptovatelných vad přes balení až po transport. V případě nehořlavosti textilií se norma odvolává na testovací metody 1333, které stejně jako výše uvedené normy považují materiály za nehořlavé nebo pomalu hořlavé v případě, že rychlost hoření materiálu uloženého ve vodorovné poloze nepřekročí určitou hranici. Norma 10-00-001/--F se vztahuje na vozidla značky Renault. [11]

Veškeré uvedené normy mají společné znaky a souvislosti, vycházejí jedna z druhé a navzájem se doplňují. Normy uvádějí stejnou metodu měření hořlavosti materiálů a to v horizontální poloze materiálu umístěného na U-držáku zavedeného do spalovací komory a vystaveného malému plamenu. Materiál splňuje podmínky norm v případě, že rychlost hoření nepřekročí kritickou hranici 100mm/1min. Přesné podmínky zkoušek jsou uvedeny v kapitole 2.4.3.1- ČSN ISO 3795.

Společnost Stap, a.s. prvotně plní podmínky normy ČSN ISO 3795, která splňuje

požadavky většiny jejich odběratelů. V případě požadavku ze strany zákazníka je však společnost ochotna provést zkoušky i na základě jiné z norem, která se liší nepatrnými detaily. V tomto případě postupuje Stap individuálně dle zadané objednávky.

## **2.3 Hoření textilií**

Hořením rozumíme souhrn pochodů, které se vyskytují od počátku působení tepelné energie na vlákno na vzduchu až do zhasnutí plamene. [12] Hoření je velmi složitý pochod, který není dosud u všech vláken do podrobností objasněn. Můžeme jej ale rozdělit do několika dílčích etap.

### **2.3.1 Reakce do zapálení**

Než dojde k samotnému zapálení, probíhají při působení tepelné energie ve vlákně většinou endotermické reakce vyžadující různé dávky energie, přičemž jednotlivé typy reakcí nastávají při různých teplotách. Při nízkých teplotách praskají příčné vazby mezi hlavními řetězci, nadmolekulární struktura vlákenných materiálů se stále více narušuje. U syntetických vláken je to v oblasti mezi teplotou měknutí a teplotou tání. Při dalším zvyšování teploty dochází k depolymeraci, tedy odbourání řetězce, a přitom vznikají tuhé, kapalné a plynné složky. Rychlost tohoto děje, který je označován jako pyrolýza, se zvyšuje se stoupající teplotou. Při zvyšování teploty se mění procentuální složení produktů pyrolýzy v tom smyslu, že vzniká více plyných sloučenin. Čím vyšší je rychlost pyrolýzy, čím nižší je teplota, při níž pyrolýza začíná, a čím více zápalných, lehce těkavých a plyných produktů pyrolýzy vzniká, tím rychleji nastane zapálení a hoření. [12]

### **2.3.2 Zapálení**

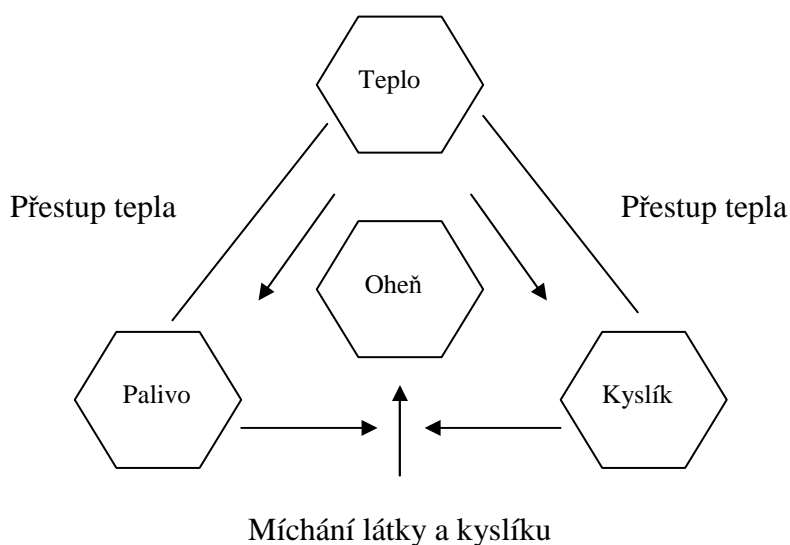
Při zapálení je nutné rozlišovat mezi zapálením vnějším zápalným zdrojem a samovznícením, tedy zapálením bez vnějšího zápalného zdroje. Při dosažení této teploty se zapalují hořlavé, plynné zplodiny pyrolýzy. Tento pochod je endotermický. [12]

### **2.3.3 Hoření**

Hoření jako reakce látky s kyslíkem je exotermický pochod, při kterém se vyvíjí tepelná energie a světelné záření. Jestliže je množství energie vzniklé spalováním plyných zplodin pyrolýzy větší než energie potřebná k pyrolýze vlákenného materiálu, plamen,

který vznikl zapálením, hoří i po oddálení zápalného zdroje. Podle průběhu spalování a druhu vláken vznikají kvalitativně a kvantitativně různé, z části toxické, plynné sloučeniny, stejně tak jako tuhé produkty odbourání a kouř. Po shoření formou otevřeného ohně/plamene následuje spalování zuhelnatělých zbytků za současného doutnání, jedná se o oxidaci uhlíku na CO, respektive CO<sub>2</sub>. [12]

Proces hoření je tedy složitá soustava fyzikálně-chemických dějů a je podmíněn přítomností tří základních složek – tepla, paliva a kyslíku. Jejich vzájemný vztah je znázorněn na Obrázku č. 2.



Obrázek č. 2: Schéma procesu hoření; [12]

Na základě toho, jak probíhá proces hoření, můžeme textilní materiály všeobecně rozdělit do těchto skupin:

*Hořlavé textilie* – jsou textilie, které hoří i po oddálení zápalného plamene. Do této skupiny patří textilie vyrobené z celulósových vláken, vlny, polyamidu, polyesteru, polyakrylonitrilu a polypropylenu. [13]

*Samozhášivé textilie* – jsou takové textilie, které v zápalném plamenu hoří, ale po jeho oddálení zhasnou. Patří sem například textilie vyrobené z modakrylových vláken a některé textilie z hořlavých vláken, které mají nehořlavou úpravu. [13]

*Nehořlavé textilie* – jsou textilie, které nehoří ani v zápalném plamenu. Tato skupina zahrnuje materiály, které při zasažení plamenem degradují bez toho, aby vzplanuly či oheň



přenášely. Jedná se o textilie z běžných vláknotvorných polymerů opatřených nehořlavou úpravou a textilie z vláken odolných proti vysokým teplotám bez podstatného zhoršení fyzikálně-mechanických vlastností. [13]

## **2.4 Chemické a fyzikální vlivy působící na hořlavost**

Hořlavost textilních vláken a plošných útvarů z nich vyrobených je závislá na řadě faktorů, které lze rozdělit do čtyř skupin – chemická a fyzikální konstituce vláken, konstrukce textilních plošných útvarů, okolní podmínky hoření a nános textilních pomocných prostředků.

### **2.4.1 Chemická a fyzikální konstituce vláken**

Na chemickém složení a podmínkách výroby vláken záleží, jaké množství energie bude třeba k uvolnění intramolekulární a intermolekulární energie vazeb a energie příčných vazeb mezi prvky vláknenné struktury tak, aby mohla nastat dezagregace, tedy zahřátí na teplotu tání a tavné teplo. Uvedené souvislosti platí také pro pyrolýzu. Chemické složení vláken není rozhodující jen pro to, jaké intramolekulární vazebné energie jsou k dispozici, tj. při které teplotě probíhá pyrolýza, nýbrž rozhoduje také o kvalitativním a kvantitativním složení produktů pyrolýzy. Jak už bylo zmíněno, čím nižší je teplota, při níž pyrolýza začíná, čím větší je rychlost pyrolýzy a čím více zápalných a těkavých plynných produktů vzniká, tím rychlejší bude zažehnutí a hoření a obráceně. Zápalnost a samozapálení závisí na typu vláknenného materiálu, tedy na chemickém složení. Také spalné teplo uvolněné při hoření a teplota plamene jsou u jednotlivých vláken různá. [12]

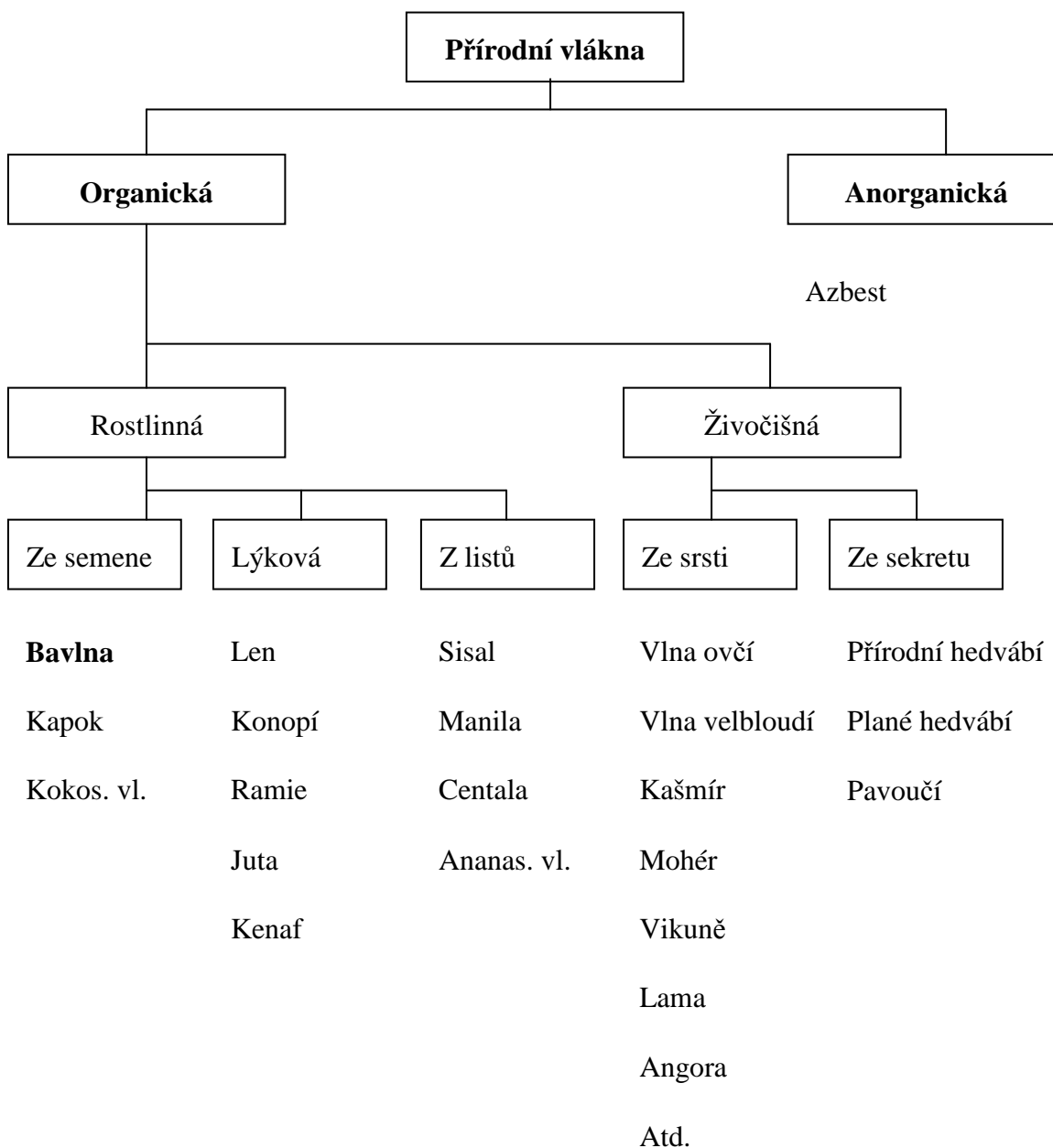
Chemické složení plynů vznikajících při pyrolýze, respektive při hoření, je závislé na chemickém složení vláknenného materiálu. Je to důležité tehdy, odštěpují-li se toxické plyny, protože ty mohou působit škodlivě na zdraví, zejména při požárech v uzavřených prostorech. Je velmi obtížné analyzovat všechny při hoření vzniklé sloučeniny. [13]

Každý druh materiálu se při hoření chová odlišně, vzorky automobilových polotovarů společnosti Stap byly vyhotoveny ze čtyř odlišných materiálů – bavlny, polyamidu 6, polyesteru a polypropylenu. Následující popis chemické a fyzikální konstituce vláken bude proto zaměřen na tyto druhy materiálů.

### 2.4.1.1 Bavlna

Bavlna patří mezi klasická přírodní vlákna, což jsou vlákna z rostlin, živočichů a nerostů upravené pro textilní použití beze změny jejich chemické struktury. [14]

Rozdělení přírodních vláken je schematicky znázorněno na Obrázku č. 3.



Obrázek č. 3: Rozdělení přírodních vláken; [15]

S přihlédnutím k celkovému podílu spotřeby bavlněných vláken vzhledem k ostatním klasickým přírodním vlákenným surovinám je bavlna nejdůležitější ze všech vláken pro výrobu textilních výrobků. Přesto, že její význam byl do značné míry nahodán vlákny

syntetickými, uchovává si bavlna své postavení na celkové produkci textilií.

Bavlna je jednobuněčné vlákno získané ze semene bavlníku. Botanicky rozlišujeme více než 2000 druhů bavlníků. Tento druh keřů byl pěstován již 4000 let př. n. l. v Indii, odkud se dostal do Egypta a rozšiřoval se přes Babylón, Čínu a Malou Asii do Řecka a ostatních států. V Evropě pěstovali bavlnu Maurové, kteří ji přinesli ze severní Afriky do Španělska. [15]

Bavlník patří do čeledi rostlin slézovitých, dosahuje výšky 0,7m jako bylina nebo 1 až 2m jako keř, jako víceletá keřovitá rostlina 2 až 3m. Jako strom pak 3 až 6m. V současné době se většinou pěstuje jako rostlina jednoletá. Bavlník snadno degeneruje, ale velmi dobře se kříží. Základní typy bavlníku využívané pro zpracování bavlny v textilním průmyslu jsou podle klasického dělení:

#### *Bavlník keřovitý (GossypiumBarbadense)*

Pochází ze Západní Indie z ostrova Barbados. Je to jednoletý nebo dvouletý keř, který se pěstuje na ostrovech Malých a Velkých Antil, v Severní a Jižní Americe, Austrálii, Egyptě a Rusku. Dorůstá výšky 1,5 až 3m. Tobolka má 3 až 4 pouzdra a v každé je 6 až 10 semen. Tento bavlník plodí nejlepší bavlnu zvanou Sea Island, její vlákna jsou velmi jemná, bílá, hedvábného omaku a délky 35 až 50mm i více. [15]

#### *Bavlník Srstnatý (Gossypiumhirsutum)*

Je to nejrozšířenější druh bavlníku, pěstovaný jako jednoletý keř. Pochází ze Západní Indie a Mexika. V současné době se pěstuje téměř všude, kde je bavlník díky klimatickým podmínkám pěstovat možné. Nejrozšířenější je v Severní Americe a Rusku. Jeho vlákna jsou jemná, měkká, bílá nebo nažloutlá a dle místa pěstování mají různou délku mezi 19 a 38mm. [15]

#### *Bavlník bylinný (Gossypiumherbaceum)*

Pochází z Indie, pěstuje se v Číně, Malé Asii, Egyptě, Americe, jižní Evropě a Rusku. Má krátká vlákna 15 až 26mm, žluté až nahnědlé barvy, která se špatně oddělují od semen. Vlákno je pružné, pevné, ale málo měkké. [15]

#### *Bavlník stromový (Gossypiumarboreum)*

Pochází z Afriky, pěstuje se v Indii, Číně, Egyptě, střední a jižní Africe, Arábii, USA a ve Středomoří. Jeho vlákna jsou bílá nebo nažloutlá, pružná, pevná, ale hrubá a krátká.

Je to víceletý strom, dosahující výšky až 6m. [15]

*Bavlník peruánský (Gossypium peruvianum)*

Pochází z Peru a pěstuje se v celé Jižní Americe. Vlákna jsou bílá a pevná, na omak se podobají jemné vlně, a proto se s ní s oblibou také míchají. Délka vláken je 45mm. Strom dosahuje výšky 6m. [15]

*Bavlník brazilský (Gossypium brasiliense)*

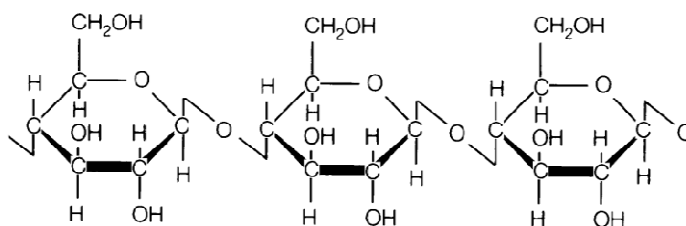
Odrůda bavlníku keřovitého. Je to víceletá rostlina, dorůstající výšky 3m. Vlákna jsou kadeřavá a dobrého lesku. Délka vláken 35 až 40mm. [15]

Semeno bavlníku klíčí 6 až 8 dní. Za dalších 50 až 80 dní růstu a vývinu keře vyrazí na stonku keře stopky, na kterých jsou umístěné květy. Květy kvetou 24 až 48 hodin a jsou pětilisté, barvy bílé, nažloutlé, nahnědlé, někdy s červenými skvrnami. Samotná tobolka je veliká jako vlašský ořech a po 6 týdnech praskne, zhnědne a usychá. Chomáčky bavlny vytlačené ven na vzduchu ještě dozrávají. Přibližně po 2-3 týdnech po otevření tobolek je bavlna zralá a může se sbírat. Sběrání probíhá strojově nebo ručně. Ruční sběr bavlny je lepší, neboť množství nečistot v bavlně je menší než při sběru strojovém a to ovlivňuje kvalitu. Z plantáží je bavlna transportována do vyzrňovacích stanic k odsemenění. Vyzrňování probíhá na pilkových a válcových vyzrňovacích strojích. Válcové vyzrňovací stroje se obvykle používají pro vysoce kvalitní dlouhovláknou bavlnu, pilkové pro bavlnu krátkovláknou. Vyzrňovaná bavlna je poté lisována do balíků a expedována zákazníkům. [16]

Na kvalitě bavlny záleží, za jakým účelem bude použita. Jakost bavlny se proto všeobecně posuzuje dle oficiálně vydávaných standardů. Tyto standardy vyhodnocují kvalitu dle základních znaků, jimiž jsou pevnost, zralost, obsah nečistot, délky vláken, jejich jemnost a barva.

Vzhled bavlny je specifický a pro odborníka snadno rozpoznatelný od všech ostatních vláknenných materiálů. Pod mikroskopem se jeví jako nepravidelná zkroucená a zploštělá stužka se zesílenými stěnami a poměrně malým lumenem. V průřezu mají vlákna eliptický až kruhový ale nejčastěji ledvinovitý tvar. V příčném řezu je možné pozorovat lumen, jehož velikost a tvar se liší dle zralosti bavlny.

Bavlna obsahuje, až 91% celulózy viz Obrázek č. 4, až 6% bezdusíkatých látek, 7% vody, 1% bílkovin, 0,5% vosků a tuků a 0,2% popela. [15]



Obrázek č. 4: Chemický vzorec celulózy; [17]

Chemické složení bavlny určuje její chování. Základní složkou je celulóza, která je nositelem mnoha vlastností, které činí bavlnu nenahraditelnou a to zejména pro osobní prádlo. Bavlněné tkaniny jsou pevné v tahu a oděru, jsou savé, splývavé a mají příjemný omak. Jednou z nevýhod může být jejich malá pružnost, snadná mačkovost a jen omezená ochrana proti chladu. Bavlna poměrně dobře snáší teplo, při 120°C pozvolna žloutne, při 150°C hnědne a po delším působení tepla hoří. Hoření bavlny je jedním z jejích poznávacích znaků; po přiblížení k plamenu se vlákno netaví, po vložení do ohně vzplane a hoří i po vytažení z plamene. Jakmile bavlna vzplane, hoří jako papír, odér kouře je podobný jako u hořícího dřeva a po zhasnutí zanechává jemný šedý sypký popel. Je to tedy vlákno hořlavé. [15], [16]

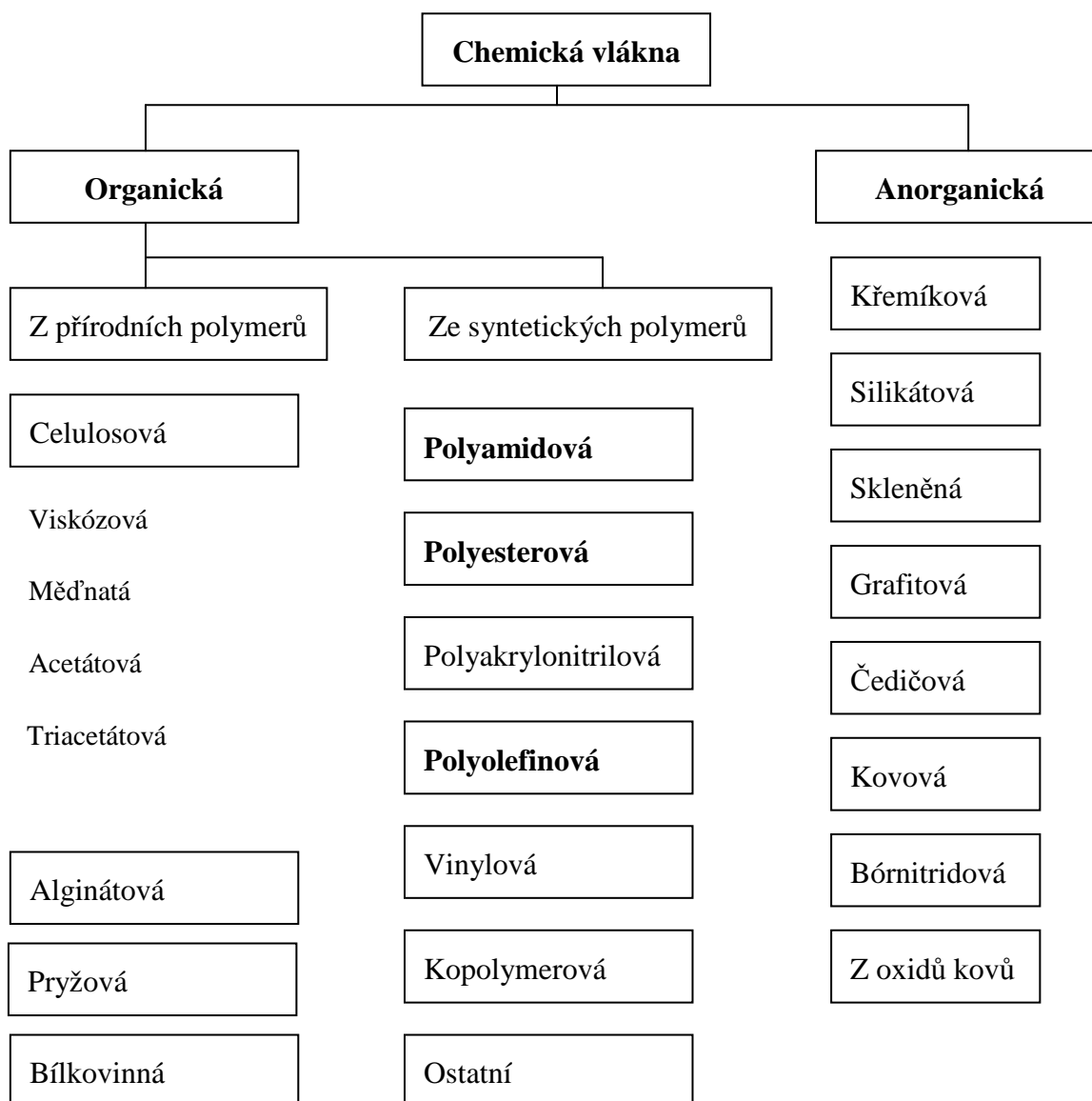
Rozsah použití bavlny je obrovský; tkaniny z bavlny se využívají na prádlo i svrchní ošacení. Další využití nachází v bytových textiliích, ložním i stolním prádle, látkových kapesnicích, při výrobě záclon, obvazových materiálů, nití ale i technických tkanin.

#### 2.4.1.2 Polyamid 6

Za chemická vlákna lze považovat veškeré vláknité útvary, které se nezískávají přímo z přírody, ale více či méně technicky náročnou průmyslovou výrobou. [15] V dnešní době obohacují chemická vlákna surovinovou základnu textilního průmyslu, především výrobu technických textilií. Skutečnost, že chemická vlákna jsou surovinou, jejíž základní vlastnosti lze ve značné míře ovlivnit volbou výchozí suroviny a technologie výroby, předurčuje tyto materiály pro speciální účely použití v různých oborech a prostředcích. Ve srovnání s přírodními vlákny je chemické vlákno možné modifikovat jak z hlediska základních typů, tak z hlediska vlastností a kvality. Chemická vlákna se proto vyrábějí nejenom v různé jemnosti a různém počtu elementárních vláken, ale též v různé úpravě. [16]

Výchozí surovinou pro výrobu chemických vláken mohou být přírodní nebo syntetické

polymery. Třebaže je možné chemická vlákna dělit různými způsoby, nejobvyklejší je třídění právě podle vlastností základního materiálu, ze kterého je vlákno vytvořeno, viz Obrázek č. 5.



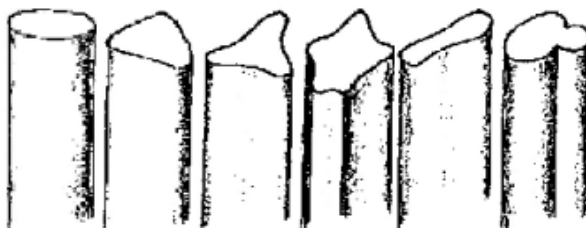
Obrázek č. 5: Rozdělení chemických vláken; [15]

Polyamidová vlákna s obecnou zkratkou PA byla vyvinuta ve 30. letech 20. století a s jejich rozvojem nastalo nové období ve vývoji chemických vláken. Doposud byla polyamidová vlákna nejvýznamnějším typem syntetických vláken. V současné době však byla předstížena vlákny polyesterovými vzhledem k jejich univerzálnějšímu použití. [15]

Výchozí surovinou pro výrobu vláken na bázi polyamidu 6 je kaprolaktam, surovinou pro vlákna z polyamidu 66 je takzvaná AH sůl, tvořená kyselinou adipovou a hexamethyl –

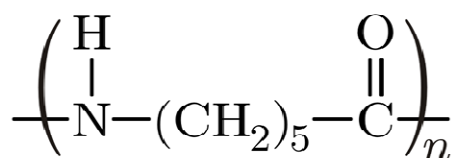
endiaminem. Převážně se polyamidová vlákna vyrábějí na kontinuálním polymeračním zařízení. Vznikající tavenina polyamidu 6 se nepřetržitě odtahuje v podobě strun, které se chladí průchodem vodní lázně. Z nich po rozřezání na přibližně 5mm dlouhé úseky vzniká takzvaný granulát, který se pere, suší a posléze taví ve zvlákňovacím zařízení. Polyamidová vlákna se vyrábějí tavným zvlákňováním a navíjením nedlouženého vlákna. Vlákno se dále dluží a pak podle typu tvaruje, ská, fixuje, kadeří, třídí a barví. Polyamidová vlákna jsou vyráběna jako monofilní nebo multifilní hedvábí normální nebo vysoce pevné, profilované nebo tvarované, jako stříž, kabílek nebo kabel, dále jako bikomponentní vlákna, žíně, vlasce, hrubé monofily, popřípadě fólie a to v různých úpravách od lesklých přes matované, barvené ve hmotě či se stálou antistatickou úpravou atd. [15]

Vzhled vlákna pod mikroskopem může být různý. Jak již bylo zmíněno polyamidová a polyesterová vlákna patří mezi nejvíce rozšířená vlákna a z toho důvodů byly vyvinuty speciální zvlákňovací trysky, ze kterých vznikají vlákna různých profilů. Profilování vláken má ten cíl, aby vlákno svým tvarem a povrchem napodobovalo vlákno přírodní. Zvětšením povrchu se dosáhne vyšší adsorpce a znesnadňuje se vytahování vlákna z příze, čímž se sníží žmolkovitost. A vlákno, které má na povrchu rovnou plošku, odráží světlo a jeví se lesklé. Do některých přízí jsou tato vlákna přidávána právě za tímto efektem. [18]



Obrázek č. 6: Nejznámější druhy profilovaných PA vláken; [18]

Polyamid je vlákno obsahující lineární makromolekuly, v jejichž řetězcích se opakují funkční amidové skupiny, viz obrázek č. 7.



Obrázek č. 7: Chemický vzorec Polyamidu 6; [19]

Polyamidová vlákna se vyznačují poměrně velkou srážlivostí ovlivnitelnou tepelnou fixací a poměrně malou stálostí na světle. Mají naopak velmi dobrou stálost vůči účinkům mikroorganismů. Z hlediska zpracovatelských vlastností patří k typům vláken, která se snadno nabíjejí statickou elektřinou při zpracování i při používání. Tato vlastnost však může být úspěšně potlačena stálou antistatickou úpravou. Mezi výhody jistě patří vysoká pevnost a odolnost v oděru, dobrá pružnost a stálost vůči chemickým činidlům. Za normální teploty mají vlákna velmi dobrou tvarovou stálost, k velké mačkavosti dochází naopak při teplotách vyšších, zvláště pak v mokřém stavu. Velkou nevýhodou může být sklon k vytváření žmolků na povrchu textilních výrobků. Pro lepší uživatelské vlastnosti jsou polyamidová vlákna často mísená s bavlnou nebo vlnou. Z hlediska hořlavosti je polyamidová vlákna možné charakterizovat jako vlákna tavitelná, snadno se zapalující, po oddálení plamene zhasínající. Při hoření vlákna dochází k odkapávání tmavých kuliček taveniny a tvorby kouře s aromatickou vůní. [15], [16]

Pro své dobré vlastnosti mají PA vlákna velmi široké použití. Mimo podlahovin, dámských punčoch a oděvů pro volný čas se dále používají hlavně ve tvaru hedvábí, ať již hladkého nebo tvarovaného, k výrobě svrchního ošacení, prádla, elastických výrobků, šicích nití, netkaných textilních výrobků, kožešin apod. Také velmi široké je uplatnění těchto vláken v technickém sektoru, kde se využívá hlavně jejich pevnosti – kordové tkaniny, dopravní pásy, lana, sítě, izolační vložky, bezpečnostní pásy, filtrační látky, padáky, koberce, ale i chirurgické nitě, protézy atd. [15]

#### **2.4.1.3 Polyester**

Polyesterová vlákna stejně jako polyamidová vlákna patří do skupiny chemických, ze syntetických polymerů vyrobených vláken. Polyesterová vlákna s obecnou zkratkou PES byla vyvinuta ve 40. letech 20. století a jsou dnes pro své téměř univerzální vlastnosti a technologii výroby nejdůležitějším druhem syntetických vláken. Jejich výroba a spotřeba stále stoupá. PES vlákna patří k univerzálním vláknům, která se používají jak ve směsích, tak jako 100% prakticky do všech typů textilních a technických výrobků. To umožňuje i jejich velmi častá modifikace, která zase umožňuje vlákna přizpůsobit požadavkům na výsledný textilní výrobek. [15]

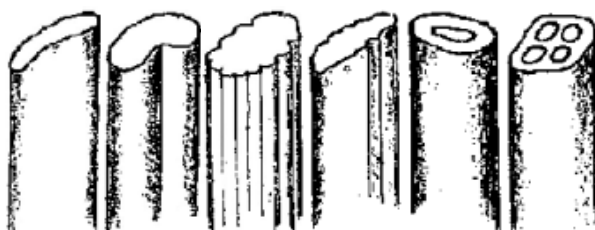
Surovinou pro výrobu polyesterových vláken je dimethyltereftalát a etylenglykol popřípadě další chemické sloučeniny používané k modifikaci základních vlastností, jako je kyselina isoftalová, kyselina sulfisoftalová a další. Namísto dimethyltereftalátu se



v poslední době jako výchozí surovina používá často i kyselina tereftalová. [15]

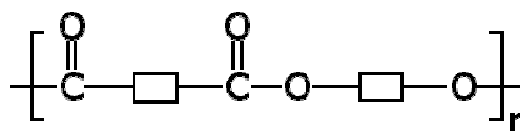
Vlákna jsou vyráběna diskontinuálním nebo kontinuálním způsobem a to vždy nejprve reesterifikací dimethyltereftalátu a poté polykondenzací diglykoltereftalátu na polyethyltereftalát. U kontinuálního způsobu je vzniklá tavenina polyethyltereftalátu ihned zvlákňována, u diskontinuálního způsobu se nejprve převede na granulát, který se po usušení taví a teprve poté zvlákňuje. Normální polyesterová vlákna jsou vyráběna jak ve tvaru hedvábí, tak stříže v různých jemnostech a stříž v různých délkách stříhu, s vnějším vzhledem podle požadavků, například lesklá, matovaná, barvená popřípadě hladká či kadeřavá. Při výrobě hedvábí se nedloužené vlákno navíjí obvykle na cívky, při výrobě stříže nebo kabelů se ukládá do velkoprostorových konví. Nedloužené hedvábí se dále dluží, tvaruje, ská, fixuje a nakonec třídí a balí. Nedloužený kabílek z velkoprostorových konví se při výrobě stříže nebo kabelu nejdříve druží, dále dluží, kadeří a fixuje. Při výrobě kabelů se kabel po fixaci ukládá přímo do kartónů, při výrobě stříže se kabel řeže a na balícím lisu balí. [15], [16]

Stejně jako u vláken polyamidových, může být vzhled PES vláken pod mikroskopem odlišný. Díky různým druhům zvlákňovacích trysek je variabilita příčných řezů vlákna téměř neomezená.



Obrázek č. 8: Nejznámější druhy profilovaných PES vláken; [18]

Vlákno je lineární makromolekula, jejíž hlavní řetězec  $[-CO-O-]$  sestává nejméně z 85 % z esteru vyrobeného polykondenzací.



Obrázek č. 9: Chemický vzorec Polyesteru; [20]

Z typických vlastností polyesterových vláken je možné uvést jednoduchou údržbu z nich vyrobených textilií, velkou pevnost za sucha i za mokra, velkou odolnost v oděru, velkou tvarovou stálost za nízkých teplot, stálost vůči chemickým vlivům (s výjimkou prostředků způsobujících hydrolýzu) a plný vlněný omak. Polyesterové textilie mají velký sklon ke vzniku statického náboje a ke žmolkování zvláště u vláken, kde není speciálně tato vlastnost potlačena modifikací. Z hlediska hořlavosti patří k vláknům hořlavým, v plameni se tavícím, tvořícím kapky zčernalé taveniny, které při hoření odkapávají a vydávají ostře aromatickou vůni. Zbytkem po hoření je černá beztvará hmota. [15]

Polyesterová vlákna je možné použít k výrobě textilních výrobků vhodných pro odívání, v sortimentu bytového textilu a rovněž v odvětví technickém. Ve tvaru textilního hedvábí hladkého nebo tvarovaného se nejlépe hodí k výrobě svrchního ošacení jak tkaného, tak pleteného, kravat, prádla, záclon, šicích nití a jiné. Technické hedvábí je využíváno ke zpevňování plastů, pryže pak k výrobě speciálních oděvů, sítí, požárních hadic a další. V menší míře se používá jako kordové hedvábí. Polyesterová stříž se nejčastěji používá ve směsi s vlnou v poměru 55 PES/45 vl pro veškerý sortiment vlnářských výrobků, v poměru 67 PES/33 ba nebo 70 PES/30 VS pro veškerý sortiment bavlnářských výrobků. 100% polyesterové hedvábí slouží k výrobě dekoračních a nábytkářských textilií a plachtovin. 100% stříž je vhodná k výrobě speciálních roun a výplňkového materiálu. [15], [16]

#### **2.4.1.4 Polypropylen**

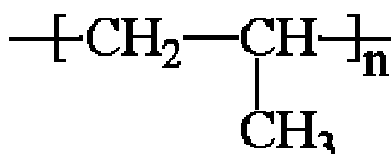
Polypropylenová vlákna patří do skupiny vláken polyolefinových. O možnosti jejich výroby se začalo uvažovat po vynálezu setereoregulární polymerace olefinů. Z hlediska rozsahu výroby jsou polyolefinová vlákna čtvrtými v pořadí. Používají se hlavně jako pro bytový textil. Rychleji než spotřeba samotných vláken roste spotřeba štěpených fólií z polyolefinů, hlavně na úseku technických tkanin a obalovin. [15]

Surovinou pro výrobu polypropylenových vláken je propen, vedlejší produkt při zpracování uhlovodíku, nebo je vyráběn přímo z ropných surovin. Propen se polymeruje na zvláknitelný polymer nízkotlakovou polymerací buď přímo, nebo za pomoci rozpouštědel. Vzniklý polymer se taví, zvláknuje a barví, protože hotové vlákno se dá jen obtížně barvit. Na konec se vlákno dluží a podle účelu použití upravuje obloučkováním, tvarováním, skaním a podobně. Vlákna s mezinárodní zkratkou PP jsou vyráběna jako monofilní a multifilní hedvábí hladké, popřípadě tvarované, s kruhovým nebo profilovým průřezem

jednotlivých fibril. Lze je dále vyrábět jako stříž, kabílek nebo kabel, jako žíně i vlasce. Veškeré uvedené typy lze vyrábět jako lesklé, matované, barvené ve hmotě, stabilizované proti světlu, modifikované pro možnost povrchového barvení apod.[15], [16]

Polypropylenová vlákna jsou pod mikroskopem převážně kruhové průřezu a to z důvodu použití kruhové trysky při výrobě.

Ze tří známých variant se k výrobě textilních vláken hodí jen izotaktické polymery, které mají naprosto stejnoměrnou molekulární strukturu.



Obrázek č. 10: Chemický vzorec Polypropylenu; [21]

Z fyzikálně chemických vlastností je u PP vláken dobré zmínit velmi malou hustotu – jsou to nejlehčí textilní vlákna vůbec, malou navlhavost a velmi dobrou tepelnou a elektrickou izolační schopnost. Jejich poměrně dobré elastické vlastnosti se zhoršují tepelným zpracováním. Mimo jiné jsou odolná vůči chemikáliím a částečně vůči mikroorganismům. Vlákna jsou pevná v oděru a mají jen malý sklon ke tvorbě žmolků. Na omak se neliší od ovčí vlny. Jednou z mála nevýhod, kterou mají, je špatná barvitelnost, proto se barví ve hmotě. Z hlediska hořlavosti je vlákna možné charakterizovat jako vlákna v plamenu se tavící, snadno se zapalující a pomalu hořící. Po shoření zanechávají tmavé beztvareé části taveniny. [15]

Polypropylenová vlákna se používají převážně a bytové a technické textilie, k výrobě ochranných obleků, sítí, lan, filtračních materiálů, elektroizolačních materiálů atd., dále k výrobě podlahovin, kobereců, dekoračních a potahových látek. V podobě tvarovaného hedvábí či přízí vyrobených ze směsi polypropylenu a dalšího materiálu se mohou používat i k výrobě vrchního ošacení a prádla. [15], [16]

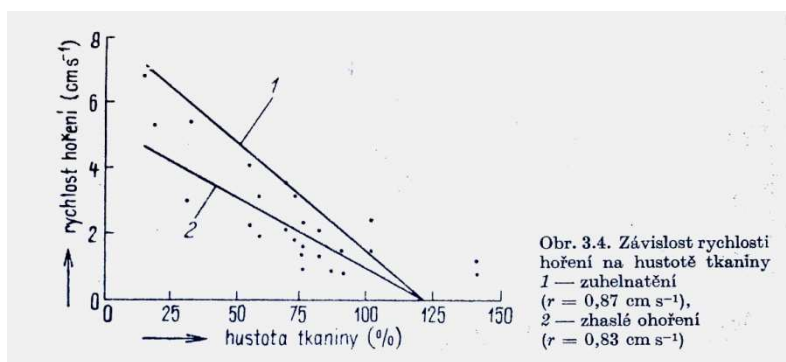
#### 2.4.2 Konstrukce textilních plošných útvarů

Průběh hoření je do určité míry ovlivňován také konstrukcí textilního plošného útvaru. U bavlněných tkanin existuje dobrá korelace mezi plošnou hmotností tkaniny a zápalností, tedy času od začátku působení zápalného zdroje do vzplanutí. S rostoucí plošnou

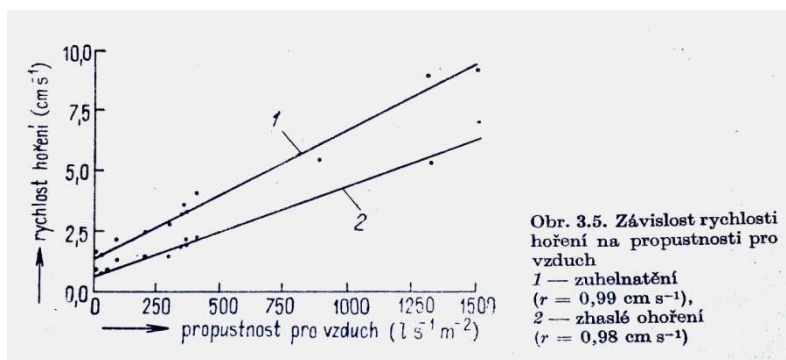
hmotností vzrůstá tepelná kapacita, což je součin měrného tepla a hmotnosti plošné textilie, takže při konstantní přiváděné tepelné energii vzrůstá také doba zápalnosti. [12]

Tkaniny z polyesterových vláken se chovají jinak. Při nízkých hodnotách plošné hmotnosti – do  $150 \text{ g/m}^2$  - stačí tepelná energie při odpovídající době působení k tomu, aby vlákno tálo a odkapávalo, než se zapálí a začne hořet. U plošné hmotnosti nad  $150 \text{ g/m}^2$  je tepelná kapacita větší, takže změknu jen vnější vrstvy vláken, zatímco vnitřek vláken působí jako nosná kostra. V tomto případě tedy nedojde k tavení a odkapávání, plošná textilie zůstává v oblasti zápalného zdroje, zapálí se a hoří. Tímto způsobem se tkaniny z polyesterových vláken chovají při zapálení odlišně než tkaniny bavlněné. [12]

Také rychlost hoření závisí na plošné hmotnosti a na hustotě tkaniny, viz Graf č. 1. Čím vyšší je plošná hmotnost a hustota tkaniny, tím nižší je rychlost hoření. To lze vysvětlit tak, že ke spálení  $1 \text{ g}$  celulosové tkaniny je zapotřebí  $4 \text{ l}$  vzduchu, a proto musí být s rostoucí plošnou hmotností přiváděno větší množství vzduchu. Rozhodující je, že se změnou plošné hmotnosti a hustoty tkaniny se mění i přístup vzduchu nutného pro hoření. Jestliže stoupá plošná hmotnost a hustota tkaniny, zmenšuje se vnitřní objem, tedy množství pohlčeného vzduchu, prostupnost pro vzduch a možnost difúze proudu vzduchu. Tím klesá rychlost hoření, viz Obrázek č. 11 a 12. [12]



Obrázek č. 11: Graf závislosti rychlosti hoření na hustotě tkaniny; [12]



Obrázek č. 12: Graf závislosti rychlosti hoření na propustnosti pro vzduch; [12]

### 2.4.3 Okolní podmínky požáru

V praxi jsou okolní podmínky každého požáru odlišné, bylo by proto téměř nemožné zjistit přesné závislosti, které hoření plošných útvarů ovlivňují. Závislosti mezi použitým materiálem a hustotou tkaniny je proto možné testovat pouze v laboratorním prostředí. Prostor, ve kterém jsou realizovány zkoušky hořlavosti pro automobilové textilie, definuje norma ČSN ISO 3795, kterou se společnost Stap zavázala plnit.

#### 2.4.3.1 ČSN ISO 3795

Tato mezinárodní norma stanovuje metodu pro určení vodorovné rychlosti hoření materiálů používaných v prostoru pro cestující silničních vozidel – tedy osobních automobilů, nákladních automobilů kombi, autobusů, ale i traktorů, zemědělských strojů a strojů pro lesní práce – po vystavení malému plamenu. Tato metoda umožňuje zkoušení materiálů a součástí vnitřního vybavení vozidel jednotlivě nebo v kombinaci až do tloušťky 13mm. Používá se k posouzení jednotnosti výrobních skupin těchto materiálů z hlediska jejich chování při hoření. Právě na základě mnoha rozdílů mezi skutečnou situací (použití a umístění materiálu uvnitř vozidla, podmínek užívání, zdroje zapálení atd.) a přesnými podmínkami stanovenými v této normě, upozorňuje sama norma na to, že tato metoda nemůže být považována za vhodnou pro vyhodnocení všech skutečných charakteristik hoření ve vozidle. Přesto je norma mezinárodně přijímána, jako výchozí testovací metoda pro určení chování materiálů při hoření. [7]

Podstata zkoušky spočívá v uchycení vzorku textilního materiálu ve vodorovné poloze do držáku tvaru U a jeho vystavení účinku definovaného nízkoenergetického plamene po dobu 15s ve spalovací komoře, přičemž plamen působí na volném konci vzorku. Zkouška určuje, zda a kdy plamen zhasne, nebo dobu, za níž plamen razí měřenou vzdálenost. Pro vykonání zkoušky je zapotřebí vybavit prostředí, tedy laboratoř určenou ke zkouškám, zařízením, opět definovaným v normě, viz Příloha č. 1.

#### *Spalovací komora*

Spalovací komora by měla být vyrobena přednostně z nerezavějící oceli a o rozměrech uvedených na obrázku obsaženém v normě, viz Příloha. Přední část komory musí být vybavena ohnivzdorným pozorovacím oknem, které může zakrývat celou přední část a které může být konstruováno jako přístupová deska. Dno komory má mít větrací otvory a podél obvodu stropu větrací výřezy. Spalovací komora má být uložena na čtyřech nohách

vysokých 10mm. Komora má být konstruována tak, že na jedné její straně je umístěn otvor pro vložení držáku se vzorkem, na protější straně je umístěn otvor pro přívod plynu. Roztavený materiál je zachycován do misky umístěné na dně komory mezi větracími otvory tak, aniž by jeden z větracích otvorů zakrývala. [7]

#### *Držák vzorku*

Držák vzorku sestává ze dvou kovových desek nebo rámu tvaru U z koroziuvzdorného materiálu. Rozměry držáku jsou uvedené v normě. Na spodním rámu jsou vyhotoveny čepy, na horním rámu jsou otvory pro tyto čepy, aby bylo zajištěno pevné držení vzorku. Čepy také slouží jako měřicí body začátku a konce shořelé vzdálenosti materiálu. Spodní část rámu tvaru U musí být upravena pro umístění ohnivzdorných drátů o průměru 0,25mm, jejichž rozteč je 25mm. Tyto dráty slouží jako podložka, která má zamezit subjektivnímu hodnocení chování vzorku zkoušejícím personálem. Rovina spodní strany vzorku musí být 178mm nad základní deskou. Vzdálenost přední hrany držáku vzorku od konce komory musí být 22mm, vzdálenost podélných stran držáku od stěn komory musí být 50mm. [7]

#### *Plynový hořák*

Jako malý zapalovací zdroj se použije Bunsenův kahan s vnitřním průměrem 9,5mm. Kahan je umístěn ve zkušební komoře tak, že střed trysky je 19mm pod středem spodní hrany otevřeného konce vzorku. [7]

#### *Zkušební plyn*

Plyn přiváděný do kahanu musí mít výhřevnost přibližně 38 MJ/m<sup>3</sup>, například zemní plyn. [7]

#### *Kovový hřeben*

Kovový hřeben, který je nejméně 10mm dlouhý se sedmi až osmi hladkými zuby zaoblenými na 25mm. [7]

#### *Stopky*

Stopky vhodné pro zkoušku hořlavosti mají přesnost 0,5s. [7]

#### *Digestoř*

Spalovací komora je umístěna v digestoři, jejíž vnitřní objem je nejméně 20 krát, avšak ne

více než 110 krát větší než objem spalovací komory, přičemž žádný jednotlivý rozměr digestoře – výšky, šířka nebo délka – není 2,5 krát větší než kterýkoliv z ostatních dvou rozměrů. Před zkouškou se změří svislá rychlost vzduchu proudícího digestoří ve vzdálenosti 100mm před a za konečným místem, kde bude spalovací komora umístěna. Rychlost vzduchu musí být mezi 0,1 a 0,3 m/s, aby zkoušející nebyl ohrožován zplodinami hoření. Je možné použít digestoř s přirozenou ventilací a přiměřenou rychlostí vzduchu. [7]

Stejně důležité jako zařízení laboratoře je příprava vzorků ke zkoušce. Tvar a rozměry vzorků jsou uvedeny v normě. Tloušťka vzorků však nesmí přesahovat 13mm. Pokud to odběr vzorku dovolí, musí mít vzorek konstantní průřez po celé délce. Jestliže tvar a rozměry výrobku nedovolují odběr vzorku ve velikosti dané v normě, je zapotřebí dodržet jiná nařízení, která jsou pro tyto případy v normě uvedena. Výrobky společnosti Stap splňují standardní rozměrové podmínky normy.

Samotné vzorkování samozřejmě také podléhá nařízením normy. Ze zkoušeného materiálu se odebírá vždy nejméně pět vzorků. U materiálů majících různé rychlosti hoření v různých směrech (to se ukáže při předběžných zkouškách) se odebírá také pět vzorků, ale do zkušebního zařízení se umístí tak, aby se měřila jejich nejvyšší rychlost hoření. Je-li materiál dodáván v ustálených šířkách, vyřízne se z celkové šířky zkušební kus o délce nejméně 500mm. Z tohoto kusu se odeberou zkušební vzorky ve vzdálenosti 100mm od okraje materiálu a stejně vzdálené od sebe. Vzorky z hotových výrobků, pokud to dovolí jejich tvar, se odebírají stejným způsobem. Jestliže tloušťka výrobku přesahuje 13mm, musí být tato tloušťka zmenšena mechanickým opracováním na 13mm na straně, která není obrácena do prostoru cestujících. Vrstvený, neboli sendvičový materiál musí být zkoušen jako by byl jednotný. V případě vrstvených materiálů, které však nejsou složené materiály, musí být všechny vrstvy materiálu, které jsou v tloušťce 13mm od povrchu obráceného do prostoru pro cestující, zkoušeny jednotlivě. Před zkouškami musí být vzorky kondicionovány nejméně 24 hodin, ale ne více než 7 dní při teplotě 23°C s odchylkou 2°C a relativní vlhkosti 50% s odchylkou 5%. V těchto podmínkách musí být vzorky udržovány až do doby bezprostředně před zkouškou. [7]

Postup zkoušky uvádí, jak má zkoušející personál postupovat při zkoušce. Pokud jsou testovány vzorky s vlasovým nebo smyčkovým povrchem, umístí se nejprve na rovnou plochu, a dvakrát se pročešou kovovým hřebenem. Poté se vzorek umístí do držáku tak, že exponovaná strana bude směřovat dolů, směrem k plamenu, přičemž exponovanou plochou

je míněna ta strana, která je při montáži do vozidla povrchem obrácena do prostoru pro cestující. Poté se pomocí značky v komoře seřídí plynový plamen na výšku 38mm, přičemž přívod vzduchu k hořáku je uzavřen. Před začátkem první zkoušky se plamen pro stabilizaci nechá hořet nejméně 1 minutu. Držák vzorku se zasune do spalovací komory tak, aby byl konec vzorku vystaven plameni a po 15s se přívod plynu uzavře. Měření doby hoření začíná v okamžiku, kdy plamen dosáhne prvního měřicího bodu. Pozoruje se rychlost hoření na straně, která hoří rychleji – spodní nebo horní. Měření doby hoření končí, když plamen dosáhne posledního měřicího bodu nebo když plamen zhasne před dosažením posledního měřicího bodu. Jestliže plamen nedosáhne posledního měřicího bodu, změří se shořelá vzdálenost do bodu, kdy plamen zhasl. Shořelá vzdálenost je ta část vzorku, která je hořením poškozená na povrchu nebo uvnitř. Pokud vzorek nezačne hořet, nebo nepokračuje v hoření po vypnutí hořáku, nebo když plamen uhasne před dosažením prvního měřicího bodu tak, že doba hoření nebyla měřena, uvede se ve zkušební zprávě, že rychlost hoření je 0mm/min. Při provádění řady zkoušek nebo opakovaných zkoušek je nutné zajistit, aby teplota spalovací komory a držáku vzorku před další zkouškou nebyla větší než 30°C. [7]

Pro potřeby normy je rychlost hoření B definována jako podíl shořelé vzdálenosti a doby potřebné pro shoření této vzdálenosti. Výpočet rychlosti hoření je prováděn dle vzorce a vyjadřuje se v milimetrech za minutu.

$$B = \frac{s}{t} \times 60$$

kde  $s$  je shořelá vzdálenost v milimetrech;

$t$  je čas potřebný pro shoření vzdálenosti  $s$  v sekundách.

Kritickou hranicí rychlosti hoření je 100 mm/min. Po jejím překročení není možné vzorek identifikovat jako nehořlavý. Po provedení zkoušky hořlavosti je vystavena zkušební zpráva.

#### **2.4.4 Obsah textilních pomocných prostředků**

Textilní pomocné prostředky aplikované při úpravách na plošných textiliích mohou průběh hoření textilie ovlivnit. Rozhodující vliv na průběh hoření mohou mít jak úpravy na přízích realizované dodavatelem, tak úpravy na hotových výrobcích, které realizuje společnost Stap. Patří sem zejména nanesené šlichty, pomocné stabilizační prostředky a Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti Stap, a.s.



barvy. Technologie výroby u každého výrobku je jiná, a proto se liší i úpravy jednotlivých výrobků. Podrobnému popisu těchto úprav a jejich vlivu na hoření se autorka věnuje v praktické části práce.

## 2.5 Finální úpravy technických textilií

Finální či speciální úpravy patří k závěrečným úpravám všech textilních výrobků. Chemickými, fyzikálními nebo mechanickými postupy tak dosahujeme nových požadovaných užitných vlastností textilií. Těmito vlastnostmi mohou být vzhled, snadná úprava nebo určitá ochrana. Dle dosažené vlastnosti dělíme finální úpravy textilií na:

*Vzhledové* – jsou převážně mechanické úpravy; patří sem například česání, postřihování, broušení, mandlování, kalandrování, dekatování a další.

*Omakové* – úpravy vylepšující omak textilie; do této skupiny patří měkkící, tužící a plnicí úpravy.

*Stabilizační* – cílem těchto úprav je stabilizace požadovaného tvaru; řadíme sem úpravy nesráživé, nemačkové, nežehlivé, neplstivé, protižmolkové, atd.

*Ochranné* – tento typ úprav dodává textiliím speciální ochranné vlastnosti. Jedná se o úpravy hydrofobní, oleofobní, nešpinivé, antistatické, nehořlavé, antimikrobiální, atd.

Veškeré výše uvedené speciální úpravy můžeme dále dělit na *dočasné* nebo *trvalé/permanentní*. Dělíme je tak podle toho, zda odolávají vlivům při běžném používání textilie a současné opakovanému praní a chemickému čištění. [22]

### 2.5.1 Nehořlavá úprava

Pokud výrobky společnosti Stap nesplňují podmínky normy ČSN ISO 3795 je společnost nucena upravit je nehořlavou finální úpravou tak, aby pravděpodobnost rozšíření ohně v prostoru vozidla byla co nejmenší. Na retardaci hoření polymerů existuje několik teorií:

*Teorie vrstvy* – předpokládá vznik ochranného filmu na povrchu polymeru, který zabraňuje přístupu vzduchu k zóně hoření. Tuto ochrannou vrstvu jsou schopny tvořit anorganické

sloučeniny, např. boritany. [12]

*Teorie ochlazování* – předpokládá odčerpávání energie ze zóny hoření uvolňováním a odpařováním vázané vody v retardéru hoření. Jedná se o vodu, která je např. přítomna v hydratovaných solích. [12]

*Teorie plynová* – vychází z toho, že některé retardéry hoření pro celulózová vlákna ve skutečnosti snižují teplotu pyrolýzy. Pyrolýza pak proběhne při nižší teplotě, takže se přednostně tvoří jednak uhlíkatý zbytek na úkor hořlavého levoglukosanu a jednak vznikají nehořlavé plyny a páry –  $N_2$ ,  $CO_2$ , které zředí okolní atmosféru a snižují tak přístup vzduchu k zóně hoření a koncentraci hořlavých zplodin v zóně hoření. Tímto mechanismem působí většina anorganických solí a retardéry založené na organofosforečné bázi. [12]

*Teorie chemická* – byla nejdříve vypracována pro retardaci hoření celulózy a předpokládá ovlivnění teploty pyrolýzy a tím i ovlivnění průběhu pyrolýzy; v současné době je tato teorie akceptována i pro ostatní polymery. Např. zvýšením teploty pyrolýzy se stává vlákno termicky stabilnější a to je jedna z příčin, proč vlákna Nomex a Kevlar jsou relativně odolná vůči působení plamene. [12]

Pro účely nehořlavé úpravy u svých automobilových produktů využívá Stap, a.s. dvou pomocných prostředků – Pekoflam PES a Flammentin MSG. V obou případech se jedná o organické sloučeniny fosforu a fungují na teorii plynové. Technologie této nehořlavé úpravy spočívá v napouštění ve vodném roztoku s pH 6, přitlaku o velikosti 400 kPa, předsušení o teplotě 130°C, kondenzace při teplotě 195°C a následného praní.

Úpravy, které společnost aplikuje, jsou úpravami dočasnými, tedy vypratelnými. Tyto úpravy nemají stálost v praní a ve vodě, proto jsou vhodné pro textilie, které s těmito situacemi nepřicházejí do styku. Tkaniny a pleteniny společnosti Stap pro automobilový průmysl jsou určeny pro vyztužení autopotahů, k upevnění zavazadel v zavazadlovém prostoru vozidla, atd. Nejsou to tedy textilie, které jsou pravidelně vystavované procesu praní. Dočasné nehořlavé úpravy však odolávají chemickému čištění, v případě nutnosti je tedy přesto možné textilie vyčistit.

## 2.6 Shrnutí

Hořlavost textilií může být v určitých situacích pro uživatele nebezpečná jednak proto, že může přispět k plošnému rozšíření požáru a jednak proto, že může dojít k přímému styku ohně s osobami. Rovněž druhotné jevy, které hoření textilních vláken doprovázejí, mohou mít vážné důsledky. Jedná se především o odkapávání taveniny, tvorbu dýmu a toxických zplodin. Velkým nebezpečím je vývin kouře a plynů při hoření textilií, kdy vzniká oxid uhelnatý a další nebezpečné plyny jako kyanovodík, fosgen apod. Smrtné nebezpečí představuje i snižování podílu kyslíku ve vzduchu, neboť jeho pokles o jednu pětinu vede ke smrti zadušením. Není proto divu, že hořlavosti, nebo spíše nehořlavosti textilií, se v poslední době věnuje mnoho pozornosti.

I tato práce je zaměřena na nehořlavost plošných textilních útvarů, konkrétně na nehořlavost plošných textilií určených do interiéru vozidla. V úvodu teoretické části této práce bylo zmíněno, kolik textilií je v jednom osobním vozidle použito. Textilie jsou univerzálními materiály, kterým můžeme vhodným výběrem materiálu a technologií výroby propůjčit mnoho vlastností, které nám posléze mohou sloužit k mnoha účelům. Textilie v automobilech plní různé funkce – filtrační, izolační, výztužnou, ochrannou, pomocnou, komfortní, estetickou a jistě i mnoho dalších. Zvláště na funkci ochrannou jsou kladeny vysoké nároky a požadavky. Jednou z vlastností, která by proto měla být u těchto druhů textilií potlačena, je jejich hořlavost.

Pomocných textilních prostředků na potlačení hořlavosti je celá řada. Jedná se o chemické přípravky, kterými jsou textilní materiály upravovány ať už ve hmotě nebo povrchovým nanášením. Každý z těchto prostředků funguje na jiném principu, různě efektivně a po odlišně dlouhý časový interval. Přesto jsou to stále chemické prostředky, jejichž používání stojí výrobce textilií mnoho času, vedlejších nákladů a jejichž používání škodí a ničí naše životní prostředí, pro jehož nápravu jsou výrobci textilií povinni učinit nápravná opatření v podobě čističek odpadních vod atd.

Snížit hořlavost textilií lze však i jiným způsobem. Jak a co ovlivňuje průběh hoření, bylo popsáno v teoretické části této práce. Hořlavost může být účinně snížena volbou vhodného materiálu a volbou vhodné struktury budoucí textilie. Této možnosti by na svých výrobcích ráda využila i akciová společnost Stap. Za tímto účelem byly vybrány představitelé hlavních výrobních řad společnosti, které byly posléze vyrobeny z odlišných textilních materiálů a odlišnou hustotou protkání. Testováním těchto výrobků

zkouškou hořlavosti se zabývá druhá část této práce – část praktická.

Cílem testování výrobků společnosti Stap je vyhodnotit vliv materiálu a plošné hmotnosti na hořlavost textilií, a pokud se tento trend prokáže, navrhnout optimální konstrukci všech výrobních skupin a to jak z hlediska použitého materiálu tak dostavy.

### **3 PRAKTICKÁ ČÁST**

Praktická část práce je zaměřena na samotný experiment a popisuje jej od počátečního výběru výrobků vhodných pro experiment, přes výrobní dokumentaci, výrobu fyzických výrobků a provedení zkoušky hořlavosti, až po vyhodnocení výsledků testů. Výsledkem praktické části práce je navržení optimální konstrukce vybraných výrobků z hlediska zlepšení jejich nehořlavosti a to na základě vlivu použitého materiálu a dostavy útku.

#### **3.1 Výběr výrobků**

Jak již bylo zmíněno v úvodní části práce, společnost Stap se specializuje na stuhové výrobky, jejichž využití se liší a stejně tak i požadavky, které jsou na ně kladeny. Společnost by v první řadě ráda otestovala své výrobky určené pro automobilový průmysl. Takovýchto výrobků firma vyrábí několik druhů a v mnoha variacích dle přání zákazníka. Není proto možné provést zkoušku hořlavosti u všech vyráběných produktů, navíc to ani není nutné, protože některé stuhby byly vyrobeny jednorázově na individuální přání zákazníka a nespádají tak do standardně nabízeného sortimentu. Pro takto vyráběné stuhby je technologický postup a jednotlivé chemické úpravy od barvení až po nehořlavou úpravu vyhotovovány individuálně. Mezi výrobky vhodné pro testování zkouškou hořlavosti byly vybrány pevné stuhby, pruženky, popruhy a šňůry určené do interiéru vozidla. Jedná se vždy o jednoho představitele z každé výrobní skupiny standardně nabízeného a také nejprodávanějšího zboží.

##### *Pevné stuhby*

Z definic v české odborné literatuře se dá odvodit, že označení stuha se dá použít pro téměř všechny plošné textilie v šířce do cca 50 cm s výjimkou prýmků. Prýmek se v definici liší od stuhby jen tím, že se nevyrábí na tkacích strojích. Je to tedy asi nejpočetněji zastoupená skupina, do které řadíme paspulky, vzorovky, lámové stuhby, sametky, dutinné stuhby, atd.

Kromě uvedených stuh lze do této skupiny řadit i tkané etikety, které se našívají na autopotahy. Využití pevných stuh je všestranné. Stuhy společnosti Stap určené do interiéru vozidel plní většinou funkci výztužní; lemovky vyztužují švy autopotahů, dutinné stuhy se používají pro připevnění autopotahů k tělu sedačky pomocí plastových prutů a ocelových spon, jiné stuhy zase vyztužují stropní panely. Stuhy můžeme dělit dle výroby na lepené, řezané a tkané. Výroba tkaných stuh probíhá převážně na jehlových tkacích strojích.

#### *Pruženky*

Pruženky všeobecně jsou pružné stuhy nebo prýmky s vloženými elastomerovými vlákny. Rozdíl mezi nimi je ve výrobě. Pružné stuhy jsou tkané na tkacích strojích s vloženými elastomerovými nitěmi, prýmky jsou buď splétané s vloženými elastomerovými nitěmi, nebo tkané na speciálních takzvaných galonových stojích, na nichž jsou pletena řetízková očka, kterými se následně proplétá útková nit. Názvy jednotlivých pruženek odvozujeme dle vzhledu, patří sem pruženky dírkové, rýžkové, zoubkové, krajkové, protikluzka atd. Pruženky vyrobené společností Stap řadíme mezi tkané pružné stuhy, jejichž funkcí ve vozidle je vypínání autopotahů, upevnění lékárníčky nebo například uchycení kabelů elektroinstalace v prostoru vozidla.

#### *Popruhy*

Popruh je úzká plošná textilie vyrobená nejčastěji tkaním, v menším měřítku také pletením. Tkané popruhy se vyrábí podobným způsobem jako stuhy, popruhy jsou však mnohem robustnější, v šířce do cca. 30 cm. Obvykle se rozlišují 3 druhy popruhů: jednovrstvé, vícevrstvé a dutinné tkaniny. Všechny druhy se tkají nejčastěji v plátnové vazbě, s velmi hustou osnovou, počet útkových nití je zpravidla méně než poloviční. Jednovrstvé zboží se vyrábí také v keprové nebo atlasové vazbě. Osnovní nitě jsou kladeny tak hustě, že při zpracování některých materiálů je třeba používat pomocné zařízení k otevření prošlupu, u kterého jsou na prohoz každé útkové niti nutné dva přírazy paprsku. Vícevrstvé popruhy se tkají z několika (v extrémním případě 12) osnov nad sebou. Osnovy se navzájem protkávají složitou vazební technikou. Na výrobu dutinných popruhů se používají (podobně jako při výrobě stuh) stroje se dvěma osnovami a dvěma systémy zanášení útku nad sebou. Útky jsou zanášeny střídavě do horní a dolní osnovy a tak vzniká bezešvá hadice. Pletené popruhy se vyrábí na rašlových pletacích strojích. V případě společnosti Stap se jedná o tkané vícevrstvé popruhy, které slouží jako madla pátých dveří nebo jako upevňovací prvky v kufru vozidla – pro sportovní vybavení, zavazadla, nákupy.

### Šňůry

Šňůru můžeme definovat jako délkovou textilií s průměrem do 6 mm, vyrobenou z nití, motouzů nebo z pásků. Některé druhy šňůr (např. padákové a těsnicí) mají odchylně od definice tloušťku až 14-20 mm. Pro některé druhy šňůr se někdy používá také označení provaz. Dřívější výroba na lanové dráze byla nejstarší a dlouhou dobu nejrozšířenější technologie, v posledních desetiletích se však i moderní stáčecí stroje používají jen k výrobě levnějších, např. dekorativních šňůr a jako výrobní předstupeň při splétání lan. Splétáním a oplétáním je v současnosti nejpoužívanější způsob výroby. Na splétacích (zvaných také paličkových) strojích se dají zpracovávat všechny běžné materiály. Šňůry tak můžeme dělit na stáčené, splétané a obtáčené. U stáčených šňůr se ovíjí 3-4 prameny v jedné nebo dvou vrstvách kolem jádra z jedné nebo několika nití uložených rovnoběžně ve směru podélné osy šňůry. Splétaná šňůra má zase kruhový průřez, nitě z přírodních nebo umělých vláken jsou diagonálně provázané. Vazba může zaplňovat i dutou část šňůry. Šňůra s oplétaným jádrem má také kruhový průřez. Podélné nitě jádra jsou opleteny diagonálně provázaným pláštěm. Šňůry se používají např. při výrobě žaluzií nebo jako izolační materiál. Šňůry mají většinou okrouhlý tvar, jen některé speciální výrobky mají čtyřhranný a monofily oválný průřez. Pro všechny druhy výrobků je důležitá pevnost. Další vlastnosti jako průtažnost, pružnost, odolnost proti oděru, slunečnímu záření atd. mohou být v závislosti na použitém materiálu a konstrukci šňůry velmi rozdílné. Výrobky společnosti Stap reprezentují skupinu splétaných šňůr a jsou součástí autopotahů, jejich účelem je potahy vypínat tak, aby ideálně obepínaly tvar sedadla.

## 3.2 Návrh variant výrobků z odlišných materiálů

Pevné stuhy, popruhy, pruženky i šňůry je teoreticky možné vyrábět z jakéhokoliv materiálu, opět záleží na požadavcích a přání zákazníka. Při výběru vhodného materiálu je důležité zohlednit účel konečného produktu. Jiný materiál bude použit na stuhy určené pro oděvní a obuvnické účely, jiný zase v případě technických textilií. Polotovary testované v této práci jsou určené pro technické účely a jsou tedy vyráběny z určitých standardních materiálů.

Funkce pevných stuh společnosti Stap byla zmíněna v předchozí kapitole, jsou určené k vyztužování švů autopotahů, upevnění autopotahů a vyztužení stropních panelů, jejich funkce je tedy z části komfortní, pohledová a estetická, to znamená, že v prostoru pro

cestující jsou uživatelům viditelné. V neposlední řadě jsou i proto pevné stuhy společnosti Stap vyráběny převážně z Polyesteru. Jak sám název práce naznačuje, firma by ráda otestovala nejen vliv dostavy a konstrukce plošných útvarů, ale i vliv použitého materiálu. Pro účely testů proto byly vyrobeny pevné stuhy nejen z Polyesteru, ale i ze tří dalších běžně používaných a dostupných materiálů, jakými jsou bavlna, Polyamid 6 a Polypropylen.

Pruženky a jejich funkce byla již také zmíněna v předchozí části, jsou určeny převážně k vypínání autopotahů, uchycení kabelů elektroinstalace či uchycení lékárníčky, povinné výbavy každého vozidla. Jedná se tedy spíše o praktické, technické účely. Pruženky všeho druhu lze vyrábět ze všech syntetických materiálů, ale i z bavlněných přízí. Firma Stap bohužel nedisponuje takovým zařízením, aby mohla vyrobit pruženky z bavlny, testování tohoto výrobku bylo proto omezeno na dvě varianty – pruženky z Polyesteru vyplněné pryžovými nitěmi a pruženky z Polyesteru vyplněné opředěnými pryžovými nitěmi. I tyto dvě odlišné varianty však mohou poskytnout užitečné informace potřebné k vyhodnocení optimální konstrukce tohoto druhu výrobku.

Popruhy jsou využívány díky své velké hustotě, pevnosti a tuhosti. Jejich funkce ve vozidle je upevnění zavazadel v zavazadlovém prostoru nebo jako madla pátých dveří. Pro své vlastnosti se popruhy vyrábějí převážně z Polyesteru a Polyamidu 6. Pro účely práce byly přesto vyrobeny ve čtyřech variantách, tedy z Polyesteru, Polyamidu 6, Polypropylenem a bavlny.

Šňůry společnosti Stap plní v interiéru vozidla praktické funkce, jakými je vypínání autopotahu a jejich upevnění. Stejně jako u popruhů je i u šňůr důležitá jejich pevnost a odolnost v oděru. Ve standardním provedení vyrábí firma šňůry z Polyesteru a Polypropylenem. Zkouškou nehořlavosti však byly podrobeny šňůry jak z Polyesteru a Polypropylenem, tak Polyamidu 6 a bavlny.

Variací, ze kterých je výrobky možné vyrobit je nekonečné množství. Přesto, že v tomto odvětví hraje bezpečnost účastníků silničního provozu velmi důležitou roli, ještě mnohem důležitější roli hraje ekonomika a zisk. Firma se proto rozhodla testovat své výrobky ze standardních, cenově příznivých materiálů, které je i ve vlastní režii schopná zpracovat. Jedná se o uvedené materiály: nesmísenou bavlnu, Polyester, Polyamid 6 a Polypropylen. Jednotlivé vlastnosti použitých materiálů byly uvedeny v rešeršní části práce. To, zda a jak by změna materiálů ovlivnila zbylé užité vlastnosti produktů, není

předmětem práce. Cílem je pouze zjistit, zda lze záměnou textilního materiálu pozitivně ovlivnit odolnost výrobků proti hoření. Je tedy možné, že záměnou materiálu by společnost pozitivně ovlivnila hořlavost plošných útvarů a přitom negativně ovlivnila jiné na textilie kladené požadavky.

Tři z výrobních představitelů, pevné stuhy, popruhy a šňůry, byly vyhotoveny ve čtyřech odlišných variantách, ze čtyř odlišných materiálů. Pruženky byly vyhotoveny pouze ze dvou odlišných materiálů. Celkem tedy bylo získáno prozatím čtrnáct odlišných testovacích vzorků.

### **3.3 Návrh variant výrobků s odlišnou dostavou útku**

V teoretické části práce byly zmíněny veškeré parametry, které hoření plošných textilií ovlivňují. Jedním z těchto parametrů je i konstrukce plošných textilií. Pojem konstrukce textilie vyjadřuje hlavní a zásadní stavební prvky tkaniny, k nimž patří vazba, dostava, druh nitě, materiálová kompozice, plošná hmotnost, úprava, případně i vzor, tvořený snováním a házením.

Výrobky určené pro testování nemají žádná vzor tvořený snováním či házením, jednotlivým úpravám, které byly na výrobky aplikovány, se práce věnuje v jedné z následujících kapitol a materiálové kompozice a druh nitě, které byly při výrobě testovacích vzorků použity, byly detailně popsány výše. Vazba výrobků zůstává stejná. Jakým způsobem tedy ještě lze ovlivnit konstrukci tkaniny? Dostavou a plošnou hmotností. Tyto dva pojmy spolu velmi úzce souvisí, změní-li se dostava, dozajista se změní také plošná hmotnost. Také definice obou pojmů nasvědčuje vzájemné závislosti. Dle normy ČSN EN 12127 je plošná hmotnost definována jako hmotnost známé plochy plošné textilie, vztažená k této ploše, vyjádřená v gramech na čtvereční metr. Naproti tomu dostava udává počet osnovních a útkových nití na šířku a délku 1 cm tkaniny. Je to hustota tkaniny vyjádřená v osnově a útku.

Aby bylo možné při zkoušce nehořlavosti prokázat, nebo naopak vyvrátit korelaci mezi rychlostí hoření a dostavou / hustotou, je nutné připravit všech čtrnáct vzorků z předchozí kapitoly s různou dostavou. Technologové ze společnosti Stap vycházeli ze standardní hustoty, kterou doposud u daných výrobků nabízeli. Úprava (přidání nebo odebrání) počtu nití však nesmí nijak ohrozit hlavní funkční vlastnosti výrobku ani žádné další požadavky zákazníka. Testování vlivu hustoty tkaniny je proto omezeno pouze na



dostavu útku, nikoliv na dostavu osnovy. U popruhů, stuh a ostatních výrobků musí být zachovány původní, zákazníkem určené parametry, to znamená především šířka výrobků a jejich charakteristické vlastnosti jako například pevnost v tahu a oděru. To, zda bude výrobek propleten pěti, nebo sedmi útky na 1 cm, není určující prioritou zákazníka, a proto má v tomto ohledu firma volné pole působnosti. Pracovníci společnosti už s tímto postupem určité zkušenosti mají, a proto dokážou předem určit, jaké stuhy a s jakou dostavou je ještě možné vyrobit a jaké nikoliv. Zpravidla je možné vyrobit přibližně čtyři možné varianty hustoty útku, tak například popruh z polypropylenu se povedlo vyrobit ve variantách 5, 7, 8 a 9 útku na 1 cm. 8 útků na 1 cm byl u tohoto výrobku doposud vyráběný standard, cílem bylo vytvořit vzorek, který by měl o 2 a 4 útky méně a o 2 a 4 útky více, tedy 4, 6, 8, 10 a 12 útků na 1 cm. To však vzhledem k parametrům stroje nebylo možné. Obdobně jsou na tom šňůry, které zdaleka nemají takové prostorové možnosti jako například pevné stuhy a popruhy. Tabulka č. 1 obsahuje přehled výrobků s varianty útkových dostav u nich dosažených.

Útek na 1cm/ Výrobek	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Stuha Ba				x		x		x							
Stuha Pes				x		x		x							
Stuha PAD 6								x		x		x			
Stuha PP		x		x		x									
Popruh Ba									x		x		x		x
Popruh PES						x		x		x	x				
Popruh PAD 6							x		x		x		x		
Popruh PP				x		x	x	x							
Šňůra Ba	x	x	x												
Šňůra PES	x	x	x												
Šňůra PAD 6	x	x	x												
Šňůra PP	x	x	x												
Pruženka								x		x		x		x	
Pruženka opřed.								x		x		x		x	

Tabulka č. 1: Přehled výrobků s odlišnou dostavou

Cílem testování je zjistit, zda je možné malou změnou a úpravou množství útků ve tkanině, docílit velkých změn v technologickém postupu, případně v ekonomickém aspektu věci. Jak tabulka prezentuje, každý z představitelů výrobní řady byl vyhotoven z několika odlišných materiálů a v několika odlišných útkových dostavách dle možností

výrobního zařízení. Celkem bylo vyhotoveno 48 variant vzorků.

### 3.4 Výrobní dokumentace

Poté, co byly navrženy jednotliví zástupci výrobků, navrhnutý textilní materiály a domluveny varianty útkových dostav, byla připravena výrobní dokumentace. Výrobní dokumentace se liší firma od firmy, záleží na druhu výrobku, který firma produkuje a na požadavcích zákazníků.

U firem specializujících se na textilní výrobky obsahuje výrobní dokumentace zpravidla výkresovou dokumentaci, kusovníky, spotřební normu, výrobní postupy, technologický předpis, materiálový – technický list, časovou normu, kalkulaci nákladů a případné další dokumenty na přání zákazníka.

Výkresová dokumentace slouží k navržení budoucího či nově zaváděného výrobku. Jedná se o technický výkres, který obsahuje parametry výrobku, jako je výška, šířka, tloušťka a jsou-li přítomny další prvky jako díry, nápisy, zipy, knoflíky a další, tak samozřejmě i jejich umístění, tvar, atd. Výkresová dokumentace slouží také pro představu, sestává-li výrobek z několika odlišných dílců. Výkres podává přesný návod dílců, skládajících se do sestav. Výkresovou dokumentaci je možné předat dále do tisku za účelem vzniku výrobního katalogu. Společnost Stap, a.s. samozřejmě podobný katalog výrobků vlastní, v případě testovaných vzorků se však jedná o jednoduché, neupravované produkty se standardní délkou a šířkou, které zatím nebyly zavedeny do běžné výroby, a u kterých proto nebylo nutné výkresovou dokumentaci vytvářet. Vzhled a vznik testovacích vzorků se zakládá na předchozích standardních produktech firmy.

Kusovníky se používají v případě, že výrobek sestává z několika dílců, které je třeba skládat do sestav. Hlavním důvodem, proč se kusovníky připravují je sjednocování názvosloví a číselné označování výrobků, sestav a dílců tak, aby v následném růstu sortimentu a rozvoji firmy nedošlo k mylnému označení stejných nebo velmi podobných kusů. Stap, a.s. také nabízí výrobky, které se skládají do sestav, dobrým příkladem jsou zdrhovadla a jiné stuhové uzávěry. Terčem zkoušek nehořlavosti však není ani jeden z těchto produktů a proto u vzorků nebylo třeba ani tvorby kusovníku.

Každý výrobce potřebuje, aby celý výrobní proces probíhal plynule bez časových ztrát vzniklých momentálním nedostatkem nějaké komponenty. Těmto poruchám je možné předcházet a to pomocí spotřební normy. Plánování spotřeby materiálů ještě před vlastním

zadáním do výroby je možné jen v případě, že jsou stanoveny spotřeby materiálů včetně plánovaných ztrát (technologické ztráty, výtěžnost atd.). Pro většinu materiálů jsou použity léty ověřené normativy, které jsou v případě potřeby upravovány podle konkrétních podmínek ve firmě klienta. Jinak tomu není ani ve společnosti Stap, která vycházela ze spotřebních norem pro standardní produkty, které budou v případě využití upravených výrobků pozměněny.

Na přání zákazníka jsou zpravidla zpracovávány také výrobní postupy buď na celou výrobu rámcově, typově pro jednotlivé druhy výrobků, nebo na konkrétní výrobky. Vzorokly byly vyrobeny na základě běžně stanovených výrobních postupů pro pevné stuhy, popruhy, šňůry i pruženky.

Technologický předpis je právní předpis, obsahující technické požadavky na výrobky, popřípadě pravidla pro služby. Dokument obsahuje technické specifikace výrobku, jakými jsou například označení a název výrobku, označení stroje, na kterém je výrobek vyroben, šířka tkaniny ve stroji a její tolerance, dostava osnovy a útku, použitý materiál v osnově a útku, použitá vazba včetně rozkreslení vazby a technické vzornice, atd. Technický předpis je určen pro obsluhu stroje a slouží jako návod k jeho nastavení. Za pomoci konzultanta byly vyhotoveny technické předpisy pro každý jednotlivý vzorek, který se liší materiálem a dostavou útku. Vystavené technické předpisy jsou uschovány ve společnosti Stap, a.s.

Technický list výrobku je dodáván zákazníkovi společně s výrobkem a obsahuje veškeré informace o výrobku, které potřebuje klient vědět. Mezi tyto informace patří název výrobní společnosti, místo původu výrobku, jeho název a modelové označení, parametry výrobku a jeho vlastnosti, dále účel použití výrobku a v případě nebezpečnosti výrobku uvádí R – věty (označení pro rizikovost výrobku) a S – věty (označení pro skladování výrobku). Technický list uvádí jak vhodně s výrobkem zacházet a jak postupovat v případě jeho poškození, úniku nebo při poranění obsluhujícího personálu výrobkem. Dokument dále popisuje, jaké normy výrobek splňuje a jakým způsobem je výrobek adjustován a dodáván na místo adresáta. Technický list slouží klientům jako doklad o původu výrobku a jeho kvalitě, kterou předkládají svým odběratelům. Technický list se vystavuje na základě vyrobených výrobků a jejich vlastností, listy vyhotovených vzorků vzhledem k neúplným informacím o jejich vlastnostech prvotně vystaveny nebyly.

Správně stanovené časové normy pomáhají k dosažení žádoucího pracovního výkonu a tím i ke snižování vlastních nákladů, což je jistě žádoucí nejen v automobilovém odvětví. Časové normy zároveň zabezpečují, že při jejich dodržování bude dodržena i požadovaná

kvalita odvedené práce. Při tvorbě norem času firmy často uplatňují předchozí zkušenosti v této oblasti, ale i jiné dostupné metody, jakými jsou rozbor podmínek, za kterých pracovní činnost probíhá, měření jednotlivých činností, audiovizuální technika, snímky, pomocné tabulky a další. V praxi to potom znamená, že bývá vypracováván zpravidla soubor norem času na každé pracoviště, který stanovuje délku trvání každé specifikované operace. Podle těchto hodnot je možné plánovat průběh výroby, její přímé mzdové náklady i vyplácení mzdy pracovníkům. Detailnost časových norem často závisí na přání firemního vedení, na úrovni přípravy výroby a na složitosti výrobních postupů. Časové normy na výrobu vzorků vycházely ze standardních norem pro pevné stuhy, popruhy, šňůry a pruženky, které firma zavedla, a jejich tolerance nebyla překročena.

Kalkulace nákladů jsou vytvářeny na již zaběhnutou výrobu, nebo na nově vyvíjené výrobky. Součástí návrhu kalkulace bývá i rozbor přímých nákladů, kam spadají náklady materiálové, mzdové a režijní ve stejném členění. Kalkulace na navržené výrobky prozatím vytvořena nebyla. V případě zavedení některého z inovovaných produktů do výroby však bude kalkulace nutná a to z hlediska spotřeby a změny materiálu a úprav na konečném výrobku.

### **3.5 Stanovení úpravárenských receptur**

Obsah textilních pomocných prostředků je dalším důležitým parametrem, který ovlivňuje chování textilií při vystavení plameni. Stanovení toho, jaké úpravárenské receptury byly na vzorcích použity, je proto třeba při zkouškách hořlavosti zohlednit. Některé materiály je potřeba chemicky upravovat, abychom dosáhli lepších mechanicko-fyzických nebo užitných vlastností. Jiné materiály jsou upravovány již na úrovni předúpravy za účelem zlepšení jejich zpracovatelnosti na strojích, další je nutné barvit.

Společnost získává své materiály od dodavatele. Je tedy nutné zohlednit i úpravy realizované dodavatelem. První úpravu, kterou vlákna prošla, bylo barvení. Při barvení textilních materiálů se textilní substrát zbarví barvivou, která jsou vázána na textiliu. Toto lze provést buď barvením ve hmotě, kdy je barvivo vmícháno při výrobě chemických vláken již při polymeraci vláken, nebo pigmentovým barvením, kdy jsou nerozpustné pigmenty ukládány na povrch vláken a fixovány pojivem, nebo povrchovým barvením, kdy rozpustné nebo částečně rozpustné barvivo proniká povrchem vlákna dovnitř a je zde fixováno. V tomto případě se jedná o barvení ve hmotě. Barvení ve hmotě je jedním

z používaných postupů barvení v průmyslu, zvláště pak při barvení Polyamidu. Při barvení ve hmotě je výsledný výrobek vyhotoven již z obarvených přízí. Barvení ve hmotě je možné provádět několika způsoby, jedním z nich je barvení mokrým způsobem, které spočívá ve vybarvení polymerové drtě z vodní lázně, jejím usušením a posléze tvarováním na konečný výrobek. Druhou možností jsou takzvané suché postupy barvení, jejichž příkladem může být přidávání barevných koncentrátů k polymerové drti před jejím tavením, nebo přidáváním barevných past do taveniny polymeru před jejím zvlákněním nebo jiným tvarováním. Pro takto barvené textilie jsou používána disperzní barviva a pigmenty. Tímto způsobem jsou barvena převážně syntetická vlákna, v tomto případě tedy Polyamid 6, Polyester a Polypropylen. Bavlna barvena nebyla.

Dále byla na již hotových přízích provedena zušlechťovací předprava, to znamená, že na dodaném zboží byla nanášena preparace z důvodu umožnění snadné zpracovatelnosti při soukání, snování a tkaní. Výrobce však z důvodu ochrany svých receptur přesné složení preparace neuvádí. Obecně však takovéto preparace obsahují směsi mastných alkoholů, mastných esterů, alkyletherfosfátů, dále mohou být přítomny vosky, parafíny, minerální a esterifikované oleje, emulgátory a jiné. Výrobce není ze zákona povinen složení svých preparačních prostředků uvádět.

Po přijetí přízí společností Stap jsou další úpravy individuální dle druhu výrobků a účelu použití. Výrobky určené pro další zpracování v automobilovém výrobku jsou zpracovávány v režné formě, tedy ve formě, ve které byly dodány. Zpracování přízí obsahuje soukání, snování a posléze tkaní na konečný produkt. Teprve v případě, že výsledný produkt nespĺňuje podmínky normy ISO ČSN 3795, přistupuje firma k nanášení finální nehořlavé úpravy, jejichž postup a receptura byly zmíněny v kapitole 2.5.1. Veškeré vzorky určené ke zkoušce hořlavosti byly testovány v režné podobě tak, aby bylo možné stanovit vliv použitého druhu textilního materiálu a plošné hmotnosti textilie. Pro lepší porovnání výsledků zkoušky bylo stejné množství vzorků a jejich variací vyrobeno také ve variantě upravené nehořlavou úpravou, prozatím bylo tedy získáno 96 vzorků.

### **3.6 Vyhotovení fyzických vzorků**

Vyhotovení samotných fyzických vzorků bylo provedeno dle časového harmonogramu, který byl sestaven na základě dohody s vedoucími pracovníky všech výrobních oddělení společnosti, kterých se změna programu ve výrobě dotkla. Časový

harmonogram byl sestaven tak, aby standardní chod firmy a její výrobní plány nebyly narušeny. Celkem bylo pro výrobu všech vzorků zapotřebí tří týdnů.

### 3.6.1 Pevné stuhy

Pevné stuhy společnosti Stap jsou stuhami tkanými, které byly vyrobeny na jehlových tkacích strojích společnosti. V předchozích odstavcích již bylo vše sděleno, nyní proto už jen pro shrnutí: standardním materiálem při výrobě pevných stuh byl ve společnosti Stap Polyester, standardní počet útků na 1 cm 7. Za účelem zkoušky byla pevná stuha vyrobena z materiálů bavlna, Polyamid 6, Polypropylen a standardní Polyester. Počet útků byl dle možností výrobního vybavení a konstrukce stuh upraven od 3 do 13 útků na 1 cm. Stuhy byly připraveny v režném provedení určeném ke zkoušce a posouzení vlivu použitého textilního materiálu a plošné hmotnosti textile. Dále byly vyhotoveny ve stejné variaci v provedení upraveném o nehořlavou úpravu pro účely společnosti k lepšímu porovnání nehořlavosti textilií upravených a neupravených. Celkem bylo tedy vyrobeno 24 odlišných stuh o délce 2 metry, které byly posléze rozstříhány na vzorky o velikosti určující normou. Norma definuje dobrou výpovědní hodnotu zkoušek pouze, bude-li zkoušce vystaveno nejméně 5 testovacích vzorků od každé varianty. Celkem tedy dostáváme 120 vzorků o délce 356 mm určených ke zkoušce.

### 3.6.2 Popruhy

Popruhy byly vyrobeny obdobně jako stuhy na tkacích strojích společnosti. Jediným rozdílem u popruhů je jejich robustnost. Vícevrstvé popruhy se tkají nejčastěji v plátňové vazbě z několika osnov nad sebou. Osnovy se navzájem protkávají složitou vazební technikou. Obvyklým materiálem při výrobě popruhů je Polyester a Polyamid, standardní počet útků se liší ve vztahu k použitému materiálu. Při účely zkoušky byly popruhy vyhotoveny z materiálů Polyester, Polyamid 6, Polypropylen a bavlna. Počet útků na 1 cm se pohybuje v rozmezí 5 až 16. Stejně jako předchozí pevné stuhy byly i popruhy vyhotoveny v dvojím provedení, v jednom režném provedení určeném ke zkouškám vlivu materiálu a plošné hmotnosti tkaniny a druhém chemicky upraveném provedení o nehořlavou úpravu pro lepší porovnání chování těchto dvou variant při vložení do ohně. Dohromady bylo vyrobeno 32 popruhů lišících se materiálem, útkovou dostavou či chemickou úpravou. Tyto popruhy o délkách 2 metry byly dále rozděleny na vzorky o délce 356 mm. Celkem bylo tedy k dispozici 160 vzorků popruhů.

### 3.6.3 Šňůry

Vzorky splétaných šňůr, které firma Stap nabízí ve svém výrobním portfoliu, byly vyrobeny na splétacích strojích. Na tomto typu splétacích strojů lze zpracovávat téměř všechny druhy textilních materiálů, můžeme na nich proto provazovat nitě jak z přírodních tak umělých vláken. Splétané šňůry jsou tvořeny diagonálním provázáním, které tvoří kruhový průřez. V typickém provedení jsou šňůry vyráběny z Polyesteru a Polypropylenu o 3 úpletech na 1 cm. Z experimentálních důvodů byly vyrobeny šňůry jak z Polyesteru a Polypropylenu, tak z Polyamidu 6 a bavlny. Při výrobě úpletově odlišných variant produktu se však ukázalo, že z důvodu nedostatečných prostorových možností je výrobky možné vyrobit pouze ve třech variantách, tedy se 2, 3 a 4 úplety na 1 cm. Nejen, že výrobky nebylo možné vyrobit ve čtyřech odlišných úpletových variantách, také se prokázalo, že standardní provedení šňůr, které společnost vyrábí, je zřejmě jedinou možnou variantou výroby. Po odebrání jednoho úpletu na 1 cm, tedy při 2 úpletech, se šňůry z důvodu nedostatečně hustého propletení začaly rozpadat a rozplétat, což by v praxi znamenalo jejich nepoužitelnost. Naopak po přidání jednoho úpletu na 1 cm, tedy při 4 úpletech, se z důvodu příliš hustého propletení začaly šňůry stáčet. I tento fakt znamená, že šňůry jsou v tomto provedení v praxi nepoužitelné.

Z uvedeného vyplývá, že testování šňůr o odlišných plošných hmotnostech je teoreticky bezvýznamné. Přesto byly vzorky použity a otestovány alespoň na vliv použitého textilního materiálu. Stejně jako u předchozích výrobků bylo vyrobeno 12 odlišných šňůr z režného materiálu a dalších 12 šňůr každá o délce 2 metrů bylo chemicky upraveno. Těchto 24 šňůr bylo dále rozsekáno na vzorky o délce 356 mm dle předpisu normy. Získáno bylo dalších 120 vzorků.

### 3.6.4 Pruženky

Pružné stuhy firmy Stap jsou tkané na tkacích strojích a mají vložená elastomerová vlákna. Pruženky všeho druhu lze vyrábět ze všech syntetických materiálů, ale i z bavlněných přízí. Firma Stap bohužel nedisponuje takovým zařízením, aby mohla vyrobit pruženky z bavlny nebo jiného materiálu, testování tohoto výrobku bylo proto omezeno na dvě varianty, obě z Polyesteru. Jediným rozdílem mezi oběma variantami je, že první z nich je vyrobena z Polyesteru a je vyplněná pryžovými nitěmi, zatímco druhá varianta pruženek z Polyesteru je vyplněná opředěnými pryžovými nitěmi. Opředěné pryžové nitě

jsou společnosti dodávané opředené již dodavatelem. Přesto, že nebylo možné připravit pruženky jako u předešlých výrobků ze čtyř odlišných materiálů, i tyto dvě odlišné varianty mohou poskytnout užité informace potřebné k vyhodnocení optimální konstrukce tohoto druhu výrobku. Druhý parametr, tedy útková dostava, byla z původních 11 útků na 1 cm upravena na 9, 11, 13 a 15 útků na 1cm. Stejně jako u předchozích zástupců výrobních skupin, byly i pruženky vyrobeny v režné neupravované variantě o 8 různých variantách a druhá série o 8 pruženkách s nehořlavou úpravou. Každá z těchto 16 pruženek měřila 2 metry a byly posléze rozsekána na 80 vzorků o délce 356 mm.

Vyhotovení vzorků proběhlo za neustálého dohledu vždy jednoho z vedoucích pracovníků a jeho odborných rad a postřehů. Obecně proběhla výroba vzorků kontinuálně bez jakéhokoliv narušení plánované výroby společnosti a jejích dodávacích lhůt. Firma Stap uvolnila nejen prostory, ale i materiál, čas a pracovní sílu. Za tuto podporu a zájem o nové projekty, nápady a inovace je autorka velmi vděčná. Na základě všech těchto vlastností bylo vůbec možné dát základy tomuto projektu, který přinese výsledky nejen autorce, ale také firmě samotné. Přesto, že se nepodařilo vyrobit veškeré původně navrhované varianty, dohromady bylo vyhotoveno 480 vzorků určených pro testování. V následujícím odstavci jsou uvedeny výsledky zkoušky hořlavosti.

### **3.7 Zkouška hořlavosti dle ČSN ISO 3795**

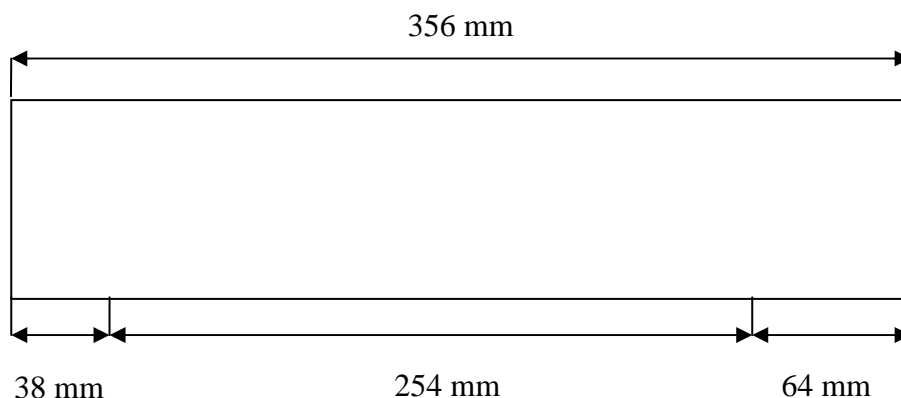
Výrobky značky Stap prvotně splňují podmínky normy ČSN ISO 3795, která byla popsána již v kapitole 2.4.3.1. Norma pojednává o stanovení hořlavosti materiálů použitých v interiéru vozidla, přičemž vozidlem jsou silniční vozidla, traktory, zemědělské a lesnické stroje.

Zkoušky hořlavosti na vyhotovených vzorcích probíhaly v laboratoři společnosti, která je umístěna v samostatné budově tak, aby nebyla nijak ovlivňována provozem výroby. Její zařízení včetně spalovací komory bylo pro potřeby podniku sestaveno dle pokynů a grafického znázornění uvedených v normě. Laboratoř obsahuje všechny funkční i bezpečnostní prvky, jakými jsou plynový hořák, držák vzorku, kovový hřeben na upnutí vzorku, digestoř a ochranné ohnivzdorné pozorovací okno.

Podmínky v laboratoři tedy teplota cca 21°C a relativní vlhkost 65% odpovídaly normě. Také příprava vzorků proběhla dle nařízení normy. Grafické znázornění vzorku je



uvedeno na Obrázku č. 13.



Obrázek č. 13: Grafické znázornění vzorku v měřítku 1:3

Každý ze vzorků byl 356 mm dlouhý a 38 mm od jednoho z okrajů označen nevypratelnou textilní barvou. Tato část je určena k přiložení do plamene kahanu po dobu 10 sekund tak, aby vzorek vzplanul. Od této značky následuje dalších 254 mm, které představují dráhu pro měření rychlosti hoření. Zbytek textilie, druhý okraj, je potřeba pro upevnění tkaniny na kovový hřeben. Po 10 sekundách byl vzorek tkaniny oddálen od plamene tak, aby vnější podmínky, tedy kahan s plamenem, nijak neovlivnily další hoření textilie. Měření rychlosti hoření bylo započato v momentě, kdy bylo dosaženo první značky na textili, přičemž dosažením značky se rozumí jakékoliv znehodnocení textilie v místě označení. Měření bylo provedeno digitálními stopkami s přesností 0,5 s a trvalo vždy do dosažení značky druhé. V případě, že vzorek vykazoval samozhášivé účinky s následkem uhašení vzorku, bylo měření rychlosti hoření ukončeno v momentě uhašení. Naměřený čas a dráha, které plamen dosáhl, byly zaznamenány do tabulky. Pro výpočet rychlosti hoření plošné textilie je v normě uveden vzorec:

$$B = \frac{L}{t} \times 60 \text{ [mm/min]}$$

Maximální možná hodnota vyhovující normované definici pro nehořlavé textilie použité v interiéru vozidel je 100 mm/min. Každá vyšší hodnota znamená, že výrobek je nutné dále upravit. Pro uspokojivou vypovídací schopnost výsledků testů je dle normy nutné zkoušce podrobit od každé varianty navrhovaného výrobku minimálně 5 vzorků. Hodnota, která je posléze porovnávána s maximální možnou hranicí je aritmetický průměr

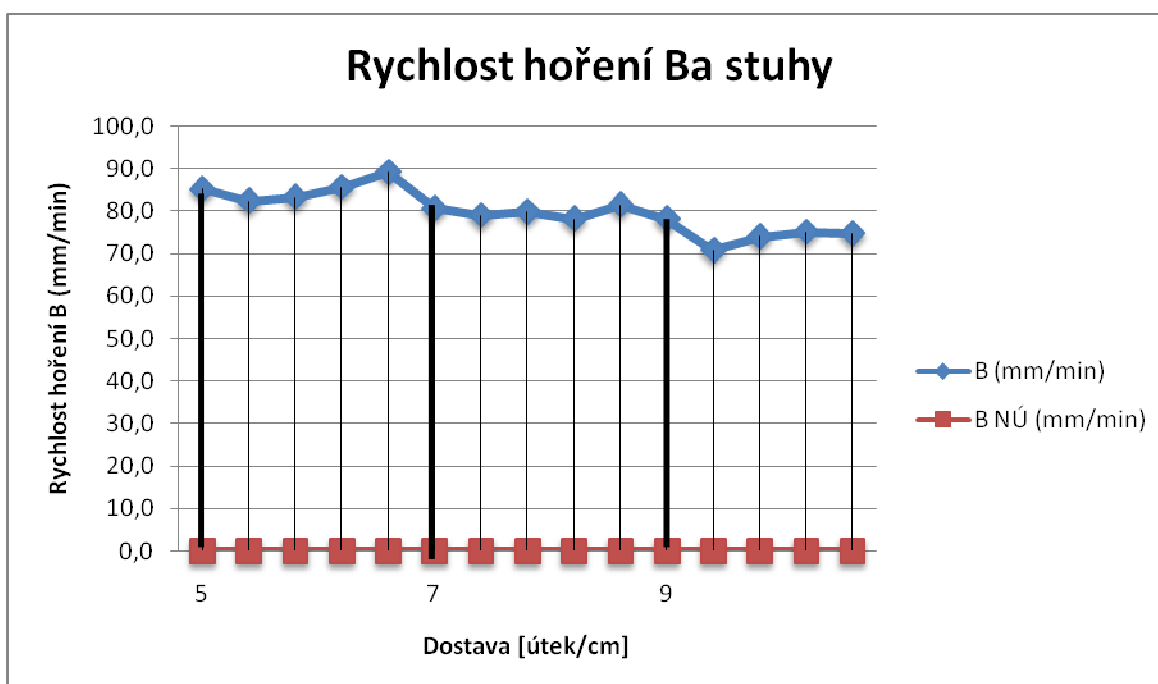
ze všech pěti měření. Stejným způsobem bylo otestováno všech 480 vzorků. Výsledky zkoušek jsou zaznamenány v tabulkách v následující podkapitole.

### 3.7.1 Výsledky zkoušek

#### 3.7.1.1 Bavlněné pevné stuhly

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
5	1	179	254	85,1	0,0	85,1
	2	185	254	82,4	0,0	
	3	183	254	83,3	0,0	
	4	178	254	85,6	0,0	
	5	171	254	89,1	0,0	
7	1	189	254	80,6	0,0	79,8
	2	193	254	79,0	0,0	
	3	191	254	79,8	0,0	
	4	195	254	78,2	0,0	
	5	187	254	81,5	0,0	
9	1	195	254	78,2	0,0	74,6
	2	215	254	70,9	0,0	
	3	206	254	74,0	0,0	
	4	203	254	75,1	0,0	
	5	204	254	74,7	0,0	

Tabulka č. 2: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

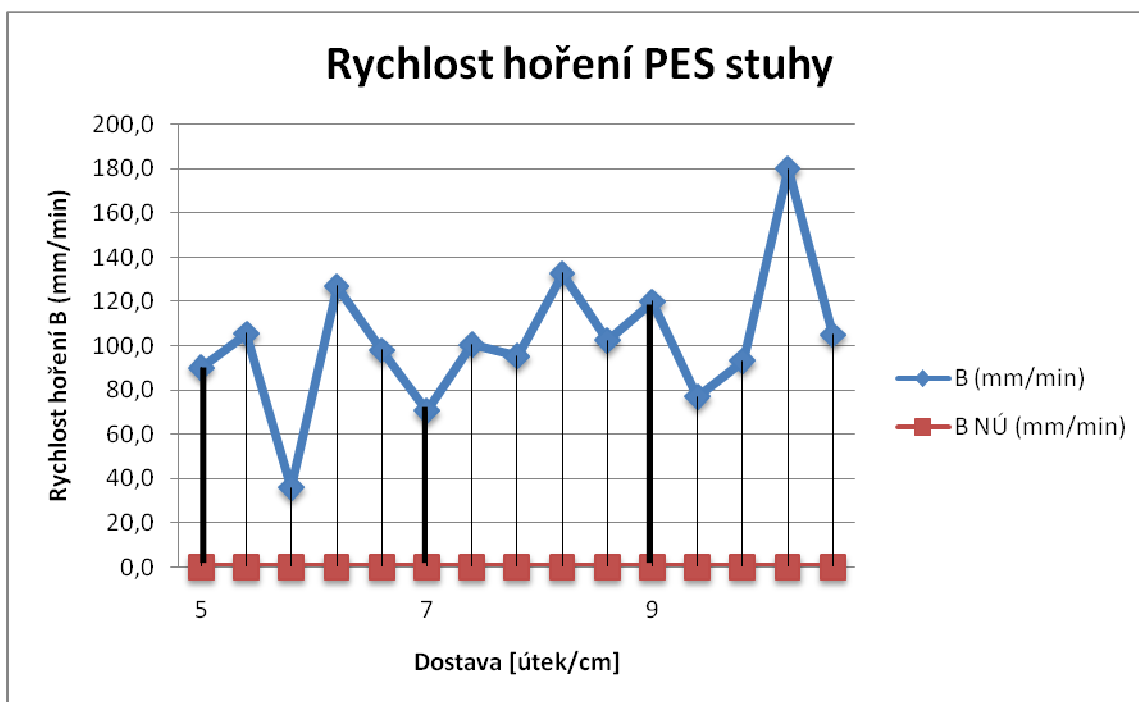


Graf č. 1: Grafické znázornění rychlosti hoření bavlněné stuhly

### 3.7.1.2 Polyesterové pevné stuhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
5	1	111	167	90,3	0,0	91,4
	2	142	250	105,6	0,0	
	3	10	6	36,0	0,0	
	4	120	254	127,0	0,0	
	5	85	139	98,1	0,0	
7	1	192	226	70,6	0,0	100,4
	2	31	52	100,6	0,0	
	3	34	54	95,3	0,0	
	4	14	31	132,9	0,0	
	5	89	152	102,5	0,0	
9	1	2	4	120,0	0,0	115,1
	2	7	9	77,1	0,0	
	3	9	14	93,3	0,0	
	4	2	6	180,0	0,0	
	5	4	7	105,0	0,0	

Tabulka č. 3: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

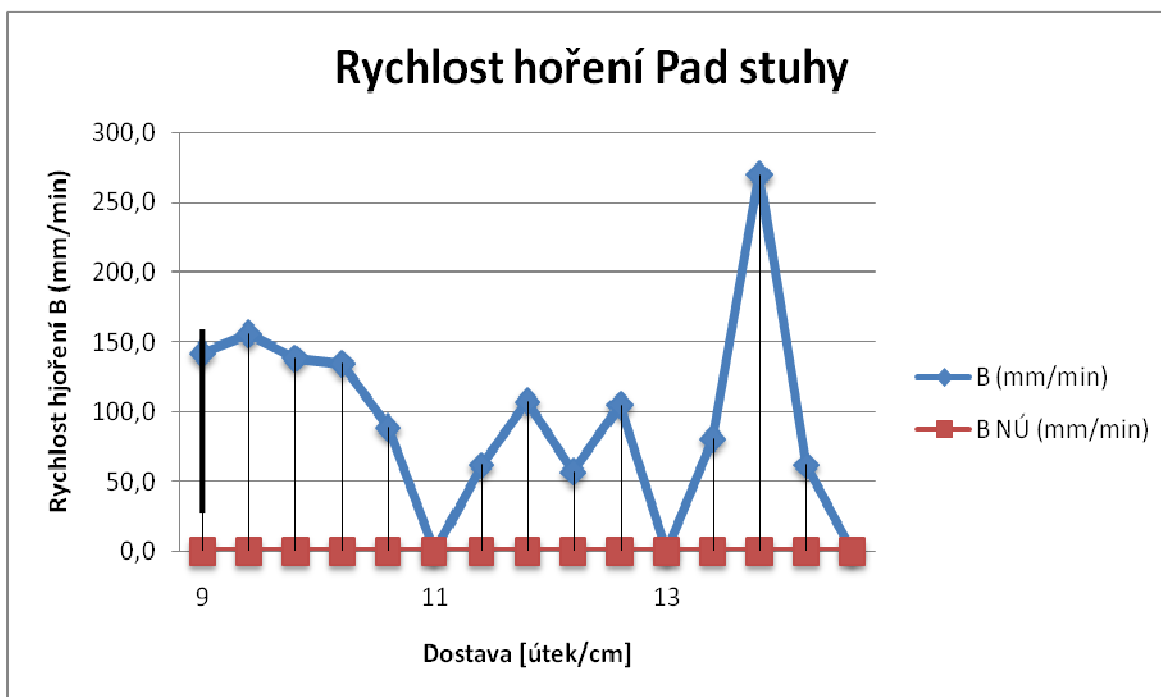


Graf č. 2: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové stuhy

### 3.7.1.3 Polyamidové pevné stuhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
9	1	46	109	142,2	0,0	132,1
	2	5	13	156,0	0,0	
	3	110	254	138,5	0,0	
	4	85	191	134,8	0,0	
	5	62	92	89,0	0,0	
11	1	0	0	0,0	0,0	66,3
	2	33	34	61,8	0,0	
	3	24	43	107,5	0,0	
	4	44	42	57,3	0,0	
	5	12	21	105,0	0,0	
13	1	0	0	0,0	0,0	82,6
	2	23	31	80,9	0,0	
	3	2	9	270,0	0,0	
	4	31	32	61,9	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

Tabulka č. 4: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

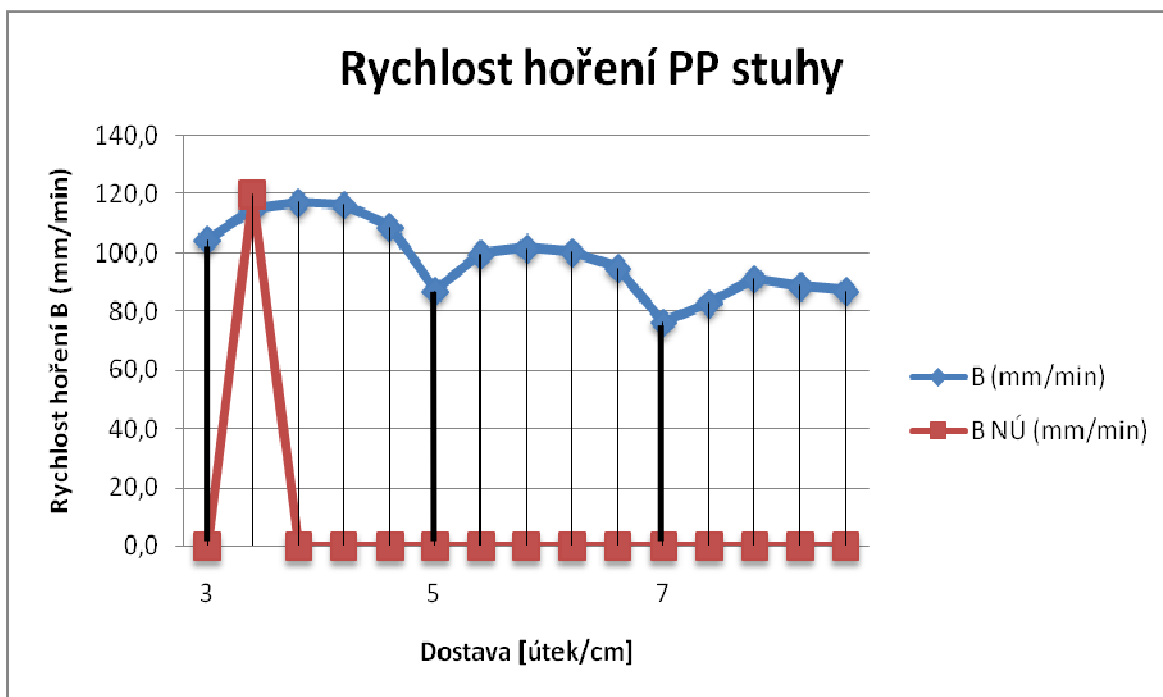


Graf č. 3: Grafické znázornění rychlosti hoření polyamidové stuhy

## 3.7.1.4 Polypropylenové pevné stuhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
3	1	146	254	104,4	0,0	112,3
	2	133	254	114,6	120,0	
	3	106	207	117,2	0,0	
	4	131	254	116,3	0,0	
	5	140	254	108,9	0,0	
5	1	175	254	87,1	0,0	96,7
	2	130	216	99,7	0,0	
	3	150	254	101,6	0,0	
	4	55	92	100,4	0,0	
	5	138	218	94,8	0,0	
7	1	200	254	76,2	0,0	85,2
	2	184	254	82,8	0,0	
	3	167	254	91,3	0,0	
	4	172	254	88,6	0,0	
	5	175	254	87,1	0,0	

Tabulka č. 5: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

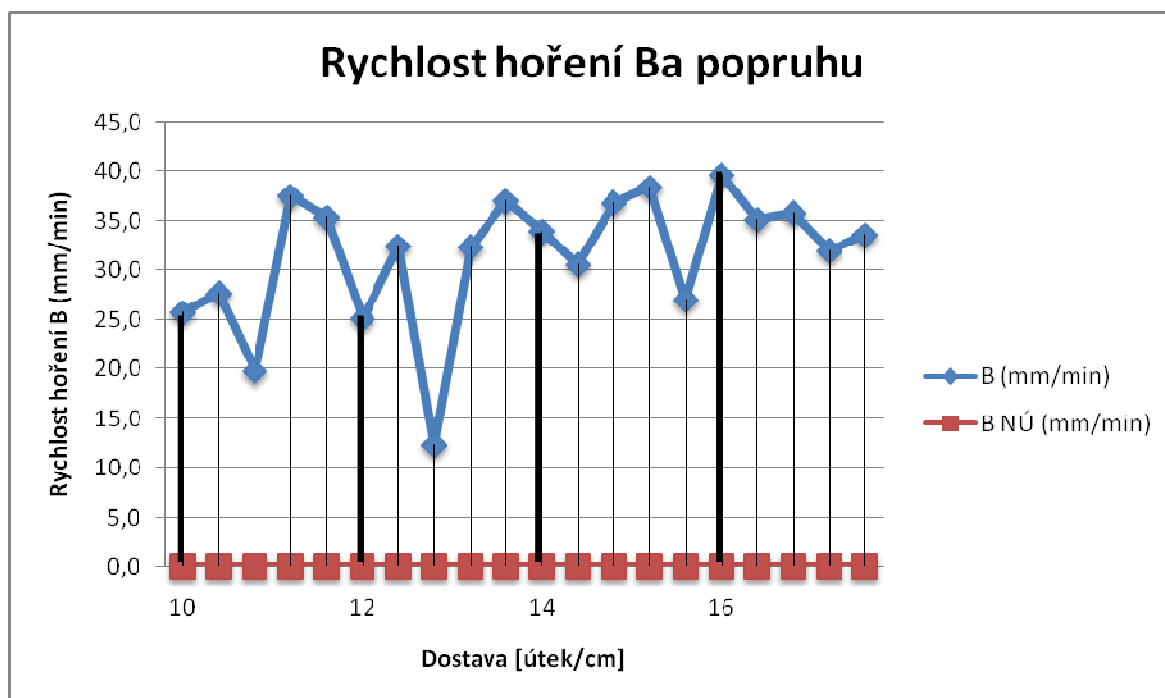


Graf č. 4: Grafické znázornění rychlosti hoření polypropylenové stuhy

## 3.7.1.5 Bavlněné popruhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ (mm/min)	B [mm/min]
10	1	35	15	25,7	0,0	
	2	65	30	27,7	0,0	
	3	91	30	19,8	0,0	29,2
	4	56	35	37,5	0,0	
	5	56	33	35,4	0,0	
12	1	31	13	25,2	0,0	
	2	207	112	32,5	0,0	
	3	34	7	12,4	0,0	27,9
	4	165	89	32,4	0,0	
	5	60	37	37,0	0,0	
14	1	244	138	33,9	0,0	
	2	198	101	30,6	0,0	
	3	181	111	36,8	0,0	33,4
	4	139	89	38,4	0,0	
	5	71	32	27,0	0,0	
16	1	221	146	39,6	0,0	
	2	434	254	35,1	0,0	
	3	223	133	35,8	0,0	35,2
	4	347	185	32,0	0,0	
	5	454	254	33,6	0,0	

Tabulka č. 6: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

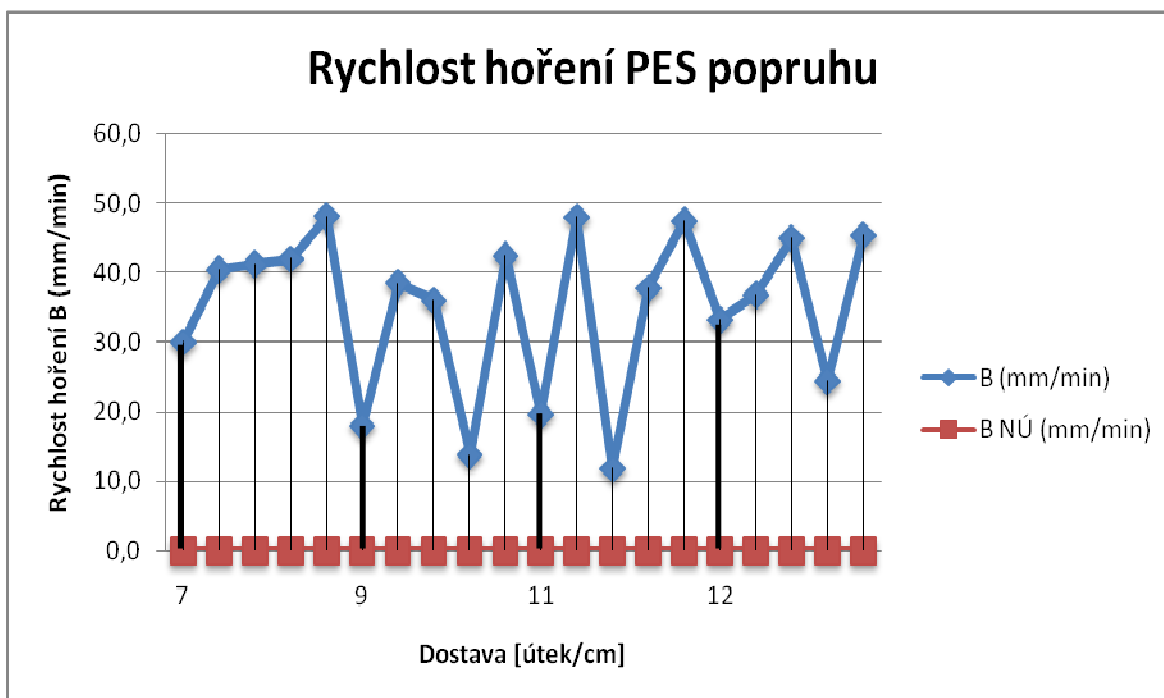


Graf č. 5: Grafické znázornění rychlosti hoření bavlněného popruhu

### 3.7.1.6 Polyesterové popruhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
7	1	6	3	30,0	0,0	40,4
	2	89	60	40,4	0,0	
	3	48	33	41,3	0,0	
	4	50	35	42,0	0,0	
	5	207	166	48,1	0,0	
9	1	40	12	18,0	0,0	29,7
	2	67	43	38,5	0,0	
	3	5	3	36,0	0,0	
	4	61	14	13,8	0,0	
	5	41	29	42,4	0,0	
11	1	73	24	19,7	0,0	33,0
	2	10	8	48,0	0,0	
	3	71	14	11,8	0,0	
	4	92	58	37,8	0,0	
	5	43	34	47,4	0,0	
12	1	56	31	33,2	0,0	37,0
	2	57	35	36,8	0,0	
	3	8	6	45,0	0,0	
	4	49	20	24,5	0,0	
	5	74	56	45,4	0,0	

Tabulka č. 7: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

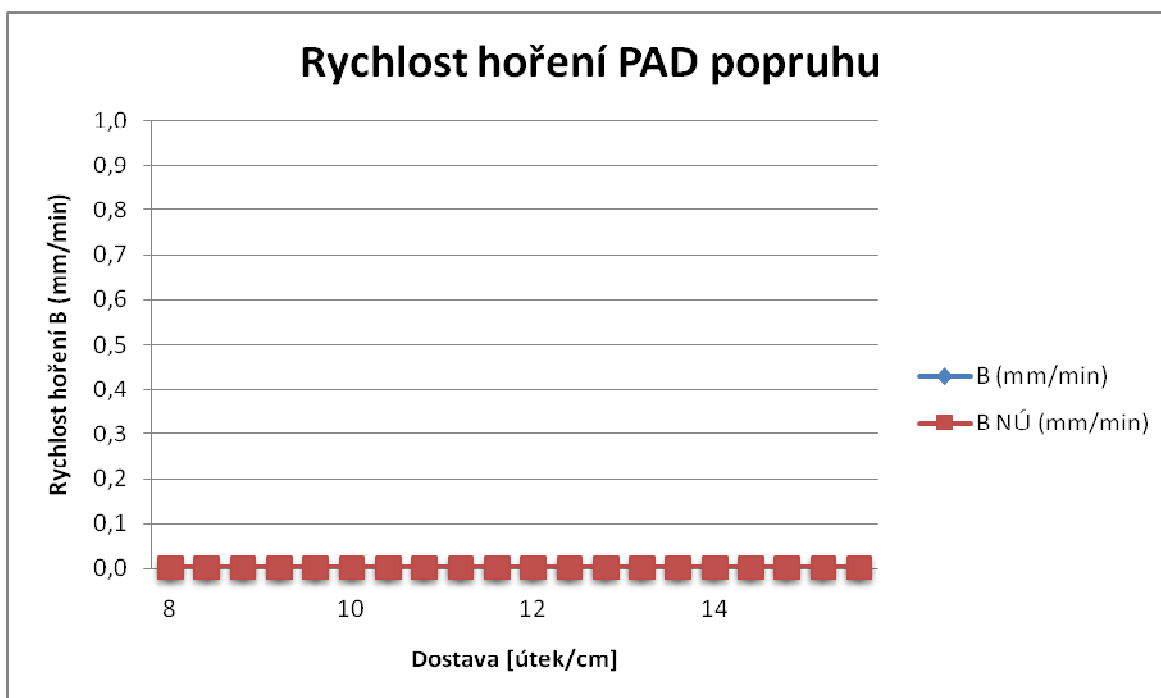


Graf č. 6: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterového popruhu

## 3.7.1.7 Polyamidové popruhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
8	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
10	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
12	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
14	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

Tabulka č. 8: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy



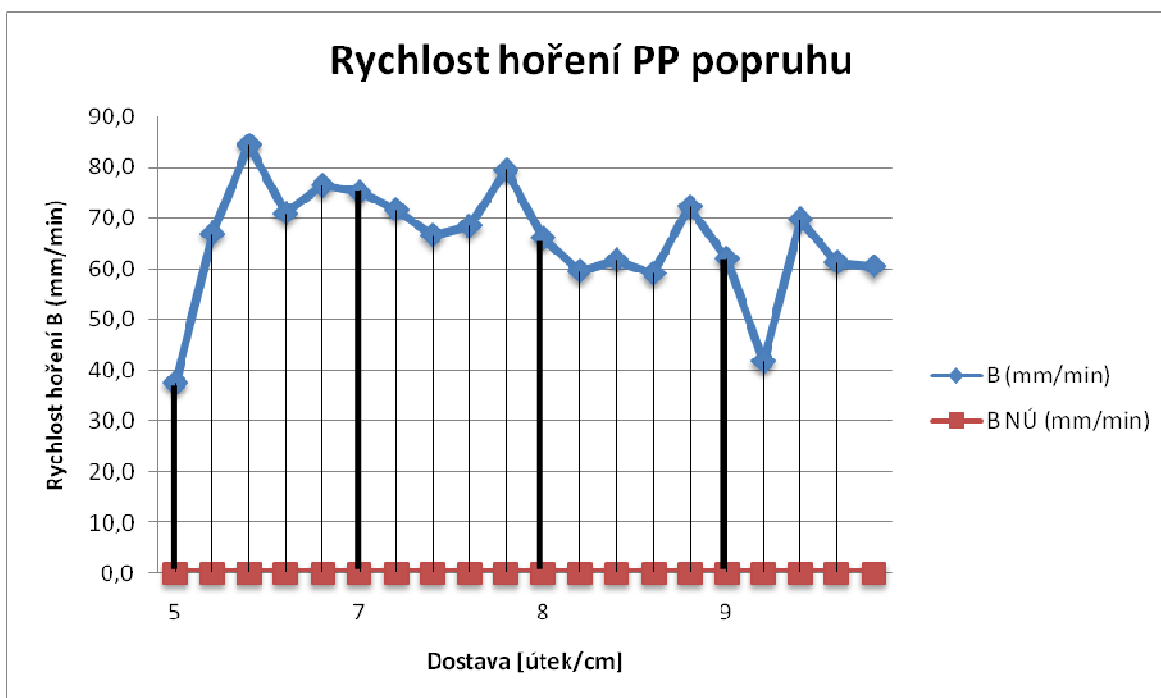
Graf č. 7: Grafické znázornění rychlosti hoření polyamidového popruhu



### 3.7.1.8 Polypropylenové popruhy

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
5	1	56	35	37,5	0,0	67,2
	2	228	254	66,8	0,0	
	3	111	156	84,3	0,0	
	4	127	150	70,9	0,0	
	5	169	215	76,3	0,0	
7	1	111	139	75,1	0,0	72,2
	2	213	254	71,5	0,0	
	3	229	254	66,6	0,0	
	4	223	254	68,3	0,0	
	5	155	205	79,4	0,0	
8	1	140	154	66,0	0,0	63,7
	2	256	254	59,5	0,0	
	3	247	254	61,7	0,0	
	4	258	254	59,1	0,0	
	5	203	244	72,1	0,0	
9	1	246	254	62,0	0,0	59,0
	2	204	142	41,8	0,0	
	3	155	180	69,7	0,0	
	4	249	254	61,2	0,0	
	5	252	254	60,5	0,0	

Tabulka č. 9: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

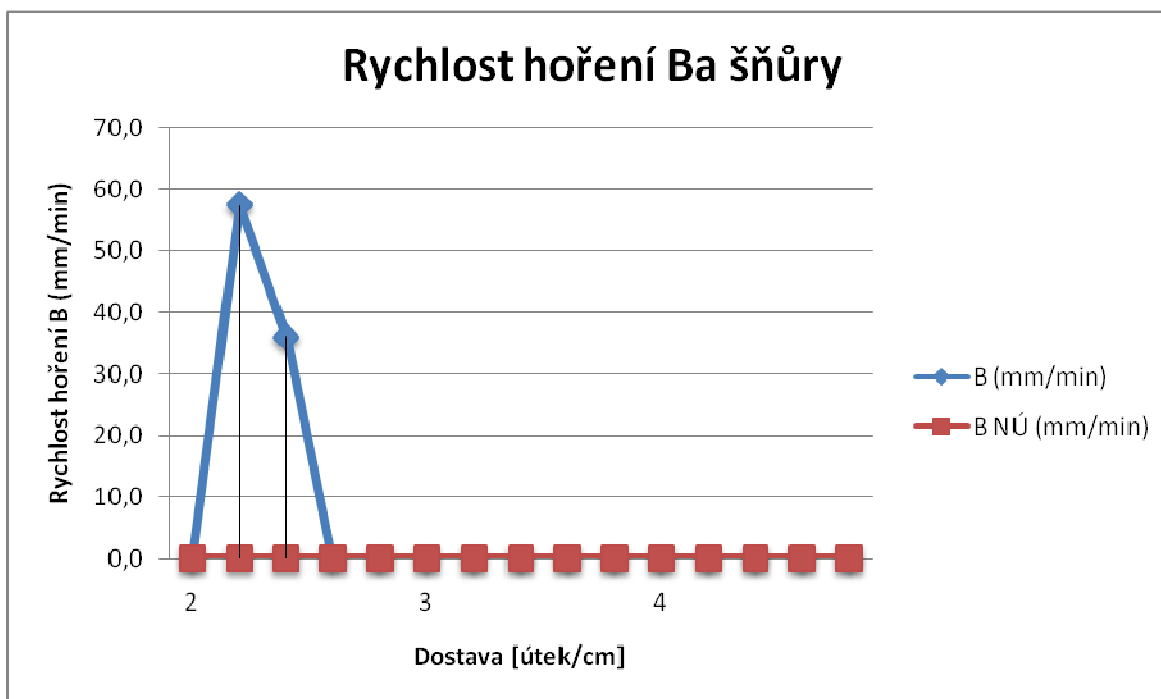


Graf č. 8: Grafické znázornění rychlosti hoření polypropylenového popruhu

## 3.7.1.9 Bavlněné šňůry

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	0	0	0,0	0,0	
	2	24	23	57,5	0,0	
	3	10	6	36,0	0,0	18,7
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
3	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
4	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

Tabulka č. 10: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

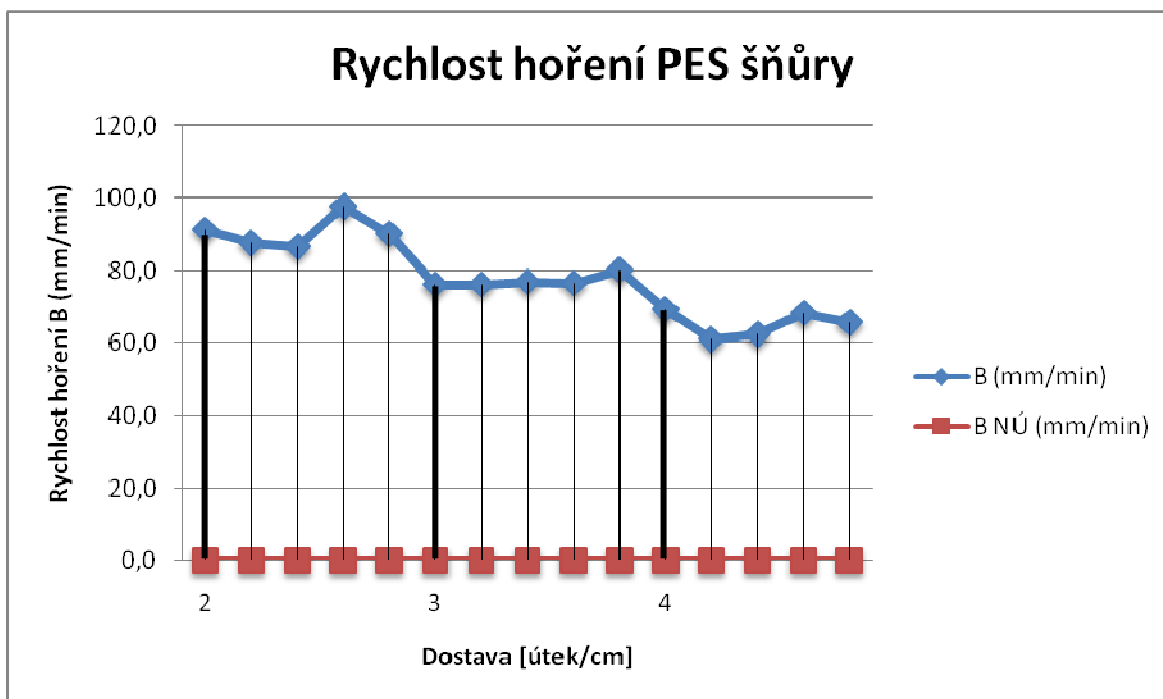


Graf č. 9: Grafické znázornění rychlosti hoření bavlněné šňůry

## 3.7.1.10 Polyesterové šňůry

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	44	67	91,4	0,0	
	2	174	254	87,6	0,0	
	3	176	254	86,6	0,0	90,7
	4	156	254	97,7	0,0	
	5	169	254	90,2	0,0	
3	1	200	254	76,2	0,0	
	2	185	235	76,2	0,0	
	3	198	254	77,0	0,0	77,2
	4	199	254	76,6	0,0	
	5	190	254	80,2	0,0	
4	1	220	254	69,3	0,0	
	2	233	237	61,0	0,0	
	3	244	254	62,5	0,0	65,4
	4	223	254	68,3	0,0	
	5	232	254	65,7	0,0	

Tabulka č. 11: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

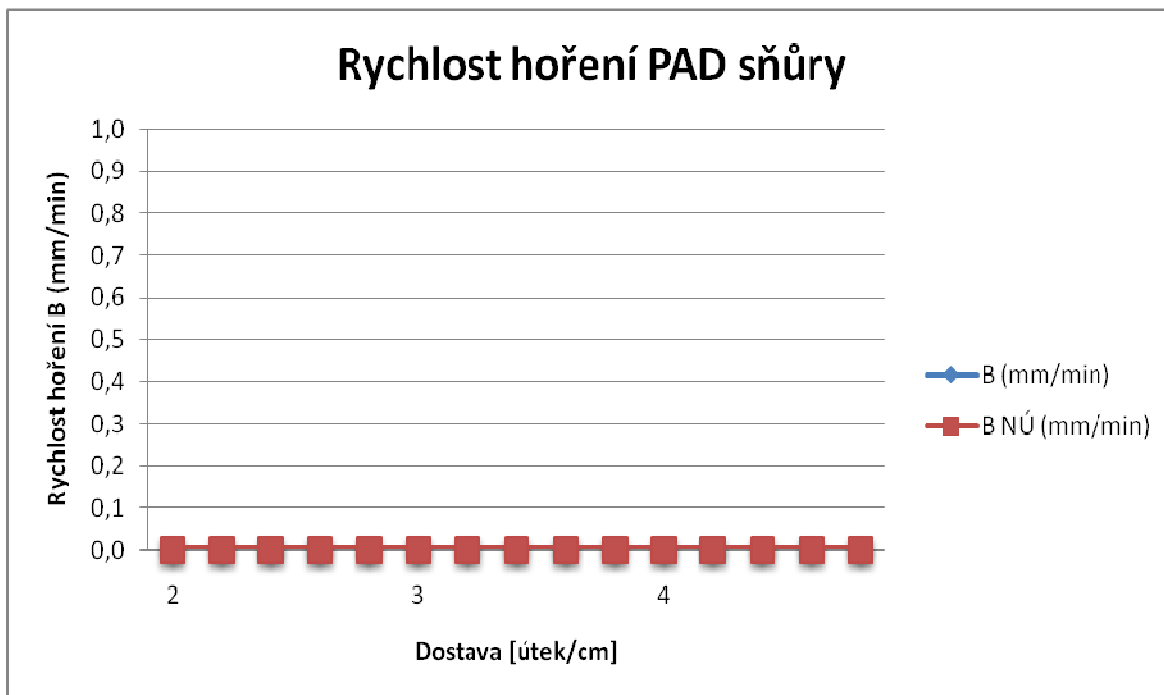


Graf č. 10: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové šňůry

## 3.7.1.11 Polyamidové šňůry

Úplet/1 cm	Vzorek č.	$t$ [sec]	$s$ [mm]	$B$ [mm/min]	$B$ NÚ [mm/min]	$B$ [mm/min]
2	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
3	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
4	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

Tabulka č. 12: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

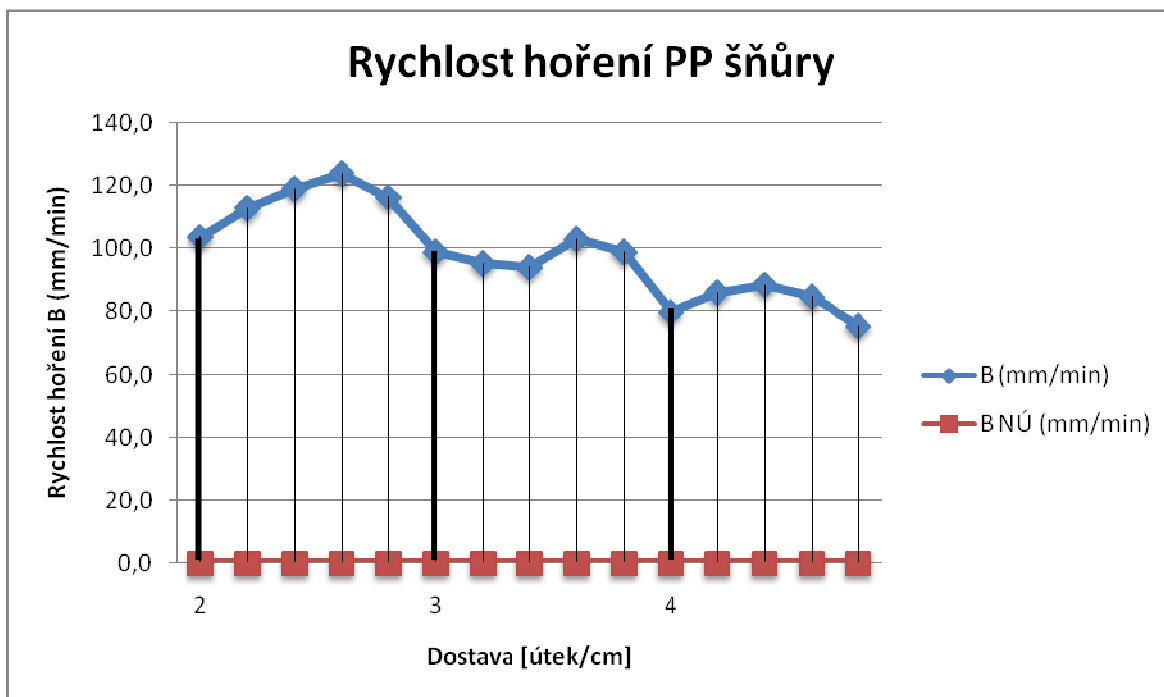


Graf č. 11: Grafické znázornění rychlosti hoření polyamidové šňůry

## 3.7.1.12 Polypropylenové šňůry

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	147	254	103,7	0,0	115,2
	2	135	254	112,9	0,0	
	3	128	254	119,1	0,0	
	4	123	254	123,9	0,0	
	5	131	254	116,3	0,0	
3	1	154	254	99,0	0,0	98,0
	2	160	254	95,3	0,0	
	3	162	254	94,1	0,0	
	4	148	254	103,0	0,0	
	5	154	254	99,0	0,0	
4	1	191	254	79,8	0,0	82,9
	2	177	254	86,1	0,0	
	3	172	254	88,6	0,0	
	4	180	254	84,7	0,0	
	5	202	254	75,4	0,0	

Tabulka č. 13: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

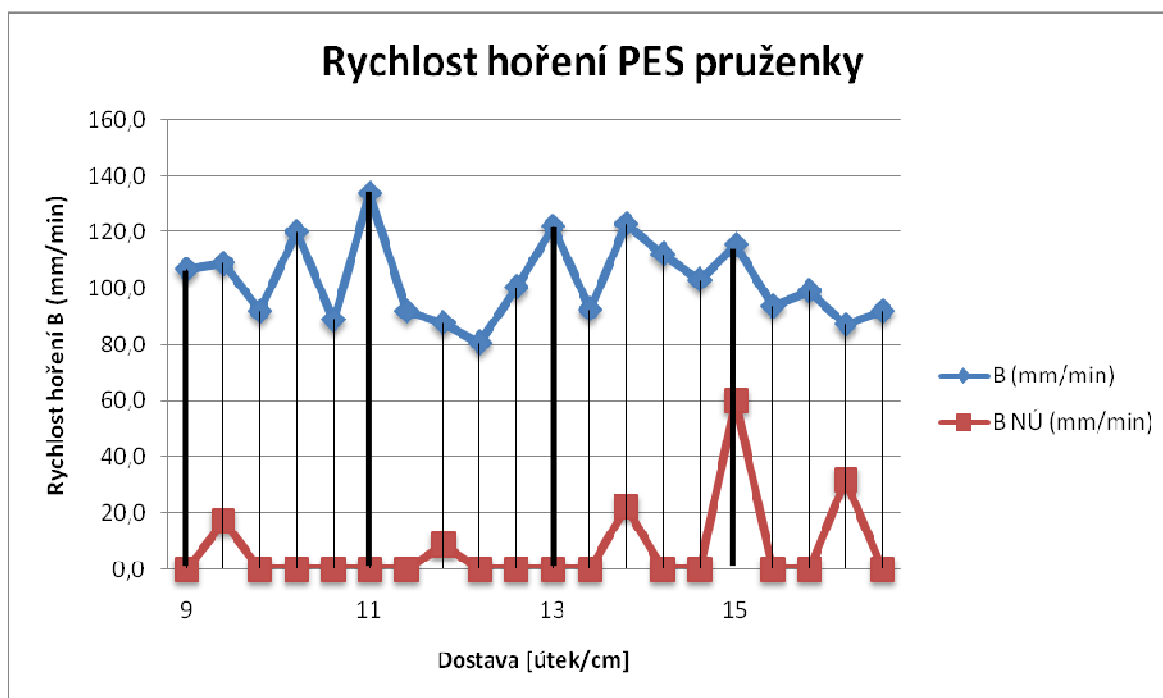


Graf č. 12: Grafické znázornění rychlosti hoření polypropylenové šňůry

### 3.7.1.13 Polyesterové pruženky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
9	1	143	254	106,6	0,0	103,2
	2	140	254	108,9	17,1	
	3	166	254	91,8	0,0	
	4	127	254	120,0	0,0	
	5	172	254	88,6	0,0	
11	1	114	254	133,7	0,0	98,8
	2	166	254	91,8	0,0	
	3	174	254	87,6	8,8	
	4	189	254	80,6	0,0	
	5	152	254	100,3	0,0	
13	1	125	254	121,9	0,0	110,4
	2	165	254	92,4	0,0	
	3	124	254	122,9	22,5	
	4	136	254	112,1	0,0	
	5	148	254	103,0	0,0	
15	1	132	254	115,5	60,0	97,4
	2	163	254	93,5	0,0	
	3	154	254	99,0	0,0	
	4	175	254	87,1	32,0	
	5	166	254	91,8	0,0	

Tabulka č. 14: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy

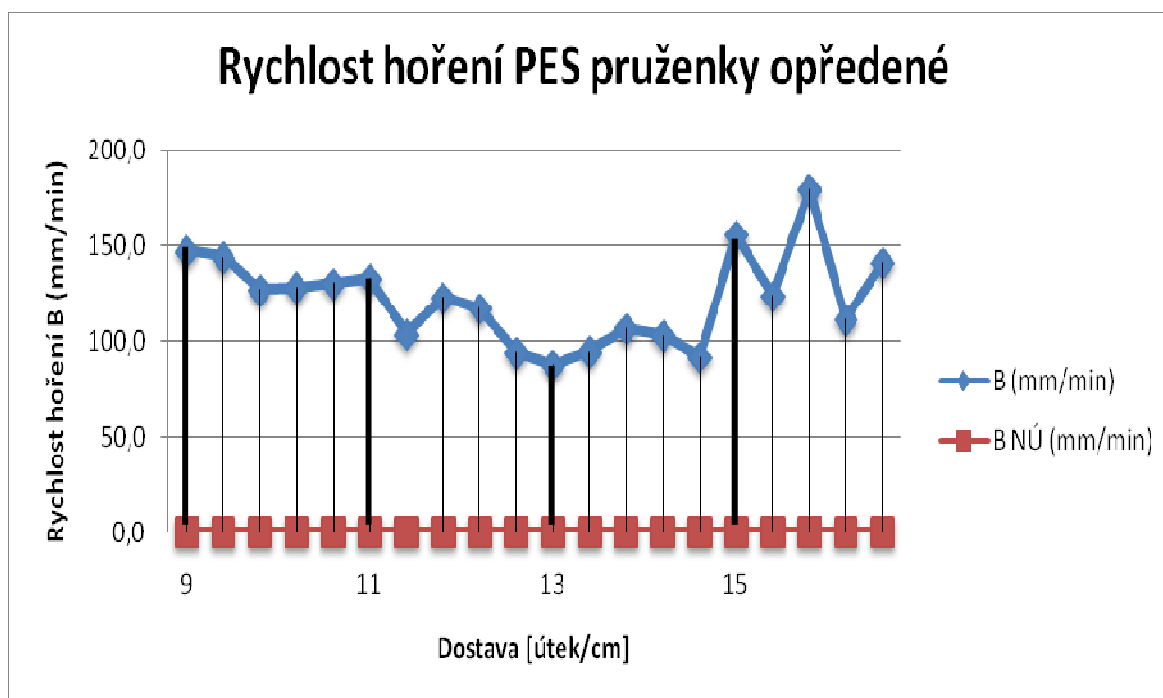


Graf č. 13: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové pruženky

## 3.7.1.14 Polyesterové pruženky opředené

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
9	1	93	228	147,1	0,0	135,2
	2	106	254	143,8	0,0	
	3	120	254	127,0	0,0	
	4	119	254	128,1	0,0	
	5	117	254	130,3	0,0	
11	1	115	254	132,5	0,0	114,1
	2	147	254	103,7	0,0	
	3	124	254	122,9	0,0	
	4	110	215	117,3	0,0	
	5	162	254	94,1	0,0	
13	1	174	254	87,6	0,0	96,7
	2	161	254	94,7	0,0	
	3	143	254	106,6	0,0	
	4	148	254	103,0	0,0	
	5	166	254	91,8	0,0	
15	1	98	254	155,5	0,0	142,2
	2	123	254	123,9	0,0	
	3	85	254	179,3	0,0	
	4	137	254	111,2	0,0	
	5	108	254	141,1	0,0	

Tabulka č. 15: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy



Graf č. 14: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové pruženky opředené

### 3.8 Vystavení zkušebních protokolů

Dodatkem výrobní dokumentace jsou zkušební protokoly, vystavené pro každý jednotlivý vzorek. Do zkušebních protokolů jsou zaznamenávány informace o testovaných výrobcích, jejich označení, rozměry, tloušťka, použitý materiál a dostava tak, aby později nedošlo k případnému pochybení. Dále jsou zaznamenávány informace o normě, která byla při testování vzorků použita a jejíž předpisy a definice byly respektovány. Protokoly dále obsahují údaje o podmínkách, které byly v laboratoři v době testování, na jakém zařízení byly zkoušky realizovány a samozřejmě výsledky zkoušky.

Tabulka ve zkušebním protokole vypovídá o tom, jakou dráhu plamen urazil, kolik času k tomu bylo zapotřebí a výpočet rychlosti hoření dle vzorce uvedeného v normě. Z jednotlivých výsledků zkoušky hořlavosti byl vypočten aritmetický průměr, který zkoušejícímu dává odpověď na otázku, zda je výrobek nutné podrobit úpravě nanesením prostředků snižující hoření či nikoliv. Závěr ze zkoušky je uveden na konci zkušebního protokolu.

Pro účely této práce bylo vystaveno celkem 14 zkušebních protokolů, které jsou k nahlédnutí v Příloze č. 2. Zkušební protokoly byly zjednodušeny a vystaveny pro každý výrobek dle použitého materiálu ve stejném uspořádání, které bylo uvedeno v předchozí kapitole při zpravování výsledků zkoušek. Pro potřeby společnosti bylo vystaveno 48 standardních protokolů uspořádaných dle materiálu a dostavy. Vzorky i zkušební protokoly jsou společností archivovány.

### 3.9 Vyhodnocení zkoušek

Zkoušky probíhaly bez jakéhokoliv pochybení, dle uvedené normy, za dozoru příslušného technologa a vedoucího pracovníka laboratoře. Doposud byly testovány pouze výrobky společnosti určené pro automobilový průmysl, z nichž byly vybrány zástupci ve formě pevných stuh, popruhů, šňůr a pruženek. Každý z těchto výrobků byl vyhotoven ve čtyřech variantách z odlišných textilních materiálů a třech nebo čtyřech odlišných útkových dostavách. Od každé varianty bylo podrobno 5 vzorků zkoušce, jejichž výsledky byly statisticky zpracovány aritmetickým průměrem, tento aritmetický průměr je stěžejní hodnota, která udává, zda a nakolik vzorek zkoušku nehořlavosti splnil, či nikoliv. Normovaná hodnota pro odpovídající rychlost hoření je maximálně 100 mm/min, pokud je rychlost hoření vyšší, než tato hodnota, vzorek neodpovídá normě a je třeba jej chemicky



upravit finální nehořlavou úpravou.

### *Pevné stuh*

Výsledky zkoušky hoření bavlněných pevných stuh prokázaly teorii dobře hořlavého materiálu, který zanechává šedý popílek a odér spáleného papíru. Veškeré vzorky hořely po celé dráze vzorku – 254 mm. Doba hoření byla proto poměrně dlouhá. Z těchto poznatků vyplývá, že přesto, že se jedná o hořlavý materiál, rychlost hoření je v porovnání s ostatními použitými materiály poměrně malá a každý ze vzorků splňuje podmínku  $B < 100$  mm/min. Na výsledcích je dále možné pozorovat vliv útkové dostavy. S každým přibývajícím útkem se rychlost hoření stuhy zpomaluje. Nejlepších hodnot proto dosáhla bavlněná stuha s 9 útkami na 1 cm, jejíž aritmetický průměr rychlostí hoření činí 74,6 mm/min.

Zkoušky hořlavosti stuh vyrobených z polyesteru již tak jednoznačné výsledky neposkytují. Chování vláken v plameni odpovídá popisům v odborné literatuře, polyester řadíme mezi vlákna hořlavá, která se v plameni taví a odkapávají v podobě zčernalé taveniny. Toto chování je důvodem k tomu, proč téměř žádný ze vzorků neshořel celý. Část vzorku zdeformovaná a natavená ve vysoké teplotě plamenu často odpadla dříve, než se mohl plamen rozšířit dále. To vedlo k tomu, že se dráha uvedená v protokolech a výsledných tabulkách pohybuje mezi 4 až 254 mm. Naopak naměřený čas hoření vzorku je poměrně krátký, na začátku vzorek vzplane zpravidla rychle a postupem času se umírní, k tomu už však díky odkapávání taveniny v těchto případech nedošlo. Tyto parametry vedly k tomu, že výsledná rychlost hoření je vysoká a pouze v jednom případě splňuje hodnota podmínku  $B < 100$  mm/min. Také počet útku ve tkanině se projevil, ačkoliv opačně než původní hypotéza předpokládala. S navyšujícím počtem útků se rychlost hoření zvýšila z 91,4 na 115,1 mm/min. Nejlepších výsledků proto dosáhla stuha o 5 útkách na 1 cm.

Výsledky polyamidové stuhy také zrcadlí vlastnosti typické pro Polyamid 6. Z hlediska hořlavosti je polyamidová vlákna možné charakterizovat jako vlákna tavitelná, snadno se zapalující, po oddálení plamene zhasínající. Při hoření vlákna dochází k odkapávání tmavých kuliček taveniny. To, že se jedná o vlákna, která po oddálení plamene zhasínají, znamená, že mají samozhášivý účinek. To vysvětluje různorodost výsledků, které zkouška přinesla. Dráha plamene se podobně jako u polyesterových stuh pohybuje mezi 0 a 254 mm. Z toho je pro čtenáře možné odvodit, že některé vzorky

dokonce ani po 10 s v plameni nevzplanuly, jiné vzplanuly a hořely až do konce. Z průměrů rychlosti hoření dva odpovídají podmínce  $B < 100$  mm/min, jeden nikoliv. Stejně různorodých výsledků bylo dosaženo také při pozorování vlivu dostavy. Výsledky neprokazují jednoznačnou tendenci k rychlejšímu či pomalejšímu hoření při změně počtu útků. Nejlepších výsledků sice dosáhl vzorek s 11 útky na 1 cm, jehož průměrná rychlost hoření byla 66,3 mm/min, přesto autorka nedoporučuje se na tyto výsledky spoléhat, je zde velká pravděpodobnost náhodných jevů, které mohou výsledné hodnoty zkreslovat.

Polypropylen řadíme taktéž mezi hořlavé materiály, které snadno vzplanou, hoří a taví se. To potvrzují také výsledky zkoušky. Převážná většina vzorků shořela do konce měřené části, přesto že se polypropylenová vlákna natavovala, neproběhlo odkapávání kapaliny tak rychle jako u stuh polyesterových. Naměřený čas proto odpovídá průběhu hoření přesto, že syntetická vlákna hoří rychleji než například přírodní bavlna. Ze tří variant vzorků o odlišné dostavě útku splňují pouze dvě podmínku  $B < 100$  mm/min. To jak počet útků ovlivňuje rychlost hoření, reprezentuje Graf č. 4. S přibývajícím útkem je průměrná rychlost hoření nižší. Nejlepších výsledků při zkoušce proto dosáhl vzorek s nejvyšším počtem vetkaných útků, tedy 7 útků na 1 cm.

### *Popruhy*

Popruhy jsou vyráběny na podobném principu jako pevné stuhy, jsou však mnohem robustnější a hustší. To má za následek, že popruhy hoří mnohem pomaleji a hůře, než stuhy. Výjimkou nebyly ani popruhy vyrobené z bavlny, které sice vzplanuly, ale téměř žádný ze vzorků neshořel celý. Všechny čtyři varianty bavlněných popruhů splňují podmínku normy a jejich průměrná rychlost hoření nepřesáhla hranici 100 mm/min. Nejlepších výsledků přesto dosáhly vzorky s nejmenší plošnou hmotností, tedy s 10 útky na 1 cm. U těchto vzorků se průměrná rychlost hoření vyšplhala na hodnotu 29,2 mm/min. S přibývajícím hustotou útků byla průměrná rychlost hoření paradoxně vyšší.

Polyesterové popruhy byly vyrobeny ve variantách se 7, 9, 11 a 12 útky na 1 cm. Stejně jako popruhy bavlněné, ani polyesterové neshořely ani v jednom případě celé. Také tyto varianty popruhů splňují všechny kritickou hranici rychlosti hoření 100 mm/min. Vliv plošné hmotnosti na rychlost hoření výrobků zde není možné jednoznačně prokázat. Průměrné hodnoty rychlosti hoření se, jak Graf č. 6 znázorňuje, mění s každým přidaným útkem. Nemají však tendenci ke zmenšování či zvyšování, jejich hodnoty kolísají nepravidelně. Nejlepší hodnoty měly vzorky s 9 útky na 1 cm.

U polyamidových výrobků se projevuje jejich samozhášecí vlastnost. U stuh vyrobených z polyamidu se tato vlastnost projevila tak, že některé ze vzorků ani nevzplanuly, některé vzplanuly, ale v průběhu postupu plamene došlo k samouhašení. Stejný jev ale v mnohem větším měřítku se projevil také u popruhů, které, jak již bylo zmíněno výše, jsou vyrobeny v mnohem větší dostavě a jsou celkově mnohem robustnější než stuhy. To zřejmě vedlo k tomu, že ani jeden ze vzorků nevzplanul. Všechny z variant proto splňují podmínku rychlosti hoření, která je menší než 100 mm/min. Také vliv plošné hmotnosti nebylo v tomto případě možné, ani nutné prokázat. Veškeré výsledky se rovnají nule, stejně tak i průměry rychlostí hoření. Je toto ideální konstrukce výrobku? Nulová rychlost hoření výrobku bez jakékoliv finální úpravy?

Polypropylenové popruhy poskytly zřejmě nejlepší výsledky v kategorii popruhů. Je to dáno tím, že přibližně polovina vzorků shořela opravdu celá, aniž by výsledky zkoušky byly zkresleny uhašením. Popruhy z polypropylenu byly vyhotoveny ve variantách s 5, 7, 8 a 9 útky na 1 cm a každá z nich splňuje parametry nehořlavé tkaniny dle normy ČSN ISO 3795. První skupina vzorků s pěti útkami na cm svými hodnotami vybočuje z řady. Další varianty vzorků už tendují k trendu korelace mezi rychlostí hoření a plošnou hmotností, s přibývajícím plošnou hmotností průměrná rychlost dosažení plamene koncové značky měřené dráhy klesá. Ze všech nejlépe dopadl vzorek s 9 útky a hodnotou 59 mm/min.

### *Šňůry*

Bavlněné šňůry se ukázaly překvapivě jako nehořlavé. Šňůry byly vyrobeny technologií splétání a jejich plošná hmotnost byla upravena přidáním a odebráním úpletů na délkovou jednotku. Standardní počet úpletů jsou 3 úplety na 1 cm, vyrobeny byly varianty se 2 a 4 úplety. Šňůry se 2 úplety na 1 cm se během manipulace při zkouškách hořlavosti téměř rozpadaly, je proto možné, že právě to byl důvod, proč tato skupina vzorků byla jediná, která alespoň ve dvou případech plameni podlehla a začala hořet, nikoliv však na dlouho. Hoření a tím i měření rychlosti hoření bylo ukončeno zhasnutím plamene. V tomto případě byla průměrná hodnota vypočtena ze dvou naměřených výsledků a činí 18,7 mm/min. Zbylé skupiny bavlněných šňůr plameni nepodlehly. To je možné vysvětlit poměrně velkým zkroucením šňůry po přidání úpletů. Všechny tři skupiny splňují podmínky normy.

Polyesterové šňůry byly na výsledky naopak velmi štedré. Téměř všechny testované vzorky shořely do konce označené dráhy určené pro měření rychlosti hoření. Ani odkapávání polyesterové taveniny plamen neuhasil. Šňůry z tohoto materiálu byly

vyrobeny v provedení se 2, 3 a 4 úplety na 1 cm. Všechna vyhotovená provedení hoří pomaleji než je předepsaná norma 100 mm/min. Vliv plošné hmotnosti šňůr se na Grafu č. 10 projevuje velmi výrazně. Rychlost hoření klesá s přibývajícím útky z 90,7 na 65,4 mm/min. Nejlépe proto dopadla varianta s nejvyšší plošnou hmotností.

Šňůry připravené z Polyamidu 6 opět projevily nehořlavost. Stejně jako všechny ostatní vzorky šňůr, i tyto byly vyhotoveny v provedení se 2, 3 a 4 úplety na 1 cm. Ani jedna z variant však nepodlehla procesu hoření. Nebylo proto možné vyhodnotit ani průměry rychlosti hoření ani vliv plošné hmotnosti na hořlavost výrobku. Polyamidové výrobky se opět jeví jako ideální řešení problému s finálními nehořlavými úpravami.

Poslední skupinou v kategorii šňůr jsou šňůry polypropylenové. Polypropylen se opět ukázal jako jeden z velmi dobře hořlavých materiálů. Jak tabulky s výsledky v předchozí kapitole dokazují, všechny polypropylenové vzorky shořely v plné délce 254 mm. Měřením proto bylo možné získat dobré výsledky rychlosti hoření. Graf č. 12 vystihuje chování polypropylenových šňůr při změně počtu úpletů na délkovou jednotku. Rychlost hoření s přibývajícím úplety klesá, konkrétně z hodnoty 115,2 na 82,9 mm/min. Je tedy zřejmé, že pouze poslední dvě varianty splňují podmínku  $B < 100$  mm/min.

Šňůry byly zkouškám hořlavosti podrobeny stejně jako všechny ostatní navrhované výrobky přesto, že již při jejich výrobě bylo zřejmé, že šňůry se 2 a 4 úplety na 1 cm budou vzhledem ke své konstrukci nepoužitelné. Zbývá tedy vyhodnotit nejlepší materiál, který je pro tento druh výrobků vhodné použít.

### *Pruženky*

Pruženky byly vyrobené ve dvou variantách. První z variant představuje polyesterové pruženky s jednoduchými kaučukovými nitěmi. Ty byly dále vyhotoveny ve variantách s 9, 11, 13 a 15 útky na 1 cm. To, že byly pruženky vyrobeny z polyesteru, dává testujícímu již předem určitou představu o tom, zda a jakým způsobem budou pruženky hořet. Výsledky zkoušek uvedené v Tabulce č. 14 vypovídají o tom, že všechny předložené vzorky shořely do konce měřené dráhy. Nejen, že pruženky shořely celé, ale také rychlost hoření je poměrně vysoká. Dvě ze čtyř variant s odlišnou plošnou hmotností leží nad kritickou hranicí 100 mm/min. Zbylé dvě varianty sice leží pod touto hranicí, ale rozdíl je jen velmi malý, proto tyto výsledky nelze považovat za uspokojivé z hlediska nehořlavosti výrobku. Také vliv změny plošné hmotnosti tkaniny nebyl prokázán. Jak Graf č. 13 znázorňuje, výsledná rychlost hoření se mění nezávisle na čísle pokusu a změně útkové dostavy.

Druhá varianta představuje polyesterové pruženky s opředěnými kaučukovými nitěmi. Opět se jedná o případ, kde převažujícím výrobním materiálem byl polyester. To se zrcadlí i ve výsledcích uvedených v Tabulce č. 15. Až na jediný vzorek, hořely všechny vzorky až do konce měřené dráhy. Rychlost hoření se ukázala být ještě vyšší, než v případě pruženek s jednoduchými elastomerovými nitěmi. Ze čtyř variant s odlišným množstvím útků pouze jeden splňuje podmínku  $B < 100$  m/min a to opětovně jen o malou hodnotu. Zbylé vzorky parametr rychlosti hoření dle normy ČSN ISO 3795 nesplňují. Zde se rychlost hoření pohybuje kolem hodnot 135 až 142 mm/min. Kategorie pruženek celkově dopadla nejhůře z všech zkoušených druhů výrobků a je zřejmé, že ať se výrobce rozhodne pro jakoukoliv výrobní technologii za předpokladu, že je bude chtít zákazníkovi prezentovat jako nehořlavé produkty, bude nezbytné upravit je finální nehořlavou úpravou.

### 3.10 Návrh optimální konstrukce výrobků

Cílem praktické části bylo vyhodnotit chování jednotlivých druhů výrobků vyhotovených z odlišných textilních materiálů a s odlišnými útkovými dostavami a na základě získaných výsledků navrhnout optimální konstrukci výrobků každé výrobové skupiny. V předchozích kapitolách byly výsledky zkoušek zaznamenány, zaneseny do zkušebních protokolů a vyhodnoceny. Tato kapitola proto může být zaměřena na doporučení těch výrobků, které ve zkoušce hořlavosti obstály nejlépe.

#### *Pevné stuh*

V kategorii pevných stuh dosáhly nejlepších výsledků stuh připravené z bavlny s 9 útkami na 1 cm. Přestože je bavlna považována za hořlavý materiál, její odolnost proti vysokým teplotám je uspokojující. To je možné vysvětlit tím, že u celulosových vláknenných materiálů nastává účinkem teplot do 200°C jen nepatrná depolymerace. Mezi teplotami 200 – 300°C probíhá pozvolná pyrolýza, která však neprodukuje dostatek hořlavých sloučenin, aby mohlo nastat hoření. Teprve při teplotách kolem 350°C probíhá pyrolýza natolik rychle, že při zapálení z vnějšího zdroje může dojít k hoření. [23], [24] Jako další parametr ovlivňující rychlost hoření bavlněných stuh se projevila dostava zatkaných útků ve tkanině. Varianta s 9 útkami je nejhustší navrhovaná varianta pro účely experimentu. Experimentu byly podrobeny varianty s 5, 7 a 9 útkami. S přibývajícím plošnou hmotností klesala také rychlost hoření stuh, jejíž konečná hodnota činí 74,6 mm/min. Závěr zkoušek je proto doporučení výroby pevných stuh z bavlny a dostavou 9

útků/cm.

### *Popruhy*

V kategorii popruhů dosáhly jednoznačně nejlepších výsledků popruhy vyrobené z Polyamidu 6 a libovolnou dostavou útků. V průběhu zkoušek nedošlo ani v jednom případě k procesu hoření. Parametr dostavy útku je zde proto nepodstatný a firma jej může zvolit libovolně dle požadovaných cílových vlastností. Z hlediska materiálu se Polyamid 6 prokázal jako velmi málo hořlavý, který v případě vzplanutí zpravidla rychle uhasne. O průběhu hoření polyamidových vláken existuje prozatím poměrně málo informací, ale udává se, že při pyrolýze vznikají sloučeniny oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého, vody, amoniaku a dalších organických aminů. Množství amoniaku vzniklého při pyrolýze není dostatečné na to, aby došlo k dalšímu hoření výrobku, a nastává jeho uhašení. I takto malé množství však může ohrozit uživatele výrobku. Amoniak je toxický nebezpečný plyn projevující se štiplavým zápachem, který při vysoké koncentraci způsobuje poškození sliznice a plic. [25], [26] Pozitivní vlastnosti Polyamidu 6 však převažují nad těmi negativními, a proto je Polyamid 6 jedním z nejpoužívanějších materiálů. V případě popruhů tak jde o nejlepší konstrukční řešení výrobku.

### *Šňůry*

V kategorii šňůr byla velmi velká konkurence mezi šňůrami vyhotovenými z bavlny a Polyamidu 6. Až na nepatrné detaily přinesly výsledky zkoušky identické výsledky. Ani u jedné z materiálových variant nedošlo k zapálení vzorku. Dispozice obou materiálů byly připomenuty v odstavcích, kde se pojednávalo o stuhách a popruzích. Není se proto čemu divit, že obojí provedení šňůr přineslo velmi dobré výsledky. Volba materiálu je zde proto zcela přenechána firmě. Z hlediska dostavy útku není k dispozici příliš mnoho možností. Již při výrobě smluvených útkových variant byl zjištěn fakt, že vzhledem ke své konstrukci, použitému materiálu, použitých nití a parametrů stroje není možné dosáhnout většího množství úpletů na délkovou jednotku tak, aby byly výrobky posléze také využitelné. Výroba hustěji propletených šňůr se přes veškeré nesnáze sice podařilo, výsledkem však byly šňůry s tak jemným úpletem, že již při samé manipulaci docházelo k jejich rozplétání a rozpadu. Naopak při vyšším počtu úpletů se šňůry začaly stáčet a kroutit. Jediným vhodným řešením je proto konstrukce se 3 úplety na 1 cm, tedy standardní vyhotovení společnosti Stap tak, jak je zvyklá.

### *Pruženky*

V kategorii pruženek bylo vyhodnocení vzhledem k situaci poměrně jednoduché. Ani jedna z připravených variant nesplňuje požadavky na textilní výrobky nehořlavého charakteru. Navíc žádná z variant nevykazuje známky toho, že by konstrukce výrobku nebo jeho plošná hmotnost jakýmkoliv způsobem ovlivnila jejich hořlavost. Obě varianty pruženek byly vyrobeny z Polyesteru. Tento materiál je charakteristický svou hořlavostí. To je možné vysvětlit tím, že při pyrolýze vznikají mimo jiné oxid uhličitý, oxid uhelnatý, acetaldehyd, benzen, kyselina tereftalová a přes 30 dalších chemických sloučenin, jejichž převážná část je vysoce hořlavá. [25], [26] Vliv změny plošných hmotností pruženek nebyl prokázán. Jedinou informací, která je z výsledků testů odvoditelná, je ta, že paradoxně pruženky s opředěnými elastomerovými nitěmi hořely ještě rychleji než pruženky s elastomerovými nitěmi holými. Tento údaj však nijak nevyvrací závěr, že pokud by firma chtěla pruženky prodávat s osvědčením dle normy ČSN ISO 3795 je nutné je naimpregnovat nehořlavou úpravou. V kategorii pruženek proto autorka nemá žádné vyhraněné doporučení, které by výrobní technologii usnadnilo, zefektivnilo či zlevnilo.

## **3.11 Shrnutí**

Na hořlavost textilií a nebezpečí jejich uživatelů tím vyvolaném bylo dostatečně upozorněno v teoretické části této vědecké práce. Také parametry a podmínky, které toto nebezpečí zvyšují tím, že hořlavost textilií podporují nebo lépe řečeno umožňují, byly zmíněny. Takových podmínek je samozřejmě nespočetně velké množství a ne všechny je možné ovlivnit. Společnost Stap, a.s. však má možnost některé z těchto parametrů ovlivnit. Jednou z možností, jak tyto podněty a vlivy ovlivnit je jedna z finálních úprav textilií. Touto úpravou je míněna nehořlavá úprava textilií, která plošné útvary zušlechťuje z hlediska konečných vlastností tedy tak, že výrobek se nabude samozhášivých vlastností, hoří pomaleji, nebo v ideálním případě nehoří vůbec. Tato úprava však vyžaduje čas, potřebné zařízení a samozřejmě odpovídající finanční zázemí. Hořlavost textilních produktů je však možné ovlivnit i jinak, například vhodnou konstrukcí textilie a využitím nepřebírného množství možností při výběru materiálu. Na tyto dvě možnosti se zaměřila také společnost Stap, a.s.

Právě tento experiment je popsán v praktické části práce. Praktická část obsahuje popis průběhu celého experimentu. První fáze experimentu se skládala převážně

z přípravných procedur. Pod přípravnými procedurami se rozumí návrh vhodných výrobků pro testování a jejich příprava. Navrženy byly výrobky určené k dalšímu zpracování v automobilovém průmyslu a jejich hlavní představitelé v podobě pevných stuh, popruhů, šňůr a pružných stuh. Uvedené produkty jsou stěžejními výrobky společnosti Stap, které musí splňovat určité podmínky, které se společnost zavázala plnit. Jedna z těchto podmínek je definovaná v normě ČSN ISO 3795. Tato norma pojednává o nehořlavosti textilních částí upevněných kdekoli v prostoru vozidla určeném pro cestující. Tímto představují výrobky ideální vzorky k testování.

Po výběru představitelů vhodných pro experiment byly navrženy možné varianty jejich výroby a to jak z hlediska použitého materiálu tak útkové dostavy. Výběr materiálu byl omezen na materiály běžně dostupné a cenově přívětivé. Výběr možných dostav byl přizpůsoben možnostem firmy a jejímu strojnímu vybavení, které je individuální pro každý výrobek.

Po návrhu všech zástupců výrobových skupin a jejich variant z hlediska materiálu i dostavy byla vypracována výrobní dokumentace. Výrobní dokumentace sloužila k tomu, aby výroba vzorků proběhla dle navržených způsobů řešení a pokud možno tak, aby nebyl narušen běžný chod firmy. Toho bylo dosaženo předáním výkresové dokumentace, technologického předpisu a časového harmonogramu do přípravné a výrobní firmy.

Samotné vyhotovení vzorků proběhlo s menšími technickými komplikacemi, které kolektiv předpokládal. Komplikacemi byla doprovázena převážně výroba technických šňůr, při které se ukázalo, že příprava produktů s navrhovaným počtem úpletu je sice možná, ale teoreticky zbytečná a to z důvodu nabytí nevhodných užitkových vlastností.

Při výrobě jiných vzorků žádné komplikace nenastaly. Celkem byli vybráni 4 představitelé výrobků, 3 z nich byly vyrobeny ve 4 odlišných materiálových variantách, 1 výrobek bylo možné vyrobit pouze ve 2 materiálových variantách. Každá z těchto materiálových variant byla dále rozšířena o 3 – 4 obměny s odlišnou plošnou hmotností a každá z těchto obměn musela být připravená pětkrát tak, aby výsledky zkoušky měly uspokojivou vypovídací hodnotu. To znamená, že bylo vypracováno 240 odlišných variant vzorků. Těchto 240 variant bylo následně vyrobeno ještě jednou, tentokrát byly vzorky upraveny nehořlavými úpravami tak, aby společnost mohla jednoznačně porovnat rychlost hoření nenaimpregnovaných a naimpregnovaných výrobků. Dohromady tak bylo vyprodukováno 480 vzorků určených ke zkoušce.

Následovalo uskutečnění fyzických zkoušek. Zkoušky hořlavosti probíhaly



ve společností vystavěné laboratoři, která byla zařízena dle nařízení uvedených v normě ČSN ISO 3795. Testování bylo vykonáno za dozoru příslušného vedoucího pracovníka a dozoru laboratoře, výsledky jsou tak věrohodné a nezkrácené. Po vykonání zkoušek byly výsledky zaneseny do tabulek, graficky znázorněny v grafech a pro účely firmy zaznamenány do zkušebních protokolů.

Vyhodnocení výsledků přineslo odpověď na otázku, jakou konstrukci by jednotlivé výrobky měly vykazovat, aby je nebylo nutné upravovat nehořlavou úpravou. V kategorii pevných stuh byla doporučena konstrukce z bavlny o útkové dostavě 9 útků/1cm. Ve třídě popruhů jasně dosáhly nejlepších výsledků vzorky vytvořené z Polyamidu 6. Počet útků ve tkanině nijak neovlivnil rychlost hoření vzorku. Volba počtu útků je proto přenechána společnosti. Naopak tomu bylo při testování technických šňůr, kde dostava útku hrála důležitou roli. Jediným možným konstrukčním řešením se ukázala být varianta se 3 útky/1cm. Zbylé dvě varianty jsou díky svým nabytým znakům v praxi nepoužitelné. Z hlediska materiálu má firma opět možnost volby, bavlna dosáhla stejně valných výsledků jako Polyamid 6. U poslední skupiny pružných stuh bohužel nebylo dosaženo stanoveného cíle nabídnout společnosti výhodnější řešení. Ani jedna z materiálových ani útkových variant neplní podmínky normy. Pruženky s holými kaučukovými nitěmi sice hořely pomaleji než pruženky s nitěmi opředěnými, přesto výsledky nedosáhly preferovaných hodnot. Také počet útků zavedených ve tkanině neměl vliv na rychlost hoření útvaru. Ať se společnost v budoucnu rozhodne pro jakoukoliv technologii, pružné stuhy bude muset i nadále upravovat chemicky.

## 4 ZÁVĚR

Stanoveným cílem předkládané práce bylo potvrdit nebo naopak vyvrátit hypotézu, že záměnou použitého textilního materiálu a plošnou hmotností textilního útvaru je možné pozitivně ovlivnit nehořlavost předem daných konkrétních výrobků a na základě toho navrhnout jejich optimální konstrukci tak, aby bylo dosaženo zjednodušení a pokud možno zlevnění výrobního procesu těchto produktů vypuštěním finálních úprav.

Teoretická část práce představuje textilní společnost Stap, a.s.. Společnost Stap, a.s. je jedním z největších evropských výrobců ve svém oboru. Její výroba je zaměřena na okrasné, bytové ale i technické stuhy, dále na bytové i technické popruhy, oděvní i technická zdrhovadla a uzávěry, šňůry a lana, pružné stuhy, kompozitní výrobky i tkané Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti Stap, a.s.

etikety. Jejimi odběrateli jsou zákazníci po celém světě aktivní ve všech průmyslově zajímavých odvětvích. Jedním z nejdůležitějších odvětví je průmysl automobilový, do kterého ročně plyne mnoho kilometrů a tun plošných textilií. Jako úspěšný podnik je i Stap, a.s. v tomto oboru činný a nabízí své výrobky největším automobilovým společnostem. Jako každá firma musí i Stap neustále vylepšovat a inovovat své produkty tak, aby byla úspěšná i v budoucnosti. Přestože bezpečnost účastníků silničního provozu, inovativnost, modernost a kvalita jsou důležitými faktory ovlivňujícími výběr vhodného výrobku a tím pádem i dodavatele, je zde ještě jeden velmi důležitý faktor a tím je ekonomika a zisk. Cílem každé organizace je vytvářet zisk a jinak tomu není ani u zákazníků firmy Stap. Za tímto účelem vznikl experiment popsáný v této práci.

Cílem bylo zjistit, zda je možné pomocí malých změn v technologii výroby dosáhnout velkých změn ve světě ekonomiky. Experiment byl proto zaměřen na automobilové výrobky společnosti, které mají povinnost plnit zákazníkem přijímané normy. Konkrétně se jedná o normy definující nehořlavé textilie uložené v prostoru vozidla určeném pro cestující. Tento druh textilií musí dle normy splňovat podmínku, ve které rychlost hoření textilie nepřesahuje kritickou hranici 100 mm/min. Pro splnění podmínky je většina výrobků společnosti Stap podrobena finální nehořlavé úpravě. Nehořlavá úprava však vyžaduje své prostory, zařízení a samozřejmě finanční náklady.

Dle hypotéz uváděných v odborné literatuře je však nehořlavost textilií možné ovlivnit i jinými způsoby, například změnou podmínek, které chování textilií při hoření ovlivňují. Takovýchto podmínek je bezesporu nespočetně mnoho. Společnost Stap, a.s. se proto zaměřila na podmínky, které je schopná sama ovlivnit. Mezi tyto podmínky patří materiálové uspořádání a konstrukce plošného útvaru.

Praktická část byla zaměřena na přípravu a realizaci samotného experimentu. V první fázi experiment zahrnoval přípravné procedury, kterými je míněna příprava a výroba vhodných vzorků pro testování. Druhá fáze zahrnovala realizaci zkoušek hořlavosti a vyhodnocení jejich výsledků. V první fázi byly firmou vybrány hlavní představitelé jejich výrobních řad, kteří měli být podrobeni zkoušce. Vybrány byly pevné stuhy, popruhy, technické šňůry a pružné stuhy. Tyto produkty představují nejprodávanější a nosné výrobky společnosti. Dalším postupem bylo navržení variant těchto produktů v odlišném materiálovém uspořádání. Materiály byly voleny dle dostupnosti a přívětivé ceny, vybrány byly proto klasické a běžně dostupné materiály v sestavě bavlna, Polyester, Polyamid 6 a Polypropylen. Dalším krokem bylo navržení těchto variant v obměnách s odlišnou útkovou

dostavou, kterou je možné pozměnit, aniž by byly ohroženy hlavní funkční vlastnosti výrobků. Každá z těchto variant byla posléze vyrobena v množství pěti kusů tak, aby zkoušky měly dobrou vypovídací hodnotu. Stejně množství vzorků bylo posléze vyrobeno podruhé, tyto byly před testováním podrobeny nehořlavé úpravě. Účelem bylo porovnat rozdíly ve výsledcích vzorků opravených a neupravených. Celkem bylo zkoušeno podrobeno 480kusů vzorků.

Zkoušky hořlavosti probíhaly ve společnosti vystavěné laboratoři, která byla zařízena dle nařízení uvedených v normě ČSN ISO 3795. Testování bylo vykonáno za dozoru příslušného vedoucího pracovníka a dozoru laboratoře, výsledky jsou tak věrohodné a nezkreslené. Po vykonání zkoušek byly výsledky zaneseny do tabulek, graficky znázorněny v grafech a pro účely firmy zaznamenány do zkušebních protokolů.

Vyhodnocení výsledků přineslo odpověď na otázku, jakou konstrukci by jednotlivé výrobky měly vykazovat, aby je nebylo nutné upravovat nehořlavou úpravou. V kategorii pevných stuh byla doporučena konstrukce z bavlny o útkové dostavě 9 útků/1cm. Ve třídě popruhů jasně dosáhly nejlepších výsledků vzorky vytvořené z Polyamidu 6. Počet útků ve tkanině nijak neovlivnil rychlost hoření vzorku. Volba počtu útků je proto přenechána společnosti. Naopak tomu bylo při testování technických šňůr, kde dostava útku hrála důležitou roli. Jediným možným konstrukčním řešením se ukázala být varianty se 3 útky/1cm. Zbylé dvě varianty jsou díky svým nabytým znakům v praxi nepoužitelné. Z hlediska materiálu má firma opět možnost volby, bavlna dosáhla stejně valných výsledků jako Polyamid 6. U poslední skupiny pružných stuh bohužel nebylo dosaženo stanoveného cíle nabídnout společnosti výhodnější řešení. Ani jedna z materiálových ani útkových variant neplní podmínky normy. Pruženky s holými kaučukovými nitěmi sice hořely pomaleji než pruženky s nitěmi opředěnými, přesto výsledky nedosáhly preferovaných hodnot. Také počet útků zatkaných ve tkanině neměl vliv na rychlost hoření útvaru. Ať se společnost v budoucnu rozhodne pro jakoukoliv technologii, pružné stuhy bude muset i nadále upravovat chemicky.

Z práce vyplývá, že u některých druhů výrobků se hypotéza ovlivňující hoření textilií za pomoci změny použitého materiálu a plošné hmotnosti potvrdila, u některých však nikoliv. Přesto byla společnosti doporučena vždy taková konstrukce výrobku, která ve zkoušce hořlavosti dopadla nejlépe.

Testováním výrobků společnosti Stap, a.s. byly získány zajímavé informace a data, která je možná v praxi využít. Na základě výsledků byla ve třech případech doporučena

změna materiálu a ve dvou případech změna dostavy útku. Pokud by se pracovníkům firmy podařilo přesvědčit své klienty o nových konstrukcích výrobků, jistě by z toho plynuly zajímavé ekonomické výhody i pro ně. Vypuštěním finálních úprav z technologického postupu výroby výrobků s sebou přináší nejen jistou ekonomickou úlevu, ale také úlevu životnímu prostředí, které je chemikáliemi a znečištěnými odpadními vodami již tak nevratně poškozené. Valná a pro veřejnost prospěšná politika firmy je jednou z pilířů dobrých Public relations. Výsledky experimentu byly samozřejmě předány společnosti a nyní záleží jen na ní, zda této výhody využije ve svůj prospěch.

## 5 LITERATURA

- [1] CzechInvest: Agentura pro podporu podnikání a investic. Svaz automobilového průmyslu. *Automobilový průmysl* [online]. 2011.
- [2] Stap: Tradice od roku 1840. Stap, a.s. *Výrobce stuhařských výrobků a zdrhovadel* [online]. 2012.
- [3] Pokorný, Ondřej. *Textilie v interiéru osobních automobilů z hlediska akustických vlastností*. Liberec, 2010.
- [4] Lizák, Pavol a Jiří Militký. *Technické textilie*. Rožomberk: Nadácia pre rozvoj textilného vysokoškolského vzdelávania, 2002. ISBN 80-968674-0-7.
- [5] Hořlavost textilií. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001.
- [6] DIN 75 200. *Stanovení chování materiálů vnitřního vybavení vozidel při hoření*.
- [7] ČSN ISO 3795. *Silniční vozidla, traktory, zemědělské a lesnické stroje stanovení hořlavosti materiálů použitých v interiéru vozidla*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
- [8] TL 1010. *Innenausstattungsmaterialien: Brennverhalten, Werstoffanforderungen*. 1997.
- [9] FMVSS 302. *National highway traffic safety administration, department of transportation: Federal Motor Vehicle Safety Standards*. 1997.
- [10] GMW 3232. *Test Method Materials: Test Method for Determining the Flammability of Interior Trim Materials*. 2001.
- [11] 17-00-001/--F. *Purchase specification: Trim materials general instructions*. 1995.
- [12] Míčková, Helena. *Pokroky vědy a techniky v textilním průmyslu: Zušlechťování*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1982. ISBN 04-830-82.
- [13] Blažek, Anton. *Špeciálne chemické úpravy textílií*. První vydání. Bratislava: ALFA-Vydavateľství technické a ekonomické literatury, 1986. ISBN 63-261-86.
- [14] Bavlna. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001.
- [15] Pospíšil Zdeněk, a spol. *Příručka textilního odborníka: 1. část*. Vydání první. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1981. ISBN 04-825-81.
- [16] Švédová, J. *Technické textilie*. První vydání. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1978. ISBN 06-150-78.

- [17] The Biochem Synapse. *The Biochem Synapse* [online]. 2010.
- [18] E-LTex: Obchod. Vzdělání. Internet. [online]. 2010.
- [19] Polyamidová vlákna. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001.
- [20] Polyesterová vlákna. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001.
- [21] Polypropylen. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001.
- [22] Kryštůfek Jiří, Dagmar Machaňová, Jaroslav Odvárka a Miroslav Prášil. *Technologie zušlechťování*. První vydání. Liberec: TUL, 2002. ISBN 80-7083-560-5.
- [23] Markstein, G. H. a J. de Ris. Upward fire spread over textiles. *ScienceDirect* [online]. 1973, s. 14.
- [24] Di Blasi, Colomba. Influences of sample thickness on the early transient stages of concurrent flame spread and solid burning. *ScienceDirect* [online]. 1995, s. 25.
- [25] Wunderlich, Bernhard. *Thermal Analysis of Polymeric Materials*. První vydání. Netherlands: Springer-Verlag, 2005. ISBN 3-540-23629-5.
- [26] Figueiro, Raul. *Fibrous and Composite Materials for Civil Engineering Applications*. první. Philadelphia: WP - Woodhead Publishing, 2011. ISBN 978-1439831748.

## 6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Využití textilií v automobilu .....	10
Obrázek č. 2: Schéma procesu hoření .....	15
Obrázek č. 3: Rozdělení přírodních vláken .....	17
Obrázek č. 4: Chemický vzorec celulózy .....	20
Obrázek č. 5: Rozdělení chemických vláken.....	21
Obrázek č. 6: Nejznámější druhy profilovaných PA vláken .....	22
Obrázek č. 7: Chemický vzorec Polyamidu 6 .....	22
Obrázek č. 8: Nejznámější druhy profilovaných PES vláken .....	24
Obrázek č. 9: Chemický vzorec Polyesteru.....	24
Obrázek č. 10: Chemický vzorec Polypropylenu .....	26
Obrázek č. 11:Graf závislosti rychlosti hoření na hustotě tkaniny.....	27
Obrázek č. 12: Graf závislosti rychlosti hoření na propustnosti pro vzduch.....	27
Obrázek č. 13: Grafické znázornění vzorku v měřítku 1:3.....	48

## 7 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Přehled výrobků s odlišnou dostavou.....	40
Tabulka č. 2: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	49
Tabulka č. 3: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	50
Tabulka č. 4: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	51
Tabulka č. 5: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	52
Tabulka č. 6: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	53
Tabulka č. 7: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	54
Tabulka č. 8: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	55
Tabulka č. 9: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy .....	56
Tabulka č. 10: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy.....	57
Tabulka č. 11: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy.....	58
Tabulka č. 12: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy.....	59
Tabulka č. 13: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy.....	60
Tabulka č. 14: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy.....	61
Tabulka č. 15: Výsledky zkoušky s označením standardní dostavy.....	62

## 8 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Grafické znázornění rychlosti hoření bavlněné stuhy .....	49
Graf č. 2: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové stuhy .....	50
Graf č. 3: Grafické znázornění rychlosti hoření polyamidové stuhy.....	51
Graf č. 4: Grafické znázornění rychlosti hoření polypropylenové stuhy .....	52
Graf č. 5: Grafické znázornění rychlosti hoření bavlněného popruhu .....	53
Graf č. 6: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterového popruhu .....	54
Graf č. 7: Grafické znázornění rychlosti hoření polyamidového popruhu .....	55
Graf č. 8: Grafické znázornění rychlosti hoření polypropylenového popruhu.....	56
Graf č. 9: Grafické znázornění rychlosti hoření bavlněné šňůry .....	57
Graf č. 10: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové šňůry .....	58
Graf č. 11: Grafické znázornění rychlosti hoření polyamidové šňůry .....	59
Graf č. 12: Grafické znázornění rychlosti hoření polypropylenové šňůry .....	60
Graf č. 13: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové pruženky.....	61
Graf č. 14: Grafické znázornění rychlosti hoření polyesterové pruženky opředené .....	62

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Norma ČSN ISO 3795 .....	79
Příloha č. 2: Zkušební protokoly .....	87

**Příloha č. 1: Norma ČSN ISO 3795**


Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
Neoprávněné rozmnozování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

MDT 629.11:536.468:620.1

ČESKÁ NORMA

Leden 1994

ČSN ISO 3795 (30 0577)

	<b>Silniční vozidla, traktory, zemědělské a lesnické stroje</b>  <b>STANOVENÍ HOŘLAVOSTI MATERIÁLŮ POUŽITÝCH V INTERIÉRU VOZIDLA</b>	<b>ČSN ISO 3795</b>
		30 0577
<p>Road vehicles and tractors and machinery for agriculture and forestry. Determination of burning behaviour of interior materials</p> <p>Véhicules routiers et tracteurs et matériels agricoles et forestiers. Détermination des caractéristiques des combustion des matériaux intérieurs</p> <p>Strassenfahrzeuge, Traktoren und Maschinen für Land- und Forstwirtschaft. Bestimmung der Brennbarkeit von inneren Materialien</p> <p>Tato norma obsahuje ISO 3795:1989.</p> <p><b>Národní předmluva</b></p> <p><b>Citované normy</b></p> <p>ISO 2768-1:1989 dosud nezavedena</p> <p><b>Další související normy</b></p> <p>ČSN 01 8200 Požiarna charakteristika látok. Termíny a definície</p> <p><b>Související právní předpisy</b></p> <p>Vyhláška FMD č. 41/1984 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích ve znění vyhlášky FMD č. 248/1991 Sb.</p> <p><b>Vypracování normy</b></p> <p>Zpracovatel: Ústav pro výzkum motorových vozidel, Praha, IČO 009369, Libor Zeman Pracovnice Českého normalizačního institutu: Ing. Hana Floriánová</p> <p style="text-align: center;">© Český normalizační institut, 1993</p>		

15250



Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
Neoprávněné rozmnožování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795

**SILNIČNÍ VOZIDLA, TRAKTORY, ZEMĚDĚLSKÉ  
A LESNICKÉ STROJE  
STANOVENÍ HOŘLAVOSTI MATERIÁLŮ  
POUŽITÝCH V INTERIÉRU VOZIDLA**

**ISO 3795**  
Druhé vydání  
1989-10-15

MDT 629.11:536.468:620.1

Deskriptory: road vehicles, tractors, agricultural machinery, composite materials, tests, fire tests, determination, fire resistance, burning rate.

### **Předmluva**

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětovou federací národních normalizačních organizací (členů ISO). Na mezinárodních normách obvykle pracují technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být zastoupen v této technické komisi. Práce se zúčastňují i mezinárodní organizace, vládní i nevládní, s nimiž ISO navázalo pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice.

Návrhy mezinárodních norem přijaté technickými komisemi se rozesílají členům ISO k hlasování. Vydání mezinárodní normy vyžaduje souhlas alespoň 75% z hlasujících členů.

Mezinárodní norma ISO 3795 byla připravena technickou komisí ISO/TC 22 *Silniční vozidla* a ISO/TC 23 *Traktory a stroje pro zemědělství a lesnictví*.

Toto druhé vydání ruší a nahrazuje první vydání (ISO 3795:1976), předmět normy byl rozšířen na traktory a stroje pro zemědělství a lesnictví.

### **Úvod**

Hodnocení hořlavosti materiálů používaných v interiéru vozidel je založeno na předpokladu, že není pravděpodobné, aby v prostoru pro cestující vznikl oheň, když rychlost hoření materiálů používaných v interiéru při působení malého plamene je nula nebo velmi malá.

V rámci mezinárodních požadavků na bezpečnost motorových vozidel, které připravily příslušné skupiny Evropské hospodářské komise (EHK/OSN), ISO byla požádána, aby vyvinula metodu pro stanovení hořlavosti materiálů užívaných v interiéru motorových vozidel. Byly shromážděny a vyhodnoceny rozsáhlé informace o existujících zkušebních metodách. Z hlediska bezpečnostních norem, které jsou závazné, byly úvahy v první řadě zaměřeny na zkušební metodu definovanou v US-FMVSS 302.

Značná pozornost byla věnována problému ventilace spalovací komory. Byly provedeny dvě série porovnávacích zkoušek, aby byly prošetřeny různé navrhované varianty.

Po obsáhlých diskusích bylo rozhodnuto přijmout spalovací komoru, popsanou v této mezinárodní normě.

Dále bylo rozhodnuto, aby součástí standardního zařízení byl přídatný rám z drátů, aby se zamezilo subjektivnímu hodnocení chování vzorku zkoušejícím personálem.

### **1 Předmět normy**

Tato mezinárodní norma stanoví metodu pro určení vodorovné rychlosti hoření materiálů, používaných v prostoru pro cestující silničních vozidel (např. osobních automobilů, nákladních automobilů kombi, autobusů), traktorů, zemědělských strojů a strojů pro lesní práce po vystavení malému plameni.

Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
Neoprávněné rozmnožování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795

Tato metoda umožňuje zkoušení materiálů a součástí vnitřního vybavení vozidel jednotlivě nebo v kombinaci až do tloušťky 13 mm. Používá se k posouzení jednotnosti výrobních skupin těchto materiálů z hlediska jejich chování při hoření.

Vzhledem k mnoha rozdílům mezi skutečnou světovou situací (použití a umístění uvnitř vozidla, podmínky užívání, zdroje zapálení atd.) a přesnými podmínkami stanovenými v této mezinárodní normě nemůže být tato metoda považována jako vhodná pro vyhodnocení všech skutečných charakteristik hoření ve vozidle.

## 2 Odkazy na normy

Následující norma obsahuje ustanovení, které odkazem v tomto textu tvoří součást této mezinárodní normy. V době jejího vydání platilo vydání uvedené v textu. Všechny normy podléhají revizím a proto se stranám doporučuje, aby v dohodách, vycházejících z této mezinárodní normy, prošetřily možnost použít posledního vydání níže uvedené normy. Členové IEC a ISO udržují archiv běžně platných mezinárodních norem.

ISO 2768-1:1989 *Všeobecné tolerance – Část 1: Tolerance pro lineární a úhlové rozměry bez uvedených jednotlivých úchylek*

## 3 Definice

Pro účely této mezinárodní normy platí následující definice.

**3.1 rychlost hoření:** podíl shořelé vzdálenosti měřené podle této normy a doby potřebné pro shoření této vzdálenosti; vyjadřuje se v milimetrech za minutu

**3.2 vrstvený (sendvičový) materiál:** materiál složený z několika vrstev podobných nebo rozdílných materiálů, jejichž plochy jsou spolu pevně spojeny lepením, tmelením, plátováním, svařováním apod.

Jestliže jsou různé materiály spojeny dohromady přerušovaně (např. šitím, vysokofrekvenčním svařováním, nýtováním), nepovažují se za složené materiály, které by dovolily přípravu jednotlivých vzorků podle kapitoly 6

**3.3 exponovaná strana:** strana, která je povrchem obrácena do prostoru pro cestující při montáži materiálu ve vozidle

## 4 Podstata zkoušky

Vzorek je uchycen ve vodorovné poloze v držáku tvaru U a je vystaven účinku definovaného nízkoenergetického plamene po dobu 15 s ve spalovací komoře, přičemž plamen působí na volném konci vzorku. Zkouška určuje, zda a kdy plamen zhasne, nebo dobu za níž plamen urazí měřenou vzdálenost.

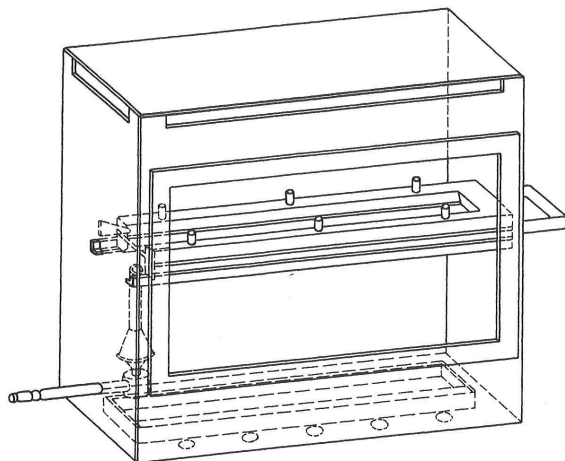
## 5 Zařízení

**5.1 Spalovací komora** (viz obrázek 1), je vyrobena přednostně z nerezavějící oceli a o rozměrech uvedených na obrázku 2. Na přední části komory je ohnivzdorné pozorovací okno, které může zakrývat celou přední část a které může být konstruováno jako přístupová deska.

Dno komory má větrací otvory a podél obvodu stropu jsou větrací výřezy. Spalovací komora je uložena na čtyřech nožičkách vysokých 10 mm. Komora může mít na jedné straně otvor pro vložení držáku se vzorkem, na protější straně je otvor pro přívod plynu. Roztavený materiál je zachycován do misky (viz obrázek 3), umístěné na dně komory mezi větracími otvory, aniž by zakrývala jakýkoliv větrací otvor.

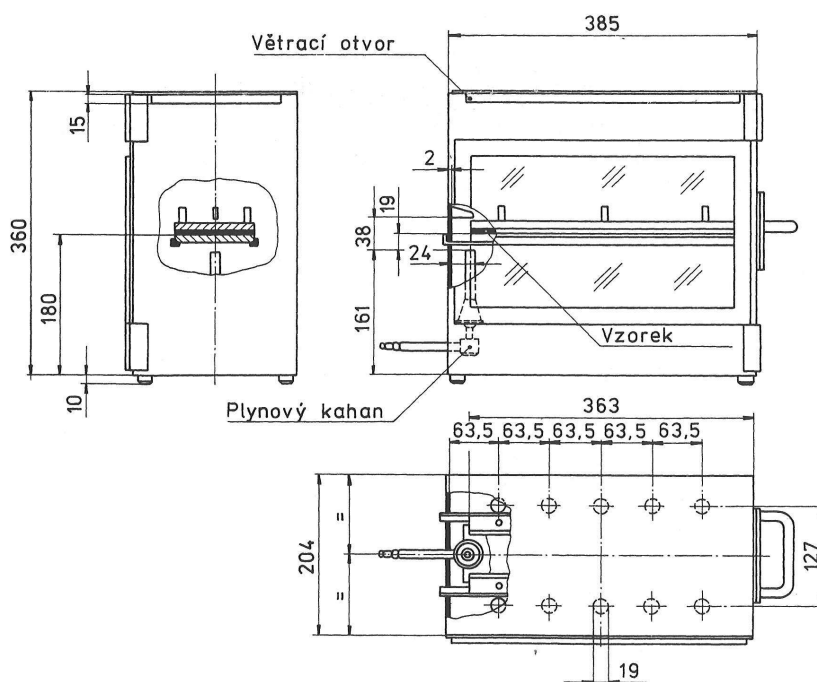
Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
 Neoprávněné rozmnožování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795



Obrázek 1 – Příklad spalovací komory s držákem vzorku a odkapávací miskou

Rozměry v mm

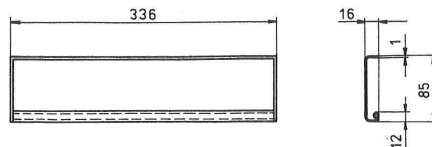


Obrázek 2 – Příklad spalovací komory

Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
 Neoprávněné rozmnožování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795

Rozměry v mm



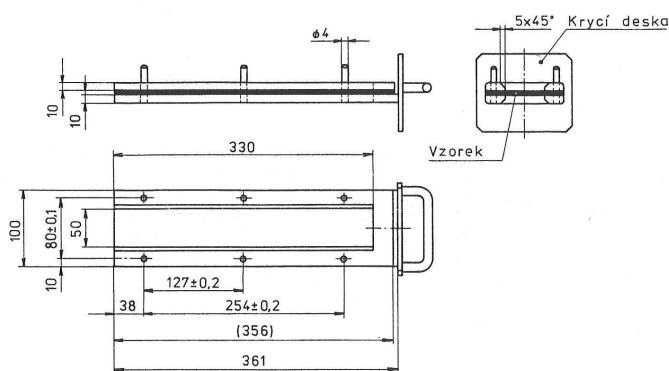
Obrázek 3 – Typická odkapávací miska

**5.2 Držák vzorku**, sestávající ze dvou kovových desek nebo rámu tvaru U z korozivzdorného materiálu. Rozměry jsou uvedeny na obrázku 4.

Na spodním rámu jsou čepy, na horním rámu jsou otvory pro tyto čepy, aby bylo zajištěno pevné držení vzorku. Čepy také slouží jako měřicí body začátku a konce šořelé vzdálenosti. Spodní část rámu tvaru U musí být upravena pro umístění ohnivzdorných drátů o průměru 0,25 mm, jejichž rozteč je 25 mm. Tyto dráty slouží jako podložka (viz obrázek 5).

Rovina spodní strany vzorku musí být 178 mm nad základní deskou. Vzdálenost přední hrany držáku vzorku od konce komory musí být 22 mm, vzdálenost podélných stran držáku vzorku od stěn komory musí být 50 mm (jedná se o všechny vnitřní rozměry). (Viz obrázky 1 a 2.)

Rozměry v mm

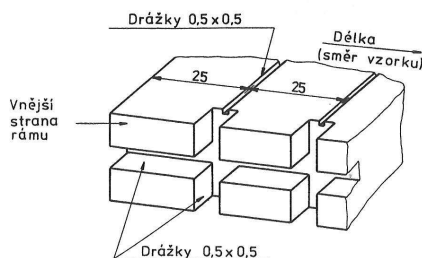


Obrázek 4 – Příklad držáku vzorku

**5.3 Plynový hořák**. Jako malý zapalovací zdroj se použije Bunsenův kahan s vnitřním průměrem 9,5 mm. Kahan je umístěn ve zkušební komoře tak, že střed trysky je 19 mm pod středem spodní hrany otevřeného konce vzorku (viz obrázek 2).

**5.4 Zkušební plyn**. Plyn přiváděný do kahanu musí mít výhřevnost přibližně 38 MJ/m<sup>3</sup> (např. zemní plyn).

Rozměry v mm



Obrázek 5 – Příklad spodní sekce U-rámu určeného pro umístění drátů k podepření vzorku

Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
Neoprávněné rozmnozování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795

**5.5 Kovový hřeben**, nejméně 110 mm dlouhý se sedmi až osmi hladkými zuby zaoblenými na 25 mm.

**5.6 Stopky**, s přesností 0,5 s.

**5.7 Digestoř**. Spalovací komora se umístí v digestoři, jejíž vnitřní objem je nejméně 20 krát, avšak ne více než 110 krát větší než objem spalovací komory, přičemž žádný jednotlivý rozměr digestoře (výška, šířka nebo délka) není 2,5 krát větší než kterýkoliv z ostatních dvou rozměrů.

Před zkouškou se změří svislá rychlost vzduchu, proudícího digestoři, ve vzdálenosti 100 mm před a za konečným místem, kde bude spalovací komora umístěna. Rychlost vzduchu musí být mezi 0,1 m/s a 0,3 m/s, aby zkoušející nebyl obtěžován zplodinami hoření. Je možné použít digestoř s přirozenou ventilací a přiměřenou rychlostí vzduchu.

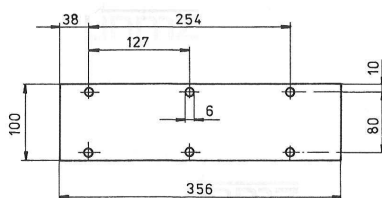
## 6 Vzorky

### 6.1 Tvar a rozměry

Tvar a rozměry vzorků jsou uvedeny v obrázku 6. Tloušťka vzorku odpovídá tloušťce zkoušeného výrobku. Tloušťka nesmí být větší než 13 mm. Pokud to odběr vzorku dovolí, musí mít vzorek konstantní průřez po celé délce.

Jestliže tvar a rozměry výrobku nedovolí odběr vzorku dané velikosti, musí být dodrženy následující minimální rozměry:

- pro vzorky mající šířku od 3 mm do 60 mm musí být délka vzorku 356 mm. V tomto případě je materiál zkoušen v šířce výrobku;
- pro vzorky mající šířku od 60 mm do 100 mm musí být délka vzorku nejméně 138 mm. V tomto případě odpovídá možná šošelá vzdálenost délce vzorku a měření začíná u prvního měřicího bodu;
- vzorky mající šířku menší než 60 mm a délku menší než 356 mm, jakož i vzorky se šířkou od 60 mm do 100 mm a délkou menší než 138 mm, nemohou být zkoušeny podle této metody.



Rozměry v mm

Obrázek 6 – Vzorek

### 6.2 Vzorkování

Ze zkoušeného materiálu se odebere nejméně pět vzorků. U materiálů majících různé rychlosti hoření v různých směrech materiálu (toto se ukáže při předběžných zkouškách) se odebere pět (nebo více) vzorků a umístí se do zkušebního zařízení tak, aby se měřila nejvyšší rychlost hoření.

Je-li materiál dodáván v ustálených šířkách, vyřzne se z celkové šířky zkušební kus o délce nejméně 500 mm. Z tohoto kusu se odeberou zkušební vzorky ve vzdálenosti nejméně 100 mm od okraje materiálu a stejně vzdálené od sebe.

Vzorky z hotových výrobků, pokud to dovolí jejich tvar, se odebírají stejným způsobem. Jestliže tloušťka výrobku je větší než 13 mm, musí být tato tloušťka zmenšena mechanickým opracováním na 13 mm na straně, která není obrácena do prostoru pro cestující.

Vrstvený (sendvičový) materiál (viz 3.2) musí být zkoušen jako by byl jednotný.

V případě vrstvených materiálů, které však nejsou složené materiály, musí být všechny vrstvy materiálu, které jsou v tloušťce 13 mm od povrchu obráceného do prostoru pro cestující, zkoušeny jednotlivě.

Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
Neoprávněné rozmnožování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795

### 6.3 Kondicionování

Vzorky musí být kondicionovány nejméně 24 h, ale ne více než 7 dní při teplotě  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  a relativní vlhkosti  $50\% \pm 5\%$  a musí být udržovány v těchto podmínkách až do doby bezprostředně před zkouškou.

## 7 Postup

7.1 Vzorky s vlasovým nebo smyčkovým povrchem se umístí na rovnou plochu a dvakrát se pročešou kovovým hřebem (viz 5.5).

7.2 Vzorek se umístí do držáku vzorku (viz 5.2) tak, že exponovaná strana bude směřovat dolů, směrem k plameni.

7.3 Plynový plamen se seřídí na výšku 38 mm pomocí značky v komoře, přičemž přívod vzduchu k hořáku (viz 5.3) je uzavřen. Před začátkem první zkoušky se plamen pro stabilizaci nechá hořet nejméně 1 min.

7.4 Držák vzorku (viz 5.2) se zasune do spalovací komory (viz 5.1) tak, aby konec vzorku byl vystaven plameni a po 15 s se přívod plynu uzavře.

7.5 Měření doby hoření začíná v okamžiku, kdy plamen dosáhne prvního měřicího bodu. Pozoruje se rychlost hoření na straně, která hoří rychleji než ta druhá (horní nebo spodní strana)

7.6 Měření doby hoření skončí, když plamen dosáhne posledního měřicího bodu nebo když plamen zhasne před dosažením posledního měřicího bodu. Jestliže plamen nedosáhne posledního měřicího bodu, změní se shořelá vzdálenost do bodu, kdy plamen zhasl. Shořelá vzdálenost je ta část vzorku, která je hořením poškozená na povrchu nebo uvnitř.

7.7 Pokud vzorek nezačne hořet nebo nepokračuje v hoření po vypnutí hořáku nebo když plamen zhasne před dosažením prvního měřicího bodu tak, že doba hoření nebyla měřena, uvede se ve zkušební zprávě, že rychlost hoření je 0 mm/min.

7.8 Při provádění řady zkoušek nebo opakovaných zkoušek je nutné zajistit, aby teplota spalovací komory a držáku vzorku před další zkouškou nebyla větší než  $30\text{ °C}$ .

## 8 Výpočet

Rychlost hoření  $B$  v milimetrech za minutu se vypočte podle vzorce

$$B = \frac{s}{t} \times 60$$

kde  $s$  je shořelá vzdálenost v milimetrech;  
 $t$  je čas potřebný pro shoření vzdálenosti  $s$  v sekundách.

## 9 Zkušební zpráva

Zkušební zpráva musí obsahovat následující údaje:

- typ, označení a barvu zkušebního vzorku;
- zda se jedná o složený nebo jednotlivý materiál;
- rozměry vzorku, včetně maximální a minimální tloušťky vzorku;
- příprava vzorku, včetně metody zmenšování tloušťky (jestliže tloušťka je větší než 13 mm) podle 6.2;
- umístění vzorku ve výrobku (podél, napříč);
- počet zkoušených vzorků;

Se souhlasem UNMZ vytisknul - CSNORMY s.r.o. - Ing. Radovan Tomasek  
Neoprávněné rozmnozování nebo rozšiřování norem je v rozporu se zákonem !

ČSN ISO 3795

- g) výsledky zkoušek:
  - shořelá vzdálenost v mm a čas hoření v s;
  - ostatní poznámky (samovolné zhasnutí apod.);
- h) všechny vypočtené jednotlivé rychlosti hoření v mm za min;
- i) speciální zkušební podmínky (použití digestoře, ventilátoru apod.);
- j) jakékoliv podmínky odlišné od podmínek specifikovaných v této normě;
- k) datum zkoušky.

*Upozornění: Změny a doplňky, jakož i zprávy o nově vydaných normách jsou uveřejňovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.*



ČSN ISO 3795

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Praha  
Rok vydání 1993, 8 stran, náklad 700 výtisků, 2137  
Vytiskl s. p. Print, provoz 51, Brno, Starobrněnská 19/21 – 5249/93  
Distribuce: Český normalizační institut, Hornoměřcholupská 40, 102 04 Praha 10  
Cenová skupina 408

**Příloha č. 2: Zkušební protokoly**

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

**ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST  
VÝROBKU – VZORKU**

**Číslo atestu:** 1/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** stuha pevná, rezná bavlna  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 0,7 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
5	1	179	254	85,1	0,0	
	2	185	254	82,4	0,0	
	3	183	254	83,3	0,0	85,1
	4	178	254	85,6	0,0	
	5	171	254	89,1	0,0	
7	1	189	254	80,6	0,0	
	2	193	254	79,0	0,0	
	3	191	254	79,8	0,0	79,8
	4	195	254	78,2	0,0	
	5	187	254	81,5	0,0	
9	1	195	254	78,2	0,0	
	2	215	254	70,9	0,0	
	3	206	254	74,0	0,0	74,6
	4	203	254	75,1	0,0	
	5	204	254	74,7	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku  
**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80



STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 2/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** stuha pevná, polyester  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 0,7 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
5	1	111	167	90,3	0,0	
	2	142	250	105,6	0,0	
	3	10	6	36,0	0,0	91,4
	4	120	254	127,0	0,0	
	5	85	139	98,1	0,0	
7	1	192	226	70,6	0,0	
	2	31	52	100,6	0,0	
	3	34	54	95,3	0,0	100,4
	4	14	31	132,9	0,0	
	5	89	152	102,5	0,0	
9	1	2	4	120,0	0,0	
	2	7	9	77,1	0,0	
	3	9	14	93,3	0,0	115,1
	4	2	6	180,0	0,0	
	5	4	7	105,0	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky převážně nevyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 3/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** stuha pevná, polyamid 6  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 0,7 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
9	1	46	109	142,2	0,0	
	2	5	13	156,0	0,0	
	3	110	254	138,5	0,0	132,1
	4	85	191	134,8	0,0	
	5	62	92	89,0	0,0	
11	1	0	0	0,0	0,0	
	2	33	34	61,8	0,0	
	3	24	43	107,5	0,0	66,3
	4	44	42	57,3	0,0	
	5	12	21	105,0	0,0	
13	1	0	0	0,0	0,0	
	2	23	31	80,9	0,0	
	3	2	9	270,0	0,0	82,6
	4	31	32	61,9	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku  
**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky převážně vyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 4/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** stuha pevná, polypropylen  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 0,7 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
3	1	146	254	104,4	0,0	
	2	133	254	114,6	120,0	
	3	106	207	117,2	0,0	112,3
	4	131	254	116,3	0,0	
	5	140	254	108,9	0,0	
5	1	175	254	87,1	0,0	
	2	130	216	99,7	0,0	
	3	150	254	101,6	0,0	96,7
	4	55	92	100,4	0,0	
	5	138	218	94,8	0,0	
7	1	200	254	76,2	0,0	
	2	184	254	82,8	0,0	
	3	167	254	91,3	0,0	85,2
	4	172	254	88,6	0,0	
	5	175	254	87,1	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku  
**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky převážně vyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 5/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** popruh, rezná bavlna  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 1,5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
10	1	35	15	25,7	0,0	
	2	65	30	27,7	0,0	
	3	91	30	19,8	0,0	29,2
	4	56	35	37,5	0,0	
	5	56	33	35,4	0,0	
12	1	31	13	25,2	0,0	
	2	207	112	32,5	0,0	
	3	34	7	12,4	0,0	27,9
	4	165	89	32,4	0,0	
	5	60	37	37,0	0,0	
14	1	244	138	33,9	0,0	
	2	198	101	30,6	0,0	
	3	181	111	36,8	0,0	33,4
	4	139	89	38,4	0,0	
	5	71	32	27,0	0,0	
16	1	221	146	39,6	0,0	
	2	434	254	35,1	0,0	
	3	223	133	35,8	0,0	35,2
	4	347	185	32,0	0,0	
	5	454	254	33,6	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

**STAP**  
akciová společnost  
technická příprava výroby  
Vilémov u Šluknova  
407 80

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti St

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 6/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** popruh, polyester  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 1,5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
7	1	6	3	30,0	0,0	
	2	89	60	40,4	0,0	
	3	48	33	41,3	0,0	40,4
	4	50	35	42,0	0,0	
	5	207	166	48,1	0,0	
9	1	40	12	18,0	0,0	
	2	67	43	38,5	0,0	
	3	5	3	36,0	0,0	29,7
	4	61	14	13,8	0,0	
	5	41	29	42,4	0,0	
11	1	73	24	19,7	0,0	
	2	10	8	48,0	0,0	
	3	71	14	11,8	0,0	33,0
	4	92	58	37,8	0,0	
	5	43	34	47,4	0,0	
12	1	56	31	33,2	0,0	
	2	57	35	36,8	0,0	
	3	8	6	45,0	0,0	37,0
	4	49	20	24,5	0,0	
	5	74	56	45,4	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti St

**STAP**  
akciová společnost  
technická příprava výroby  
Vilémov u Šluknova  
407 80



## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

Číslo atestu: 7/14  
 Zjišťované parametry: rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
 Druh výrobku: popruh, polyamid 6  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
 Údaj o spojovacím materiálu: tkaná stuha  
 Rozměry zkušební vzorku: 60 x 356 mm  
 Tloušťka zkušební vzorku: cca 1,5 mm  
 Pozice vzorku: v podélném směru – ve směru osnovy  
 Zkoušeno při: teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
 Zkušební zařízení: digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
8	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
10	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
12	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
14	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 8/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** popruh, polypropylen  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 1,5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Útek/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
5	1	56	35	37,5	0,0	
	2	228	254	66,8	0,0	
	3	111	156	84,3	0,0	67,2
	4	127	150	70,9	0,0	
	5	169	215	76,3	0,0	
7	1	111	139	75,1	0,0	
	2	213	254	71,5	0,0	
	3	229	254	66,6	0,0	72,2
	4	223	254	68,3	0,0	
	5	155	205	79,4	0,0	
8	1	140	154	66,0	0,0	
	2	256	254	59,5	0,0	
	3	247	254	61,7	0,0	63,7
	4	258	254	59,1	0,0	
	5	203	244	72,1	0,0	
9	1	246	254	62,0	0,0	
	2	204	142	41,8	0,0	
	3	155	180	69,7	0,0	59,0
	4	249	254	61,2	0,0	
	5	252	254	60,5	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti STAP

**STAP**  
akciová společnost  
technická příprava výroby  
Vilémov u Šluknova  
407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 9/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** technická šňůra, rezná bavlna  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** splétaná šňůra  
**Rozměry zkušební vzorku:** 5 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	0	0	0,0	0,0	
	2	24	23	57,5	0,0	
	3	10	6	36,0	0,0	18,7
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
3	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
4	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku  
**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80



STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 10/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** technická šňůra, polyester  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** splétaná šňůra  
**Rozměry zkušební vzorku:** 5 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	44	67	91,4	0,0	
	2	174	254	87,6	0,0	
	3	176	254	86,6	0,0	90,7
	4	156	254	97,7	0,0	
	5	169	254	90,2	0,0	
3	1	200	254	76,2	0,0	
	2	185	235	76,2	0,0	
	3	198	254	77,0	0,0	77,2
	4	199	254	76,6	0,0	
	5	190	254	80,2	0,0	
4	1	220	254	69,3	0,0	
	2	233	237	61,0	0,0	
	3	244	254	62,5	0,0	65,4
	4	223	254	68,3	0,0	
	5	232	254	65,7	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku  
**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 11/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** technická šňůra, polyamid 6  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** splétaná šňůra  
**Rozměry zkušební vzorku:** 5 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
3	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	
4	1	0	0	0,0	0,0	
	2	0	0	0,0	0,0	
	3	0	0	0,0	0,0	0,0
	4	0	0	0,0	0,0	
	5	0	0	0,0	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku  
**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky vyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 12/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** technická šňůra, polypropylen  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** splétaná šňůra  
**Rozměry zkušební vzorku:** 5 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
2	1	147	254	103,7	0,0	
	2	135	254	112,9	0,0	
	3	128	254	119,1	0,0	115,2
	4	123	254	123,9	0,0	
	5	131	254	116,3	0,0	
3	1	154	254	99,0	0,0	
	2	160	254	95,3	0,0	
	3	162	254	94,1	0,0	98,0
	4	148	254	103,0	0,0	
	5	154	254	99,0	0,0	
4	1	191	254	79,8	0,0	
	2	177	254	86,1	0,0	
	3	172	254	88,6	0,0	82,9
	4	180	254	84,7	0,0	
	5	202	254	75,4	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky převážně nevyhovují normě

**Určeno pro:** Stap, Ing. Hykš Zdeněk  
**Zkoušel:** Bc. Hajná Kateřina  
**Dne:** 8. 3. 2013

**STAP**  
 akciová společnost  
 technická příprava výroby  
 Vilémov u Šluknova  
 407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 13/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** pruženka s holými kaučukovými nitěmi, polyester  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 1,5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
9	1	143	254	106,6	0,0	
	2	140	254	108,9	17,1	
	3	166	254	91,8	0,0	103,2
	4	127	254	120,0	0,0	
	5	172	254	88,6	0,0	
11	1	114	254	133,7	0,0	
	2	166	254	91,8	0,0	
	3	174	254	87,6	8,8	98,8
	4	189	254	80,6	0,0	
	5	152	254	100,3	0,0	
13	1	125	254	121,9	0,0	
	2	165	254	92,4	0,0	
	3	124	254	122,9	22,5	110,4
	4	136	254	112,1	0,0	
	5	148	254	103,0	0,0	
15	1	132	254	115,5	60,0	
	2	163	254	93,5	0,0	
	3	154	254	99,0	0,0	97,4
	4	175	254	87,1	32,0	
	5	166	254	91,8	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky nevyhovují normě

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti

**STAP**  
akciová společnost  
technická příprava výroby  
Vilémov u Šluknova  
407 80

STAP, akciová společnost  
CZ – 407 80 Vilémov u Šluknova



Tel: 412 315 623  
Fax: 412 315 508

## ZKUŠEBNÍ LIST – ATEST VÝROBKU – VZORKU

**Číslo atestu:** 14/14  
**Zjišťované parametry:** rychlost hoření dle ČSN ISO 3795 (jdt. DIN 75 200, TL 1010)  
**Druh výrobku:** pruženka s opředenými kaučukovými nitěmi, polyester  
 vzorky s aplikací i bez aplikace prostředku snižujícího rychlost hoření  
**Údaj o spojovacím materiálu:** tkaná stuha  
**Rozměry zkušební vzorku:** 60 x 356 mm  
**Tloušťka zkušební vzorku:** cca 1,5 mm  
**Pozice vzorku:** v podélném směru – ve směru osnovy  
**Zkoušeno při:** teplotě 21°C, relativní vlhkost 65%  
**Zkušební zařízení:** digestoř  
 spalovací komora, STAP PB/1 (konstrukce dle DIN 75 200)  
 Bunsenův hořák  
 délkové měřidlo s hodnotou dílku 1 mm a odchylkou menší než 1 mm/m  
 digitální stopky

Úplet/1 cm	Vzorek č.	t [sec]	s [mm]	B [mm/min]	B NÚ [mm/min]	B [mm/min]
9	1	93	228	147,1	0,0	
	2	106	254	143,8	0,0	
	3	120	254	127,0	0,0	135,2
	4	119	254	128,1	0,0	
	5	117	254	130,3	0,0	
11	1	115	254	132,5	0,0	
	2	147	254	103,7	0,0	
	3	124	254	122,9	0,0	114,1
	4	110	215	117,3	0,0	
	5	162	254	94,1	0,0	
13	1	174	254	87,6	0,0	
	2	161	254	94,7	0,0	
	3	143	254	106,6	0,0	96,7
	4	148	254	103,0	0,0	
	5	166	254	91,8	0,0	
15	1	98	254	155,5	0,0	
	2	123	254	123,9	0,0	
	3	85	254	179,3	0,0	142,2
	4	137	254	111,2	0,0	
	5	108	254	141,1	0,0	

**Zvláštnosti pokusu:** v průběhu zkoušky byl použit speciální nosič zabraňující prověšení vzorku

**Hodnocení:** normovaná hodnota max. 100 mm/min - vzorky nevyhovují normě

Vliv materiálu a konstrukce na retardaci hoření výrobků společnosti

**STAP**  
akciová společnost  
technická příprava výroby  
Vilémov u Šluknova  
407 80