



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

Analýza možností a postupů při hašení pneumatik

Analysis of Options and Procedures for Tire Extinguishing

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí práce: npor. Ing. Martin Vondra

Bc. Lukáš Loskot

Kladno, květen 2019

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Loskot** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **434335**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Analýza možností a postupů při hašení pneumatik

Název diplomové práce anglicky:

Analysis of Options and Procedures for Tire Extinguishing

Pokyny pro vypracování:

Předmětem práce bude analýza taktického postupu při hašení pneumatik. V teoretické části práce bude popsána konstrukce, využití, skladování a recyklace pneumatik a statistika četnosti požárů. Na základě rozboru případových studií bude popsán způsob nasazení sil a prostředků včetně rizika vzniku požáru. Praktická část se zaměří na stanovení lineární rychlosti šíření požáru, aplikaci různých druhů hasiv ve vztahu k efektivitě a ekonomické náročnosti. Následně budou výsledky porovnány s alternativní metodou hašení. Výstupem práce bude návrh Metodického listu Bojového řádu jednotek požární ochrany a stanovení nejvhodnějšího taktického postupu při zdolávání tohoto typu požáru.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KRATOCHVÍL, M., KRATOCHVÍL, V., Technické prostředky požární ochrany, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009, ISBN 978-80-7385-064-7
- [2] KVARČÁK, Miloš, Požární taktika v příkladech, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998, ISBN 80-86111-08-3
- [3] ORLÍKOVÁ, Kateřina a Petr ŠTROCH, Chemie procesů hoření, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999, ISBN 80-86111-39-3

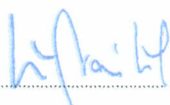
Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Martin Vondra

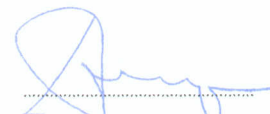
Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **13.11.2018**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2020**



prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry



prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Analýza možností a postupů při hašení pneumatik vypracoval samostatně a pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně dne 14.05.2019

.....
podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce npor. Ing. Martinu Vondrovi za trpělivost a konstruktivní rady při vypracovávání diplomové práce. Dále i jako mému přímému nadřízenému za to, že mi bylo umožněno vysokoškolské studium a podporu během něj.

Mé poděkování patří i mé manželce, synovi a celé rodině, která mi byla oporou a podporovala mě i ve chvílích, kdy vše nevycházelo dle mých představ, a přesto jsem teď u konce studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá rozbohem taktických postupů při zdolávání požárů pneumatik. V první části práce je popsána konstrukce, složení, recyklace a další využití pneumatik po uplynutí její životnosti. Dále jsou zde uvedeny požárně technické charakteristiky a produkty, které vznikají při hoření pneumatik. Druhá část práce obsahuje popis technických prostředků požární ochrany a hasiv, které jsou využívány jednotkami PO v České republice ke zdolání požárů. Třetí část je zaměřena na rozbor případových studií vybraných požárů pneumatik velkého rozsahu v rámci České republiky. Díky praktickým poznatkům byl zvolen postup při experimentu. V kapitole výsledků byla zpracována statistika zásahů za posledních pět let ve Středočeském kraji, která znázorňuje četnost požárů pneumatik včetně rozsahu. V oblasti metodiky jsou popsány způsoby získání potřebných dat, informací a návrh reálného praktického experimentu. Praktický experiment byl zaměřen na aplikaci různých druhů hasebních látek za jednotky času a spotřebovaný objem. Při experimentu byla ověřena lineární rychlost šíření požáru pneumatik. V závěru diplomové práce jsou shrnuty výsledky a taktické postupy, které jsou vyhodnoceny jako nejvhodnější ke zdolání požárů pneumatik. Na základě všech zjištěných dat a poznatků je zde vypracovaný návrh metodického listu Bojového řádu jednotek požární ochrany. Výsledky práce jsou zároveň uplatnitelné při odborné přípravě, vypracování dokumentace zdolávání požáru či nákupu pěnidel a kontejnerů na hašení HZS krajů.

Klíčová slova

Pneumatiky, požár, hasivo, taktika, experiment.

Abstract

This diploma thesis analyze tactical procedures of tires conflagration. First part describes construction, structure, recycle process and other possible out of date tires usage. At the same time, it defines flame characteristics and products formed during tire burning. Second part of the thesis describes technical means of fire protection and extinguishing agents used by firefighter rescue corps in the Czech Republic. Third part gives examples and analysis of large tire conflagrations within the Czech Republic borders. For practical results I used an experiment. The outcome chapter comprises statistic of tire conflagrations in Central Bohemian region for past 5 years. It also describes methods of data collection and suggestion of an experiment. Mentioned test was focused on implementation of various extinguishing agents and their amount and usage in time; it was also used to verify the tire flammability speed. All outcomes and most effective tactical procedures are summarized in the end of this diploma thesis. Based on all collected data I present suggested Fire protection and fire-fighting procedure sheet. Results of my diploma thesis can be also used in the field of theoretical preparation, formulation of documents needed for fire extinguishing, or can be followed for extinguishing agents supply needs.

Keywords

Tires, fire, fire extinguisher, tactic, an experiment (test)

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Současný stav.....	11
2.1	Základní pojmy a definice	11
2.2	Pneumatika	12
2.2.1	Materiály pro výrobu pneumatiky.....	13
2.2.2	Konstrukce pneumatiky	14
2.3	Nakládání s použitou pneumatikou	15
2.3.1	Zpětný odběr pneumatik v ČR.....	15
2.3.2	Recyklace použitých pneumatik	16
2.3.3	Skladování a skládkování pneumatik.....	18
2.4	Hoření pneumatik	19
2.4.1	Látky, které se u požáru vyskytují nejčastěji	21
2.5	Hašení požáru	22
2.5.1	Hašení vodou.....	25
2.5.2	Hašení pěnou.....	26
2.6	Požáry pneumatik a jejich likvidace mimo území ČR	32
2.7	Požár pneumatik s využitím alternativní metody hašení v Boru u Skutče	33
3	Cíl práce a hypotézy	35
4	Metodika	36
4.1	Návrh praktického experimentu	36
4.2	Realizace praktického experimentu.....	39
5	Výsledky	42
5.1	Statistika událostí.....	42
5.2	Výsledek případové studie požárů ze statistiky.....	43
5.2.1	Požár skládky ojetých pneumatik Rynholec	43
5.2.2	Požár skládky pneumatik Kladno.....	45
5.2.3	Požár haly na zpracování pneumatik Ostředek	47
5.2.4	Požár skládky pneumatik, Vrdy-Koudelov	51
5.3	Praktický experiment.....	54
5.4	Multikriteriální analýza	59
5.5	Návrh kontejneru pro alternativní metodu hašení	60
5.6	Návrh metodického listu Bojového řádu jednotek požární ochrany	62
6	Diskuze	65
7	Závěr	77

8	Seznam použitých zkratek	78
9	Seznam použité literatury	79
10	Seznam použitých obrázků	83
11	Seznamu použitých tabulek.....	84
12	Seznam Příloh	85

1 Úvod

Každý z motoristů si někdy kladl otázku, jak naložit s opotřebovanými pneumatikami, aby se za jejich odběr nemuselo platit. Odložení na skládku komunálního odpadu totiž není možné, jediná výjimka je pouze při stavbě skládky, a to nejčastěji na zajištění izolačních fólií. V roce 2015 vešla v platnost novela zákona o odpadech, kde byl upraven postup při jejich zpětném odběru. Každý prodejce musí použitou pneumatiku zpětně bezplatně odebrat. Náklady s tím spojené jsou obsažené v ceně nových pneumatik při prodeji. Tento postup je v případě prodeje přes internetové obchody velmi složitě realizovatelný a zpětný odběr je prováděn sporadicky. Díky tomu vznikla odběrná místa, kde se opotřebované pneumatiky bezplatně odebírají nezávisle na místě prodeje.

Jak je možné, že se na mnoha místech v ČR vyskytují tzv. „černé skládky“ těchto pneumatik nebo jsou poházeny v přírodě? V současné době je zpětný odběr na velmi dobré úrovni, ale dříve tomu tak nebylo. Z tohoto důvodu docházelo k odhazování pneumatik, kde se dalo. V dobách, kdy nebyl zpětný odběr na takové úrovni jako je dnes, se nahromadilo mnoho skládek. Dokonce i na konci 20. století se velmi dobře obchodovalo s opotřebovanými pneumatikami v Německu. V Německu zaplatili za likvidaci pneumatik a ty byly následně odvezeny do ČR, kde měly být dále využity k recyklaci. To se ovšem málokdy skutečně stalo a pneumatiky zde zůstaly na černých skládkách, které jsou v dnešní době velkým problémem, zejména pro životní prostředí. Tyto skládky se nachází například nedaleko obce Rynholec v areálu bývalého dolu ČS Armády nebo v areálu bývalé POLDI Kladno ve Středočeském kraji.

Požáry černých skládek nejsou moc časté, jedná se o několik případů ročně v celé ČR, nicméně ohrožení životního prostředí není zanedbatelné. Mnohdy se jedná o úmyslné a nedbalostní zapálení těchto skládek nebo nedodržení bezpečnostních předpisů při jejich recyklaci nebo likvidaci. Při hoření pneumatiky dochází k uvolňování jedovatých zplodin hoření, především oxidů síry, proto je hasební zásah náročný z pohledu nasazení dýchací techniky jednotkami požární ochrany. Ve většině případů se jedná o požár většího rozsahu, několik set nebo tisíce metrů čtverečních. Pro tento případ je nutné nasazení velkého počtu sil a prostředků.

Vzhledem k palčivosti tohoto problému bylo vybráno téma k analýze nejvhodnějšího způsobu hašení pneumatik a vybrání postupů, které by mohly pomoci zasahujícím jednotkám při likvidaci těchto typů požárů. V první části práce bude popsána konstrukce pneumatiky

a způsoby, jak s ní zacházet po ukončení jejího využívání. V další části budou rozebrány případové studie z praktických požárů a zvláštní případy hašení. Vlastním experimentem bude porovnání několika způsobů hašení za využití různých hasiv v porovnání s reálnými požáry. Každý z požárů je specifický místem umístění skládky i množstvím pneumatik.

V případě, že se jedná o požár skládky, kde jsou pneumatiky uskladněny ve vyšších vrstvách, dochází k potřebám využití alternativních způsobů hašení a těžké techniky, která je nutná k rozebírání hromad a dohašování skrytých ohnisek požáru.

2 Současný stav

V následujících bodech budou popsány základní pojmy a definice, dále bude popsána funkce a složení pneumatiky. Možnosti způsobů její obnovy a skladování po výrobě. Další část bude věnována konci životnosti pneumatiky, bude zjištěn způsob zpětného odběru, recyklace a likvidace. Dále bude práce zaměřena na rozbor případových studií při hašení požárů, aplikaci hasebních látek a prostředky využívané k likvidaci požáru jednotkami požární ochrany.

2.1 Základní pojmy a definice

Hasičský záchranný sbor ČR – jednotka požární ochrany (dále jen JPO) sestavená z profesionálních hasičů [1].

Sbor dobrovolných hasičů – JPO sestavená ze zaměstnanců podniku nebo členů organizace dobrovolných hasičů (dále jen SDH) [1].

Lokalizace požáru – stav na místě požáru, kdy nehrozí šíření požáru a zúčastněné JPO jsou schopny požár likvidovat [1].

Likvidace požáru – stav na místě požáru, kdy hoření ustalo a nehrozí jeho další pokračování [1].

Odstupová vzdálenost – je vzdálenost mezi prostorem hoření a okolními objekty, která zabezpečí pokles tepelného záření na hodnoty, které nezpůsobí zapálení látek, ani další ohrožení hasičů a požární techniky [1].

Pěna – hasební látka vytvořená napěněním pomocí vzduchu nebo inertního plynu z roztoku vody a pěnidla [1].

Pěnidlo – látka, která po přimísení do vody vytvoří roztok, ze kterého se vytváří pěna [1].

Plocha hašení – část plochy požáru, na kterou je při požárním zásahu dopravovaná hasební látka [1].

Plocha hoření – povrch hořlavých látek, na kterém probíhá hoření [1].

Plocha požáru – půdorysný průmět plochy hoření [1].

Prostor hašení – část prostoru hoření, do kterého se dodává hasební látka [1].

Prostor hoření – ohraničený prostor, ve kterém probíhá hoření [1].

Rychlost šíření požáru – rychlost pohybu plamene v prostoru, kde probíhá požár [1].

Síly a prostředky – parametry, které charakterizují JPO z hlediska počtu hasičů, vybavení technickými prostředky a hasebními látkami (dále jen SaP) [1].

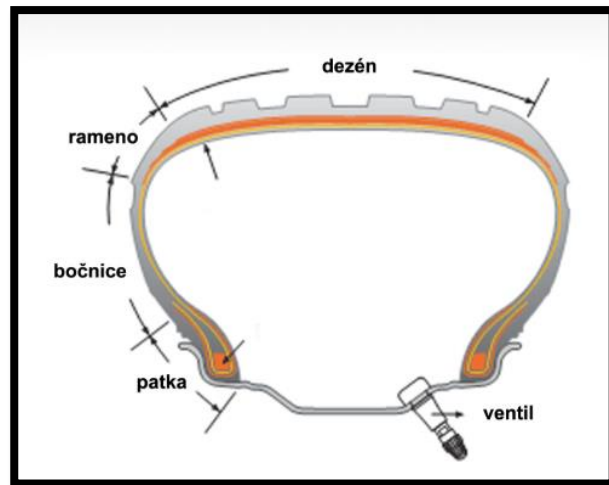
Technické prostředky – prostředky, které slouží JPO k zabezpečení požárního zásahu [1].

Teplota vzplanutí – veličina charakterizující hořlavou kapalinu a je určována přesně definovaným experimentem. Jedná se o nejnižší teplotu kapaliny, kdy při přiblížení plamene její páry ve směsi se vzduchem vzplanou a ihned zhasnou. čím nižší teplota vzplanutí, tím je látka nebezpečnější [1].

Teplota vznícení – je teplota povrchu, při které se pára či plyn ve směsi se vzduchem vznítí při přesně definovaném experimentu [1]. Teploty vznícení lze docílit bez iniciace plamene přímo na látku nebo její páry. Jde o teplotu, na jakou se látka zahřívá a dojde ke vznícení.

2.2 Pneumatika

Pneumatikou rozumíme uzavřený prstenec. Plášť s ochranou vložkou nebo bezdušovým ventilem, namontovaným na ráfek a naplněný stlačeným vzduchem. Ochranná vložka se používá pouze u některých typů ráfků. U bezdušových pneumatik přebírá funkci duše vlastní plášť, který je opatřený bezdušovým ventilem umístěným v ráfku. Plášť je vnější část pneumatiky, která zajišťuje styk s vozovkou a dosedá svou patkovou částí na ráfek. V praxi se častěji využívá pojem pneumatika. Pneumatika má zcela mimořádný význam pro jízdní vlastnosti a bezpečnost prakticky každého silničního vozidla. Odborníci hodnotí pneumatiky a brzdy nejvýznamnějšími konstrukčními prvky, pokud jde o komplex aspektů spojených s jízdní bezpečností. Z těchto dvou prvků jsou pneumatiky zřejmě důležitější, neboť výsledný účinek brzd je na nich bezprostředně závislý [2].



Obrázek 1 - Složení bezdušové pneumatiky [2]

2.2.1 Materiály pro výrobu pneumatiky

Složení pneumatiky tvoří hlavní tři komponenty, kterými jsou:

- 1) pryž s podílem 80-85 %,
- 2) vyztužovací vlákna s podílem 12–16 %,
- 3) ocelový drát či umělohmotná síť s podílem 2-3 %.

Soudobá pneumatika je vyztužený pryžový kompozit vyrobený z polymerů (39 %), černých sazí (27 %), olejů (11 %), různých chemikálií (10 %), patkových lan (3 %) a textilií [2].

Základními surovinami pro výrobu pneumatik jsou:

- elastomery (kaučuky),
- přísady do kaučukové směsi,
- kordy z přírodních a chemických vláken (bavlna, viskóza, polyamid, polyester),
- kordy z ocelových vláken,
- ocelový drát (patní lano).

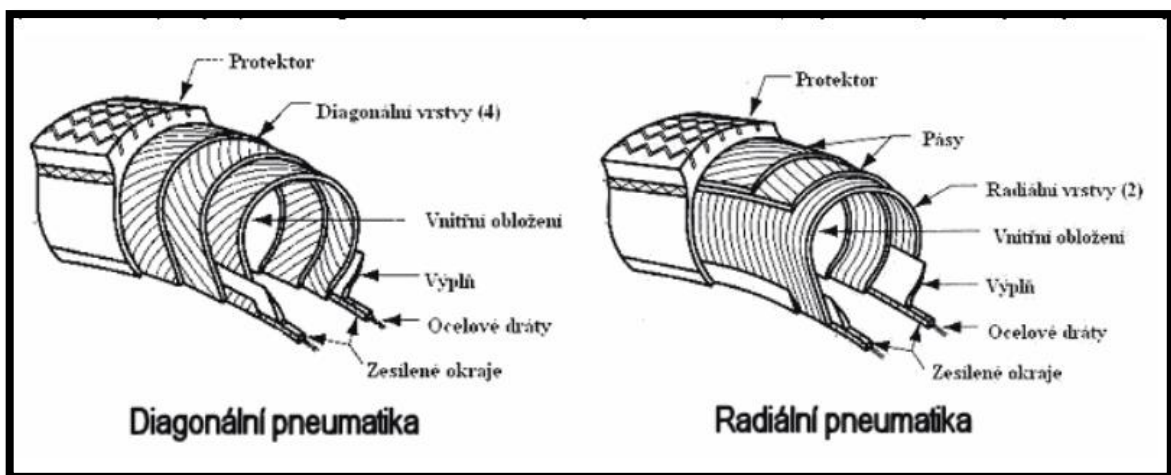
Kaučuk tvoří hlavní složku kaučukové směsi a dělí se na kaučuk přírodní a syntetický. Přírodní kaučuk se přirozeným způsobem získává tzv. čepováním (naříznutím kůry) z kaučukodárných stromů a keřů rostoucích v tropickém pásmu. Vytéká z naříznutého místa v podobě bílé tekutiny – latexu. Známými typy syntetického kaučuku jsou butadienstyrenový kaučuk (kralex), cis-1,4-polybutadien, cis-1,4-polyisopren, ethylenpropylenový terpolymer EPDM. Syntetické kaučuky mají některé vlastnosti, kterými převyšují při výrobě přírodní kaučuky.

Je to zejména odolnost vysoké a nízké teplotě, ale i menší citlivost na působení olejů. Přírodní kaučuk je při nízké teplotě tvrdý a křehký a při vysoké teplotě zase měkký a mazlavý. Díky vulkanizaci kaučuků lze získávat pryž. Při vulkanizaci se do kaučuku přidávají vulkanizační činidla, aktivátory, plniva, ztužovadla, změkčovadla, antioxidanty, antiozonanty. Vzhledem k požadovaným vlastnostem následného produktu je nutné přesné dávkování jednotlivých přísad [2].

Vulkanizace je chemická reakce kaučukové makromolekuly se sírou, při níž se plastická kaučuková směs mění v elastickou pryž. Vulkanizace probíhá při lisování pláště pneumatiky ve formě. Dříve trval proces vulkanizace několik hodin, dnes při použití urychlovačů je to několik minut při pokojové teplotě. Příměs sazí, silně ovlivňuje vlastnosti pryže, saze se dobře vážou s kaučukovými molekulami [2].

2.2.2 Konstrukce pneumatiky

Plášť pneumatiky je tvořen patkami s lanky z ocelových drátů nebo plastů (kevlar), kostrou z kordových vložek, nárazníkem, vlastním pryžovým obalem a běhounem. Hlavní vliv na deformační vlastnosti pneumatiky má počet a orientace kordových vložek. Podle toho dělíme pneumatiky na diagonální, radiální a smíšeného typu [4].



Obrázek 2 - Vrstvy pneumatiky [4]

2.3 Nakládání s použitou pneumatikou

Pneumatiky, které nelze renovovat je nutné zpětně odebrat, popřípadě znovu využít. Je mnoho způsobů, ke kterým je lze dále využívat. Jedná se například o bariéry pro závodní motokáry, pro výrobu překážek na závodišti a ve stavebnictví. Pneumatiky představují odpad, který by se neměl skládkovat, ale dále využívat. Od ledna 2018 je v České republice zaveden tzv. zpětný odběr použitých pneumatik. Každý prodejce má povinnost provést zpětný odběr použitých pneumatik od zákazníka a zajistit jejich likvidaci nebo recyklaci. Problém ale nastává u zpětného odběru v případě internetového prodeje. V případě pořízení pneumatiky v pneuservis je přenesena povinnost zpětného odběru na koncového prodejce. V případě internetového prodeje a dovozu nových pneumatik přepravní službou již není možná realizace zpětného odběru nebo alespoň tuto variantu málokdo využije, protože o této možnosti neví. Některé sběrné dvory proto vůbec pneumatiky neodebírají a začínají se tvořit tzv. černé skládky pneumatik [6].

Mnohem účinnější je pneumatiky recyklovat nebo likvidovat. Jsou velmi dobrou druhotnou surovinou a některé jejich vlastnosti jsou vynikající. Likvidace pneumatiky je samozřejmě ekologičtější než její uložení na hromadách bez dalšího využití. Biologický rozklad pneumatiky je nemyslitelné řešení ve vztahu k životnímu prostředí. Pneumatika disponuje velmi dobrou výhřevností v případě jejího spalování, dokonce i při jejím spalování dochází k uvolňování látek, které se dají využít například při výrobě v cementu.

2.3.1 Zpětný odběr pneumatik v ČR

Nezisková společnost s ručením omezeným ELT Management Company Czech Republic v roce 2016 na základě získaného oprávnění od Ministerstva životního prostředí ČR provozuje kolektivní systém, umožňující firmám plnění povinností zpětného odběru pneumatik v celé ČR. Eltma byla založena společnostmi výrobců pneumatik: Bridgestone Europe (NV/SA), Continental Barum s.r.o., Goodyear Dunlop Tyres Czech s.r.o., Michelin Hungária Kft., Nokian Tyres s.r.o. a Pirelli Tyre (Suisse) S.A. Společnost ELTMA a její systém za rok 2017 dokázali odebrat zpět 41 000 tun pneumatik. Toto množství odpovídá 80 % zpětného odběru pneumatik [7].

2.3.2 Recyklace použitých pneumatik

Na počátku je nutné vyjmout z pneumatik ocelové části pomocí magnetických separátorů. Následně dojde k rozdrčení a mletí pryže na granulát různé velikosti, který je zbaven kovových a textilních částí a následně tříděn podle velikosti. V této fázi je připraven k dalšímu zpracování. Další velmi dobrý způsob je kryogenní drcení, kdy dojde ke zmrazení pneumatiky na teploty okolo $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ a následně k drcení. Na 1 kg pryže se spotřebuje 0,6 kg dusíku.

Využití granulátu

Granulát, který má široké spektrum využití, především v automobilovém průmyslu. Část je použita znovu pro výrobu pneumatik, nárazníků, těsnění, brzd, tlumičů a interiérových koberečků. Jeho využití je ale v mnoha odvětvích průmyslu, například výroba kanalizačních vpustí, kolejnic, mostních dílů, výztuže železničních přejezdů apod. [8].

Jemná gumová frakce nachází využití jako filtrační médium při biofiltraci prachových organických látek z ovzduší. Použití je možné v zemědělství jako mulčovací materiál, vzhledem k tomu, že s ničím nereaguje. Granulát není prašný, proto jeho využití je možné jako posyp pro jezdecké areály i do výběhu pro zvířata. Jako přísada se využívá ve stavebnictví do asfaltových nebo betonových povrchů. Vzhledem ke své pružnosti se z recyklovaného granulátu vytváří například povrchy dětských a sportovních hřišť.



Obrázek 3 - Gumový povrch z recyklátu

Dostupné z: <http://styl2000.cz/vyrobky-z-gumoveho-recyklatu/> dne 2.2.2019

Energetické využití

V současné době, kdy jsou všechny energie velmi cennou komoditou, je využití pneumatik pro získání energie jejich spalováním pochopitelným krokem. Více než polovina pneumatik se stává alternativním palivem. Teploty, které jsou nutné pro dokonalé spálení pneumatik se pohybují mezi 300 až 700 °C. Teplota potřebná k zapálení pneumatiky je okolo 330 °C a pro dokonalé vyhoření teploty okolo 700 °C. Využití nachází v cementárnách, ale i ve spalovnách a teplárnách. Výhřevnost pneumatik je okolo 26 MJ·kg⁻², což je více než například u uhlí. Dokonce i produkce CO₂ je na stejné nebo nižší úrovni než u uhlí. V cementárně nacházejí uplatnění i kovové části pneumatik, které se stávají součástí vyráběného cementu [8].

Pyrolýza pneumatik

Tato metoda byla vyvinutá Britskou firmou Waste Gas Technology. Je jednou z možností využití použitých pneumatik, kdy dochází k tepelnému rozkladu při teplotách přesahující 500 °C bez přístupu kyslíku. Pyrolýze předchází rozdrcení pneumatik a zbavení všech nečistot pomocí vody s následným vysušením. Celý děj probíhá při teplotách mezi 250 – 1100 °C. Drť se vloží do reaktoru, kde dochází k rozkladu na plynný podíl a pevný zbytek (kovy, saze). Plynný produkt se odvádí do chladiče, nezkondenzovaná část je využívána jako zdroj energie pro reaktor nebo pro sušení a pevná část je separována a využívána dle možností.

Dříve byla tato činnost provozována ve Škodě Klatovy, kde ze 70 tun pneumatik za den vznikalo cca 200 m³ plynu, okolo 20 tun sazí, 10 tun ocelového šrotu a 30 m³ kapalných uhlovodíků, ze kterých lze získat druhotné suroviny např. toluen, xylen, benzen [8].

Ozonizace a oxidace pneumatik

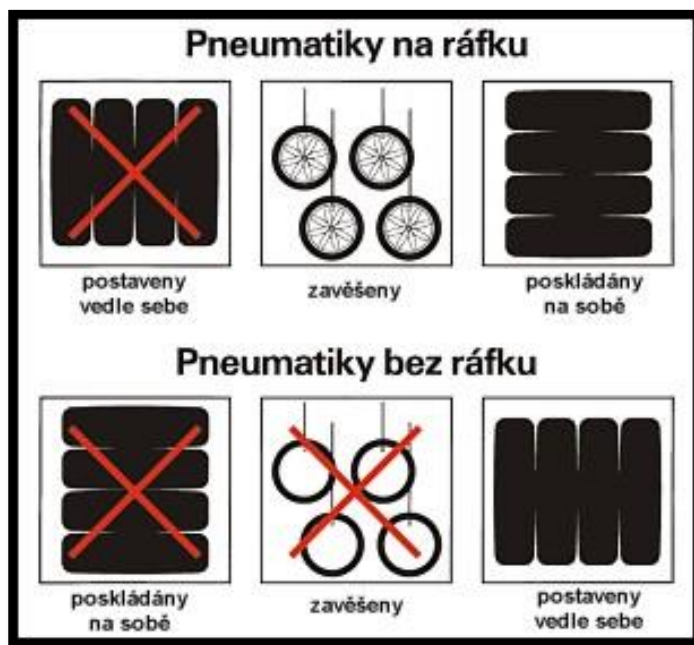
Ozonizace je technologie využívající oxidačního působení na pneumatiky a mění je na pryžový granulát bez porušení ocelové kostry. Z 1 tuny lze získat 500 kg pryžových granulí. Regenerace je málo využívaná metoda. Při tlaku 0,7 MPa a teplotě okolo 300 °C vznikne na pár hodin vulkanizovaná pryž horší kvality, než je surový kaučuk. Oxidační rozklad pneumatik je prováděn v autoklávu, dochází k chemickému rozkladu vazeb a řetězců v pneumatice. Čistý kvalitní granulát je zbaven textilní části. Velmi často bývá používán při protektorování [8].

2.3.3 Skladování a skládkování pneumatik

Skladování lze rozdělit na několik způsobů. Skladování po výrobě ve velkokapacitních skladovacích halách u výrobce, následně ve skladech prodejců či pneuservisů. Poslední možnost skladování je ve sběrných dvorech, popřípadě u firem, které zajišťují ekologickou likvidaci, kde musí být dodrženy bezpečnostní podmínky. Nedodržení norem pro jakýkoli způsob skladování zvyšuje možnost vzniku požáru a jeho nekontrolovatelné šíření.

Skladování pneumatik

Podmínky uskladnění pneumatik jsou důležitou podmínkou, pro jejich životnost a dobrou funkčnost. Pneumatiky lze skladovat samostatně nebo na diskách. Pokud jsou pneumatiky nazuty na ráfku, neměli by být postaveny vedle sebe na zemi, mohou být zavěšeny nebo poskládány na sobě. Bez ráfku je postup skladování pneumatik obrácený, nesmí být zavěšeny ani poskládány na sobě, protože ráfek nedrží jejich tvar a mohlo by docházet k deformacím, tím k ovlivnění životnosti pneumatiky a následně negativním jízdním vlastnostem vozidla [9].



Obrázek 4 - Postavení pneumatik při skladování

Dostupné z: <http://www.bestdrive.cz/poradime-vam/technicky-radce/skladovani-pneumatik.html> dostupné 2.2.2019

Skládkování opotřebovaných pneumatik

Pneumatiky skládkovat nelze jako například komunální odpad, lze je využít pro účely rekultivace skládky. V případě rekultivace jsou pneumatiky používány jako vrstva na povrchu krycí fólie ve skládce komunálního odpadu. Problém nastává v případě, že se opotřebované pneumatiky nevyužijí a vznikne z nich nelegální černá skládka. V případě, že se opotřebovaná pneumatika stává odpadem, nakládá se s ní následně v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech [10].

Opotřebované pneumatiky lze na skládky přijímat pouze za určitých podmínek. Skládka musí disponovat tzv. deponiemi (sklady) nebo mezisklady. V provozním řádu skládky jsou vedeny včetně umístění a jejich kapacity. V případě, že se pneumatiky přijmou a zaevidují identifikačním číslem zařízení skládky a skládkové zařízení neobsahuje další skladovací prostory, mimo hlavního tělesa skládky, pak takový postup není v souladu s platnou legislativou [11].

Deponie jsou určeny nejen jako mezisklady pro materiály, které je nutno přetřídit a případně předat k jiné ekologické likvidaci. Při výstavbě nové etapy skládky nebo k její rekultivaci nedochází k ukládání do tělesa skládky, proto se nejedná o skládkování v pravém slova smyslu. Využití při výstavbě nebo rekultivaci skládky je možné. Ve vyhlášce č. 294/2005 sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, je přesně definovaný seznam odpadů, které je zakázáno ukládat na skládky. Opotřebované pneumatiky se nachází ve výjimce, vzhledem k tomu, že se jedná o odpad vznikající z výrobku podléhajícího povinnosti zpětného odběru. Z důvodu jejich využití pro výstavbu, rekultivaci a uzavírání skládek. Při přijetí pneumatik je nutné je správně zaevidovat. Pneumatika je potom považována jako vstupní materiál a ne odpad [12].

2.4 Hoření pneumatik

Při hoření jakýchkoli látek včetně pneumatik dochází ke vzniku sálavého tepla, světla a zplodin hoření, které obsahují plynnou a pevnou formu. Plynná část obsahuje toxické zplodiny hoření a pevná část je většinou ve formě sazí, někdy může vznikat i kapalný odpad (dehet). K hoření pneumatik nejčastěji dochází při jejich spalování ve spalovnách, nebo v případě požáru.

Požár

Dle zákona o požární ochraně požárem rozumíme „Každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení či zranění osob nebo zvířat, anebo ke škodám na materiálních hodnotách. Za požár se považuje i nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy“ [13].

Zjednodušeně řečeno, požár je nekontrolované hoření v předem neohrazeném prostoru, vznikající přímým zapálením nebo rozšířením ohně. Během požáru dochází k hoření, jehož podstatou je chemická reakce. Lze jej dosáhnout, pokud jsou přítomny tři nejdůležitější složky, kterými jsou: hořlavá látka, oxidační prostředek (O₂) a tepelný zdroj. Tyto složky se souhrnně nazývají hořlavý soubor. Pokud dojde k odebrání jedné složky, dojde k přerušení hoření [13].

Látky vznikající při hoření pneumatik

Požár je složitá chemická reakce, která výrazně mění chemickou podstatu hořících látek. Vzhledem ke složení pneumatiky lze očekávat, že při hoření látek v ní obsažených budou vznikat toxické, zdraví škodlivé zplodiny hoření. Při hoření pryže vzniká hustý černý dým, který znesnadňuje zásah JPO. Dým obsahuje velké množství oxidu uhelnatého a oxidu siřičitého. Nebezpečí vzniká i při odkapávání pryže, kdy mohou vznikat popáleniny. Hustý dým obsahující mastné saze vytváří další sekundární škody na okolí a životním prostředí. Látky, které hoří, jsou butadienový nebo butadien-styrenový kaučuk, síra, thianoly, oxid olovnatý, hořečnatý a vápenatý. Nejvíce nebezpečné jsou zplodiny síry, butadienu a styrenu [14].

Mnohem častěji jsou při požárech oběti na životech způsobené otravou než samotným působením vysokých teplot. Otrava je děj, při kterém určitá látka vniká do organismu a mění základní funkce buněk. Rozeznáváme dva druhy otrav:

- Akutní – působení toxické látky vyvolá okamžitou reakci organismu. Většinou se jedná o vyšší dávky toxické látky jednorázově.
- Chronická – dlouhodobé působení malých dávek toxických látek. Onemocnění se projevuje po delší době od intoxikace.

Účinek látky závisí na velikosti dávky, délky působení na organismus a zdravotním stavu organismu [15].

2.4.1 Látky, které se u požáru vyskytují nejčastěji

Oxid uhličitý (CO₂) - vzniká dokonalým spalováním látek obsahujících uhlík. Bezbarvý plyn je slabě kyselého zápachu, těžší než vzduch. Jeho výskyt je možný nejen při požárech, ale v níže položených místech jako jsou studny, jeskyně a odpadní jámy. Při vstupu do takových prostor je nutné využít ochranné prostředky. Není jedovatý, ale nedýchatelný a dobře rozpustný ve vodě. Používá se jako hasební látka, v případě použití v uzavřeném prostoru je nutné využít ochranné prostředky (izolační dýchací přístroj). První pomoc při zasažení spočívá ve vynesení postiženého na čerstvý vzduch a podání kyslíkové terapie [16].

Oxid uhelnatý (CO) - vzniká při nedokonalém spalování uhlíku. Bezbarvý plyn, bez zápachu, prudce jedovatý, hořlavý a lehčí než vzduch. Ve směsi se vzduchem tvoří výbušnou směs. Při požáru se vyskytuje blíže stropu, proto se doporučuje opustit prostor v hořícím objektu při zemi. Hlavní nebezpečí tkví v bloádě krevního barviva a tvorbě karboxyhemoglobinu, který způsobuje udušení. Váže se na krevní barvivo 200 krát rychleji než kyslík. První pomoc při zasažení spočívá ve vynesení postiženého na čerstvý vzduch a podání kyslíkové terapie [15].

Oxid siřičitý (SO₂) - bezbarvý plyn se štiplavým zápachem vzniká při hoření síry a jejich sloučenin (fosilní paliva, vlna, vlasy, vulkanizovaný kaučuk) [14]. Není hořlavý, ani hoření nepodporuje a je těžší než vzduch. V současné době zaujímá vedoucí místo v množství škodlivin, které se dostávají do životního prostředí. Je to z důvodu jeho obsahu v uhlí a ropě, jeho nedostatečném zachycování při spalování. Působí škodlivě na rostliny, kdy dochází k odumírání listů. Pro živé organismy má především dráždivé účinky, především kvůli jeho dobré rozpustnosti ve vodě a dráždí na vlhkých sliznicích, především v horních cestách dýchacích. Dráždí nejen uvnitř organismu, ale i na kůži a účinek se může zvyšovat pocením. Při styku s vodou tvoří kyselinu siřičitou, která má silné korozivní účinky na kovové konstrukce. Životní prostředí ovlivňuje formou „kyselých dešťů“ [15].

Kyanovodík (HCN) - vzniká při tepelném rozkladu sloučenin obsahujících dusík (vlna, bavlna, polyamid) a prostupuje kůží. Bezbarvý, páchne po hořkých mandlích, hořlavý a prudce jedovatý. Jeho největší nebezpečí plyne z bloády dýchání, které způsobuje edém plic s časovou latencí [14].

Oxid dusnatý (NO) - produkt slučování kyslíku s dusíkem při vysoké teplotě. Bezbarvý plyn, který při styku se vzduchem snadno oxiduje na hnědé dýmy oxidu dusičitého (NO₂). Účinky obou látek se popisují jako společné a označují se NO_x - nitrozních plynů. Oxid dusnatý přímo působí na centrální nervový systém a projevuje se slabostí, závratěmi, ospalostí a bolestmi hlavy. Oxid dusnatý je až 5x méně jedovatý než oxid dusičitý [15]

2.5 Hašení požáru

Zahájení hasebního zásahu jednotek PO je závislé na několika časových faktorech. Doba od vzniku požáru do aplikace hasebních látek na plochu požáru se skládá z:

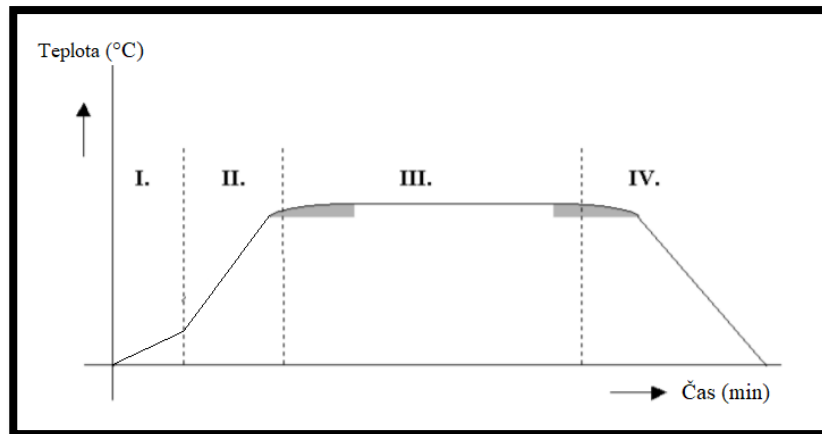
- a) doby zpozorování požáru,
- b) doby ohlášení požáru jednotce PO,
- c) doby dostavení se jednotky PO k požáru,
- d) doby bojového rozvinutí první jednotky PO u požáru.

Nejdůležitějším je čas zpozorování požáru. Dobu od iniciace požáru do doby zpozorování může ovlivnit průběh celého zásahu. Po ohlášení požáru na příslušnou tísňovou linku, dojde k vyhlášení poplachu JPO. Doba výjezdu se určuje podle kategorie JPO. Po výjezdu navazuje do jízdy na místo zásahu. Součet těchto několika časových úseků dohromady udává čas volného rozvoje požáru. Tento údaj je rozhodující pro následné zdolávání požáru. V závislosti na čase se bude odvozovat i následný čas k lokalizaci a likvidaci požáru.

Časová osa a fáze požáru

Nejmenší škody a nejrychlejší zdolání požáru je v I. fázi požáru, která trvá do 10 minut. Od iniciace do 10. minuty je zároveň lineární rychlost šíření požáru poloviční [17].

- I. Fáze požáru – vznik požáru až do počátku intenzivního hoření, nejčastěji se udává časový úsek mezi 3 až 10 minut.
- II. Fáze požáru – požár dosáhl určité intenzity a končí okamžikem, kdy hoří všechny hořlavé materiály.
- III. Fáze požáru – hoří všechny hořlavé materiály, požár se již nemá kam šířit a dochází ke snižování intenzity požáru.
- IV. Fáze požáru – od počátku snižování intenzity požáru do úplného vyhasnutí požáru.



Obrázek 5 - Fáze požáru [zdroj autor]

Úspěšnost likvidace požárů vyplývá z nasazení dostatečného množství SaP JPO. Vždy konkrétní potřeba sil a prostředků závisí na podmínkách požáru, zvolené taktice a množství dodávané hasební látky. Potřeba sil a prostředků je úměrná dodávce hasební látky a ploše hašení. Intenzita dodávky hasební látky vyjadřuje množství hasební látky za jednotku času, které je nutné dodat na jednotku plochy požáru, pro zajištění úspěšného přerušení hoření [1].

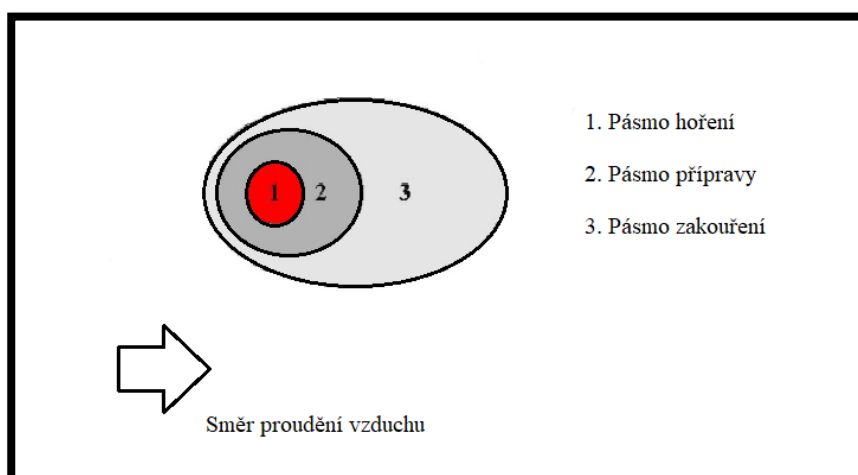
Třídy požáru:

- A – požáry pevných látek organického původu, při jejichž hoření dochází ke žhnutí, např. dřevo, papír, sláma, uhlí, guma, textil apod.
- B – požáry kapalin nebo látek, které do kapalného stavu přechází, např. benzín, olej, barvy, alkohol, vosk.
- C – požáry plynů, např. propan, metan, vodík, zemní plyn, svítiplyn, acetylen.
- D – požáry kovů (alkalických, práškových) např. hořčík, hliník, zinek, draslík, sodík, lithium.
- F – požáry jedlých olejů a tuků (rostlinné nebo živočišné).

Požáry pneumatik jsou ve většině případů požáry na otevřené ploše, především pokud se jedná o černé skládky. Pro požáry na otevřené ploše je zásadním parametrem teplota plamene. Dále závisí na složení a parametrech hořlavého souboru. V případě požáru na otevřené ploše

nijak zásadně neovlivňují zplodiny jeho šíření, dochází k jejich uvolňování do otevřeného prostoru, a ne k hromadění jako v případě požáru v uzavřeném prostoru [17].

V uzavřeném prostoru dochází ke změně, teplota se odvíjí od teploty zplodin hoření. Mají vysokou teplotu, nižší objemovou hmotnost než vzduch, a proto dochází k jejich hromadění u stropu místnosti. Vzduch, který je chladnější, se drží v dolní části, při pohybu vzduchu směrem ke stropu dochází k jeho ohřevu, poklesu jeho hustoty s nárůstem tlaku. V místě, kde dochází k přechodu mezi zakouřeným prostorem a nezakouřeným prostorem vzniká horizontální přechod, kterému se říká neutrální rovina. V případě požáru v uzavřeném prostoru je rozhodující intenzita výměny plynů a stupeň zakouření, protože šíření požáru nastává v důsledku hromadění zplodin hoření, tím k přesunu teploty na další hořlavé předměty [17].



Obrázek 6 - Pásma požáru [zdroj autor]

Přerušení hoření

Je několik používaných definic požáru, další z nich je: „požár je časový interval od okamžiku iniciace hořlavého souboru do okamžiku, kdy tato oxidačně redukční reakce bude ukončena“ [18].

K tomuto ukončení dochází třemi způsoby:

- odebrání hořlavé látky,
- odebrání okysličovadla,
- omezení tepelného působení.

U požáru, který již probíhá a nachází se v něm dostatečné množství energie pro udržení chemické reakce, je možné považovat za odstraněné energie takové množství tepla, kdy požár nepřejde z fáze přípravy do fáze hoření. Pohlcování a odvod tepla je základní princip hašení. Další možností je odstranění hořlavých materiálů (vytvořit mezeru = proluku) nebo izolace od přístupu kyslíku. Hašení lze docílit fyzikálním nebo chemickým způsobem. Vstoupit do procesu hoření je možné hned několika způsoby, závisí na parametrech požáru, stavebních konstrukcích, hořlavých látkách, umístění požáru a podmínkách výměny plynů na místě požáru. K tomu používáme hasiva, odstraňujeme hořlavé látky, rozebíráme konstrukce, nebo provádíme řízené odvětrání [18].

2.5.1 Hašení vodou

Hašení vodou je nejběžnější způsob likvidace požáru. Voda je cenově nejdostupnější hasivo, nachází se na každém kroku v našem okolí a lze s ní hasit nejběžnější požáry. Lze ji získat z vodovodní sítě, z rybníků, řek nebo z umělých požárních nádrží. Voda, do které se přidávají chemické příměsi, disponuje velice dobrými hasebními účinky za stále přijatelných cenových podmínek. Voda má velmi dobrý chladicí hasební efekt. Při hašení vodou do prostoru požáru se mění kapalina v páru, při tom odvádí 1 litr vody asi 2 257 kJ tepla. Při této změně skupenství se nevyužívá pouze hasební efekt ochlazování, ale v uzavřeném prostoru se využívá i druhotného efektu zředování. Z 1 litru vody vznikne 1 700 litrů vodní páry při teplotě 100 °C. Pára vytlačuje vzdušný kyslík a dochází k hašení požáru [19].

Čistá voda je bezbarvá kapalina bez chuti a zápachu, většina fyzikálních konstant je odvozena právě od vody, základní body Celsiovy teplotní stupnice jsou odvozeny od skupenských změn vody. Při tuhnutí mění svůj objem 1/11. Voda má při 4 ° C tzv. anomálii, to znamená, že měrná hmotnost vody při této teplotě je rovna 1 a při jiných teplotách se mění [19].

Při hašení vodou jsou určitá omezení, hlavním z nich je hašení zařízení pod napětím na 400 V. Do 400 V lze hasit za dodržení určitých podmínek. Dále se nesmí použít na hořlavé kovy, organické peroxidy, karbid vápníku. U ropných produktů je nutné brát v potaz na možnost vzkypění látky nebo možnost plavání vody na hladině ropných látek. Nutností je brát ohled na termický rozklad vody na vodík a kyslík, která neprobíhá za běžných teplot požáru, ale u vybraných požárů, kde dochází k vyšším teplotám (kovy, uhlíku) [19].

Druh vodního proudu hraje velkou roli, jelikož se jedná o tok hasiva, který vychází z proudnice na konci hadice. Tvar proudu závisí na použité proudnici, tlaku v hadicovém

vedení a obsluze proudnice. Tvary proudů jsou kompaktní, sprchový a mlhový [19]. Kompaktní proud se využívá k co největšímu dostřiku, při vysoké spotřebě vody, někdy ho lze využít k destrukci stavebních částí, které například hrozí zhroucením a tím k ohrožení zasahujících jednotek. Při použití kompaktního B nebo C proudu, mluvíme o dosahu od 20 do 40 m, popřípadě ho lze využít za silného větru k jeho překonání na větší vzdálenost [18]. Sprchový proud jsou všechny modifikace mezi plným proudem a mlhou. Velký rozptyl kapek odebírá teplo z prostoru požáru. Jedná se o kapky, které se velmi dobře odpaří a tím odeberou největší množství tepla, velmi malé množství vody odteče nevyužitě. V případě kompaktního proudu voda nevyužitá k ochlazení odteče pryč. Mlhový proud má největší chladicí účinek a dochází k rozptylu kapek o průměru menším než 1 mm. Při využití mlhového proudu dochází k úspoře hasební vody a k maximálnímu chladicímu účinku [18].

Do vody je možné použít různé přísady, které upraví vlastnosti vody. Jsou to přísady mrazuvzdorné, korozivzdorné, konzervační přísady nebo přísady, které zvýší hasební účinek vody. Do vody lze přimíchat řadu chemikálií, nejčastější příměsí je smáčedlo nebo pěnidlo. Tyto látky mají účinek snižování povrchového napětí vody, tj. zvýšení ochlazovacího účinku při menším množství použité vody. Voda pomaleji stéká z hořících látek, dochází k tzv. rozplácnutí kapky a tím k ochlazení větší plochou [18]. V dnešní době se využití smáčedel stává velmi populárním. Využití je možné v případě lesních, polních a požárů skládek, při polovině spotřebované hasební látky dojde k likvidaci požáru, tím ke snížení všech nákladů [20].

Technické prostředky pro hašení vodou

Mezi technické prostředky, které je nutné využít a zmínit patří především výtlačné příslušenství, tj. příslušenství, které se použije od cisternové automobilové stříkačky k samotnému dopravení hasební látky k požáru. Technicko-taktická data viz příloha 1.

2.5.2 Hašení pěnou

Pěna jako hasební látka je využívána především u požárů hořlavých kapalin nebo tuhých látek. Uhlovodíky nerozpustné ve vodě, např. benzín, topné oleje, mazací oleje, nafta mají nižší hustotu než voda, z tohoto důvodu budou plavat na jejím povrchu. Proto není voda vhodným hasivem, to ovšem platí i v případě látek rozpustných ve vodě, např. alkoholy a jiná polární rozpouštědla. Tyto látky rozkládají běžné pěny, mohou vytvářet více problémů při hašení, proto byla vytvořena speciální pěnidla [23].

Hlavním hasebním efektem pěny je oddělení dvou ze tří částí hořlavého souboru. Hlavní hasební efekt pěny je izolace od vzdušného kyslíku. V případě použití pěny s vyšším obsahem vody (těžká a střední) má i ochlazovací efekt. Obecně platí, že se pěnidlo skládá ze smáčedla, rozpouštědla a vody, dále se přidávají přísady dle výrobce [18].

Pěnu lze vyrábět dvěma způsoby, první z nich je chemický, kde dochází ke smíchání dvou látek (kyselé a zásadité) a následně k vytvoření pěny. Vzducho-mechanický způsob se provádí vytvořením roztoku vody a pěnidla v přiměšovači a následným přisáním vzduchu v proudnici nebo agregátu na výrobu pěny [24].

Číslo napěnění je údaj, který se vypočítá jako poměr vyrobené pěny k množství použitého roztoku vody a pěnidla. Číslo napěnění udává, o jaký druh pěny se jedná a především jakým technickým prostředkem byla vytvořena. Smyslem napěnění pěnotvorného roztoku je zvětšení objemu. Čím je číslo napěnění nižší, tím je obsah vzduchu menší a vody naopak větší [24].

Při čísle napěnění od 4 do 20 je pěna těžká, která disponuje velmi dobrými chladícími účinky, obsahuje větší množství vody a nižší množství vzduchu. Pěny do čísla napěnění 4 se nazývají pěny nenavzdušněné. Těžká pěna se může vytvářet ze všech druhů pěnidel. Výroba těžké pěny se provádí za pomoci přiměšovače, který přimísí pěnidlo do vody a v pěnotvorné proudnici se přimísí vzduch [24].

Střední pěna má číslo napěnění od 20 do 200. V tomto rozsahu je vyšší obsah vzduchu a nižší obsah vody oproti těžké pěně. Je vhodná k pokrývání povrchů např. hořlavých kapalin nebo pro vyplňování místností a různých prostorů. Relativně nízká hustota jí umožňuje vytvářet silné vrstvy pěny, které lépe odolávají působení povětrnostních vlivů. Výroba střední pěny je prováděna za pomoci přiměšovače a pěnotvorné proudnice na střední pěnu [24].

Lehká pěna má číslo napěnění nad 200, mnohdy se pohybuje spíše okolo 800 až 1 000. Chladící efekt lehké pěny je zanedbatelný, mnohem lépe jí lze využít k objemovému hašení. Její využití je především v uzavřených prostorech, na venkovním prostranství by nedokázala odolávat povětrnostním podmínkám. Její výhodou je velký objem, který v uzavřeném prostoru pokryje všechny látky i do větší výšky. Lehká pěna se vyrábí pomocí přiměšovače a agregátu na lehkou pěnu [25].

Hustota pěny má vliv na stabilitu pěny a je vyjádřena poměrem její hmotnosti na jednotku objemu v závislosti na množství vzduchu. Stabilita je důležitá při hasebním efektu pěny v místě požáru, záleží na tom, jak bude pěnotvorný roztok opouštět pěnu. Toto se nazývá

odvodnění a je mírou efektivního působení pěny – izolační schopnosti. Je zde používán pojem poločas rozpadu stejně jako u rozpadové řady atomu. Je to doba, za kterou se z objemu pěny oddělí polovina vody, kterou obsahuje. Dalším velmi důležitým faktorem je tepelná odolnost, znamená to, že pěna musí určitou dobu odolávat tepelnému působení, aby nedošlo k brzké degradaci a znovu k rozhoření požáru [24].

Události, při kterých dochází k hoření látek třídy A se mnohdy hasí spíše vodou. Avšak použití pěny, hlavně těžké, k hašení požárů třídy A, zrychluje likvidaci požáru a omezuje způsobené škody požárem. Jedná se především o požáry podkroví, skladišť, obchodů a jiných velkoprostorových objektů. Objekty, ve kterých jsou použity dřevěné stavební konstrukce, je pěna několikanásobně efektivnějším hasivem než voda. Střední a lehká pěna je vhodná k hašení uzavřených prostor, kde je vhodné použití objemového způsobu hašení. Těžká a střední pěna je vhodná na použití v případě rozlitých hořlavých kapalin. Vhodné použití pěny nachází také v případě požárů, kde dochází k rychlému rozvoji a nepoužitím pěny by došlo k velkým ztrátám způsobeným požárem [24].

Každý druh pěnidla není vhodný pro všechna použití. Chemické složení a struktura pěnidel je odlišná. Pěny, které z nich vytvoříme mohou mít odlišné vlastnosti. Pro vytvoření lehké a střední pěny jsou vhodné výlučně pěnidla typu S, tato pěnidla jsou charakteristická tím, že disponují nejlepšími smáčecími schopnostmi. Proteinová pěnidla (P, FP, FFFP) jsou určena pro výrobu těžké pěny, disponují vyšší tepelnou odolností než ostatní pěny a zároveň jsou úplně nevhodné jako smáčedla. Pěny typu AFFF a FFFP jsou jediné, které utváří vodní film na většině kapalných uhlovodíků, přitom jsou ale neúčinné na povrchu polárních kapalin. Pro tento případ se používají formy, které odolávají alkoholu typ AR [24].

Nejčastější variantou ze všech druhů pěn je těžká pěna, která disponuje vysokou účinností při požárech třídy B. Při použití na hořící kapaliny pěna znemožňuje průnik hořlavých par kapalin do prostoru okolního vzduchu. Těžká pěna jako jediná může být použita na větší vzdálenosti a větší výšky. Vzhledem k výhodám těžkých pěn je umožněno jejich využití u většiny typů požárů a při hasebních činnostech, které směřují k zabránění vzplanutí zejména hořlavých kapalin [24].

U požárů třídy A je možné používat pěnidla typu S a třídy A. Tato pěna lépe ulpívá na vertikálních a hydrofobních površích, od kterých se voda bez přísad bude odrážet. Dále je zde výrazně zvýšena smáčecí schopnost roztoku. V případě použití na požár třídy B nenavzdušněné pěny z pěnidel tvořících vodní film (AFFF, FFFP), je zaručené účinné hašení.

Velmi dobré využití by bylo v případě požárů menšího rozsahu s přítomností rozlité hořlavé kapaliny nebo v případě požáru dopravního prostředku [24].

Druhy pěnidel

Rozdělení pěnidel do skupin se provádí podle vlastností vyplývajících z chemického složení, to úzce souvisí s možností jejich použití.

Tabulka 1 - Druhy pěnidel [24]

Proteinová (bílkovinová) pěnidla	Syntetická pěnidla
Standardní proteinové – P Fluor proteinové – FP Fluoroproteinové tvořící vodní film - FFFF	Standardní syntetické – S Fluorosyntetické tvořící vodní film – AFFF Třídy A - A
Odolávající alkoholu – na bázi jednoho z výše uvedených druhů (kromě třídy A): P – AR, FP – AR, FFF/-AR, S – AR, AFFF – AR	

Proteinová pěnidla

Proteinová pěnidla k vytváření pěny byla obecně používána do 70. let 20. století. Náhradou za tato pěnidla jsou standardní syntetická pěnidla (tzv. univerzální), která se vyznačují širší možností uplatnění a mnohem větší stabilitou. V dnešní době se téměř nepoužívají, pouze v případě požárů ve velkých průmyslových závodech nebo jako prevence při rizikových pracích s možností vzplanutí hořlavých látek. Výroba proteinových pěnidel probíhá hydrolýzou bílkovin. Do těchto roztoků jsou přidávány stabilizátory, tzv. konzervační přísady. Pěny z těchto druhů pěnidel mají omezenou tekutost, vysokou stabilitu, dokonce i při tenké vrstvě pěny. Hasební vlastnosti těchto pěn nejsou velmi dobré, použití nachází při hašení kapalných uhlovodíků [24].

Příklady pěnidel: Neomerpin P 6%, Profoam 803, Tutogen U 6%, Protal – P 6% [24].

Fluoroproteinová pěnidla – FP

Jedná se o pěnidla s přísadami fluorovaných povrchově aktivních látek. Vytvořené pěny z těchto pěnidel jsou více tekuté než ze standardních proteinových. Disponují dobrými vlastnostmi zpětného utěsnění povrchu po narušení jeho integrity, přestože nemají vlastnost

k vytvoření vodního filmu na povrchu kapalných uhlovodíků. Fluoroproteinová pěna má vyšší odolnost před znečištěním kapalnými uhlovodíky a může být použita ve stabilních hasicích zařízeních pod hladinou nebo na povrchu kapalin.

Příklady pěnidel: Fluorofoam 803, FP 70 3%, Tutogen FP 3%, Apirol FX 6% [24].

Proteinová pěnidla tvořící vodní film – FFFP

Charakteristika proteinového pěnidla s přísadami povrchově aktivních látek spočívá ve spojení vlastností pěnidel FP a AFFF. Proteinový základ způsobuje tepelnou odolnost a zabraňuje zpětnému vzplanutí hořlavé látky. Charakteristikou pěn typu FFFP je, že roztok má po rozpadu pěny schopnost vytvořit plovoucí film na povrchu kapalných uhlovodíků. V případě jeho rozrušení je schopný prostor opět utěsnit. Použití je výlučně na hašení požárů kapalných uhlovodíků za pomoci těžké pěny [24].

Příklady pěnidel: Centrifoam 906, Petroseal 3% a 6%, Tutogen A3F/P 3% [24].

Standardní syntetická pěnidla

Standardní syntetická pěnidla (univerzální) jsou používána JPO nejčastěji. Slouží k výrobě všech druhů pěn (těžká, střední a lehká) a smáčecího roztoku. Ve srovnání s pěnou vytvořenou z pěnidel AFFF, FP a FFFP mají nízkou teplotní odolnost a nižší tepelnou odolnost vůči opětovnému vzplanutí hořlavých látek. Jsou vhodná k hašení menších požárů. Negativní vlastností je přilnutí části kapalného uhlovodíku do části uhlovodíkové povrchově aktivní látky, která je základní součástí standardních syntetických pěnidel. Mohou být viditelné plameny procházející přes povrch pěny, proto je důležité šetrně provádět pokrývku pěnou, aby se omezil pohyb kapaliny [24].

Příklady pěnidel: Protekol SAT – 10 (3%), Roteor M (3%),

Finiflam Allround F – 15 (3% a 6%), Sthamex SV (3%) [24].

Syntetická pěnidla tvořící vodní film - AFFF

A3F = AFFF - Aqueous Film Forming (pěna tvořící vodní film).

Vzhledem k tomu, že proteinová a syntetická pěnidla používaná v 60. letech 20. století neměla dostačující hasicí účinnost u požárů hořlavých kapalin, začal se používat nový typ syntetického pěnidla tvořící vodní film - AFFF. Tento typ pěnidla disponuje po použití a vytvoření vrstvy pěny nejen izolačním efektem samotnou pěnou, ale vytváří na povrchu tzv.

„vodní film“, který dokáže izolovat a ochlazovat povrch hořlavé kapaliny. Tento vodní film se vytváří jedině na hladině kapalných uhlovodíků, většina polárních a jiných kapalin pěnu rozruší a vodní film nevznikne. V případě hašení alkoholů je možné využít pěnidlo typu AFFF, které odolává alkoholu a značí se AR – AFFF nebo ATC – AFFF. Narušení vodního filmu může vzniknout také vysokou teplotou kapaliny nebo plameny a povětrnostními podmínkami. Pěnidla typu AFFF jsou určena především pro vytvoření těžké a střední pěny, ve výjimečných případech je lze použít k výrobě lehké pěny (hlavně ve stabilních hasicích zařízeních). Nejlepší hasební vlastnosti má pěna vyrobená s číslem napěnění mezi 6 – 10. Pro vytvoření pěny z těchto typů pěnidel je možné použít kombinované vodní proudnice. Díky této aplikaci je možné vytvořit pěnu s velmi nízkým číslem napěnění a výbornými vlastnostmi na tvorbu vodního filmu [24].

Příklady pěnidel: Finiflam A3F (3% a 6%), Sthamex AFFF 3%,
Light Water AFFF FC – 203 A (3%) [24].

Pěnidla třídy A

Tento druh pěnidel na konci 20. století nahradil smáčedla. Od typických smáčedel se liší schopností relativně stabilní pěny, při tom jim zůstávají stejně dobré vlastnosti průniku do pórovitých materiálů, které se těžko smáčejí vodou. Především se jedná o koncentráty povrchově aktivních látek, rozpouštědel a látek, které dodávají pěnám relativní stabilitu. Disponují lepšími penetračními schopnostmi k tuhým hořlavým látkám tedy látky třídy A (sláma, seno, lesní porost, papír, tkaniny). Obvykle se používají v koncentracích do 1 % (0,1 až 0,5), vyšší koncentrace nezvýší jejich smáčivost. Jejich použití je často spojeno se zařízením CAFS – Compressed Air Foam System, ne však výhradně. Pro toto zařízení je možné použití jakýchkoli pěnidel (S, AFFF, AR) [24].

Koncentrace dávkování pěnidel

Při práci s pěnidly je nutné dodržení správné koncentrace dávkování pěnidla do vody. Nejčastěji se používají koncentrace 3% a 6%. Další koncentrací, která se v posledních letech dostává do popředí, je 1%. Během použití není pouhým okem viditelný výsledek na vyrobené pění. Nesprávné přimísení se projeví na stabilitě vytvořené pěny a jejích hasebních vlastnostech. Hodnoty přimísení jsou vybírány ve vztahu ke konstrukčnímu řešení dávkujících zařízení (přiměšovačů) a požární techniky [24].

Výrobce pěnidla by měl u každého roztoku pěnidla uvádět doporučenou koncentraci v závislosti na druhu pěny, která bude vytvářena, použitého pěnotvorného zařízení a druhu hořící látky [24].

Nejpoužívanější pěnidla u HZS ČR a pěnotvorný přípravek FireAde 2000 viz příloha 2.

Technické prostředky pro hašení pěnou

Pěna se skládá z bublin, mechanicky nebo chemicky vytvořených z roztoku vody a pěnidla (pěnotvorný roztok). Jde o disperzní systém - heterogenní směs plynu a kapaliny. Do pěnotvorného příslušenství patří i pěnotvorné proudnice. Takticko-technická data viz příloha 3.

2.6 Požáry pneumatik a jejich likvidace mimo území ČR

Požáry pneumatik se nevyskytují pouze na území ČR. V zahraničí se vyskytují požáry většího rozsahu než v ČR, možná proto se nechávají vyhořet. Pneumatiky se velmi obtížně hasí a je obtížné je ochladit. V ČR se již vyskytl případ, u kterého byla zvažována možnost nechat skládku kontrolovaně vyhořet, nakonec se požár podařilo uhasit alternativní metodou hašení. Mimo ČR je způsob nechání kontrolovaně vyhořet tyto skládky mnohem častější. Zplodiny, které se uvolňují do ovzduší se následně vrací na zemský povrch a dostávají se do půdy a podzemních vod. Některé z těchto případů:

1. Washington USA v roce 1984 – požár 4 milionů pneumatik, který hořel několik měsíců [32].
2. Wisconsin USA v roce 2005 – požár pneumatik ve stádiu recyklace [32].
3. Wales UK v roce 2011 – požár cca 5 000 tun rozdrčených pneumatik, požár hořel několik týdnů [32].
4. Madrid ES v roce 2016 – požár největší skládky pneumatik v EU, hořelo 117 000 m² skládky, na které se nacházelo cca 100 000 tun pneumatik [33].

Provedeným průzkumem literatury a internetových zdrojů bylo zjištěno, že likvidace požárů pneumatik mimo území ČR probíhá podobnými taktickými postupy, zalití větším množstvím vody nebo použití pěnotvorných přísad. Jsou zmíněny případové studie zvažující hašení požáru kapalným dusíkem, ve venkovním prostředí jsou ale špatně realizovatelné. V případě hašení vnitřních prostor je možné použít hasební látku Inergen, která se používá

ve stabilním hasicím zařízení. Inergen je směs inertních plynů 52 % dusíku, 40 % argonu a 8 % oxidu uhličitého. Nejčastějším způsobem provádění zásahu zůstává hašení vodou nebo vodou s pěnotvornou příměsí ve formě smáčedla nebo pěny stejně jako v ČR [34].

2.7 Požár pneumatik s využitím alternativní metody hašení v Boru u Skutče

Areál bývalého zemědělského družstva v Boru u Skutče na Chrudimsku je využíván k příjmu, třídění, drcení a expedici plastových a pryžových odpadů. K této činnosti je využívána hala s přístavkem. V areálu se nachází ještě další hala, ve které jsou kanceláře, sklad drtě a truhlárna.

Průběh zásahu

Požár stromů u nádraží byl telefonicky ohlášen Krajskému operačnímu a informačnímu středisku Hasičského záchranného sboru Pardubického kraje 6.6.2011 ve 13:37 hodin. Na místo události byly vyslány čtyři jednotky z I. stupně požárního poplachového plánu stanice Hlinsko s CAS 15, jednotky SDH obcí Proseč, Budislav, místní jednotka s CAS 32 a jednotka SDH Luže. Již cestou k zásahu velitel stanice Hlinsko situaci vizuálně zhodnotil a cestou KOPIS požádal o povolání jednotek podle II. stupně PPP. Po příjezdu na místo požáru ve 13:46 byl VZ vyhlášen III. stupeň PPP. V tuto chvíli se jednalo o požár pneumatik a pryže o rozloze 20 x 20 m mezi dvěma skladovacími objekty. Byl nasazen 3x C proud na zastavení šíření požáru, byla provedena evakuace autogenní soupravy. Při příjezdu velitele jednotky Hlinsko v 13:59 byla zasažena plocha 60 x 40 m. Požár se šířil velmi rychle vzhledem k silnému větru. Rozšíření na objekt truhlárny nešlo zabránit, byla povolána výšková technika a evakuace vybavení truhlárny. Hasební voda byla odebírána z nadzemního hydrantu v areálu a následně bylo zřízeno čerpací stanoviště u místního rybníka cca v 15:00 hodin. V 16:30 bylo zřízeno ještě jedno čerpací stanoviště v areálu rekreačního zařízení a jako vodní zdroj bylo využito koupaliště. Během zásahu na místo byla povolána chemická laboratoř IOO Lázně Bohdaneč [35].

Po likvidaci požáru střechy na přilehlém objektu bylo započato hašení skládky dovezeným pěnidlem za pomoci těžké pěny. Celkem bylo nasazeno 11 proudů C na vodu k obraně a na těžkou pěnu k požárnímu útoku. Místo zásahu bylo rozděleno na tři požární úseky. V 17:45 hodin došlo ke svolání jednání zástupců HZS Pardubického kraje, krajského úřadu, obecního úřadu a České inspekce životního prostředí. Bylo rozhodnuto, že se hlavní část skládky hasit nebude a nechá se kontrolovaně vyhořet z důvodu nezasazení spodních vod při hasebních

pracích. Zplodiny hoření unikaly mimo obec, proto byla tato varianta zvolena jako vhodnější. Jiné způsoby hašení byly nevhodné (pokrytí pěnou, pokrytí inertním materiálem) [35].

V úterý 7.6. ráno byla povolána technika Záchraného útvaru HZS ČR k dohašení ohnisek mezi budovami k zamezení rozšíření požáru na objekty. Ve středu 8.6. dopoledne byla ohlášena změna směru větru, z tohoto důvodu se začalo řešit opětovné hašení skládky na volném prostranství. Následně bylo rozhodnuto, že se požár bude likvidovat metodou „máčení“. K vyzkoušení tohoto způsobu byla zvolena nádoba 15 m³, která byla naplněna vodou a do ní byl kolovým nakladačem navážen hořící materiál. Smočený byl následně ihned vybírán pětiprstým nakladačem. Tento způsob se osvědčil jako velmi uspokojivý co do rychlosti této činnosti a její účinnosti. Ve čtvrtek 9.6. byla povolána technika: nákladní automobil T 815, kontejner 40 m³, kompaktorový nakladač k nakládce a pětiprstý nakladač s nosností 3 t [35].

Postup smáčení:

V těsné blízkosti místa zásahu z návětrné strany byl umístěn kontejner do poloviny naplněný vodou s přidáním malého procenta smáčedla pro urychlení hašení. Vedle byl přistaven pětiprstý nakladač s hydraulickou rukou. Druhý nakladač vložil hořící pneumatiky do kontejneru. Následně byl hydraulickou rukou materiál během několika vteřin opět vyndán a umístěn do volného prostoru u skládky. Proces likvidace je velmi efektivní a nedocházelo ke zbytečnému úniku kontaminované vody z hašení.

Zásah si vyžádal účast 33 JPO, byl vyhlášen 3. stupeň požárního poplachu. Při likvidaci tohoto požáru byla vyzkoušena a následně využita metoda smáčení hořícího materiálu ve vodní lázni s příměsí smáčedla [35].

3 Cíl práce a hypotézy

Cílem této práce je zjištění nejvhodnějšího taktického postupu k hašení požárů pneumatik, který se stanoví z praktického experimentu a proběhlých požárů. Před samotným experimentem bude proveden sběr dat v počítačovém programu Statistické sledování událostí HZS Středočeského kraje a vyhodnocení statistiky četnosti požárů pneumatik za posledních pět let. Na základě případových studií a praktických zkušeností z požárů pneumatik budou zjištěny různé postupy, které byly realizovány. Z těchto informací bude vypracován návrh praktického experimentu. Praktický experiment bude mít za cíl vyzkoušet různé druhy hasebních látek a postupů, současně s praktickým stanovením lineární rychlosti šíření požáru. Rozhodujícími faktory budou, rychlost uhašení plamenného hoření, spotřeba hasebních látek s porovnáním ekonomické náročnosti pořízení a náročnost práce při hašení pro zasahující hasiče. Zjištěné výsledky praktického experimentu budou sloužit jako vstupní data do multikriteriální analýzy, ze které vyplyne nejvhodnější taktický postup. Na závěr budou shrnuty výsledky a v diskusi uvedeny alternativní možnosti hašení pro zvláštní případy požárů. Výstupem práce bude Metodický list Bojového řádu JPO.

Cíle práce

1. Rychlost uhašení a ochlazovací schopnost hasební látky,
2. Porovnání ekonomické náročnosti hasební látky,
3. Popis alternativní metody likvidace požáru,
4. Praktický pokus stanovení rychlosti šíření požáru.

Hypotézy

1. Voda bez příměsí pěnotvorných látek bude efektivně hasit plamenné hoření, avšak ochlazovací efekt nebude dostačující.
2. Lepším ochlazovacím efektem disponuje těžká pěna na rozdíl od pěny střední.

4 Metodika

Pro dosažení cílů diplomové práce je nutností získat potřebné informace z informačních systému HZS ČR a provedení praktického experimentu.

První výsledek bude na základě shrnutí informací z programu Statistické sledování událostí používaného u HZS Středočeského kraje. Kritéria výběru jsou území Středočeského kraje a požáry pneumatik. Tato data jsou shromážděna za posledních pět let, tedy od roku 2014 do roku 2018. Výsledné hodnoty budou srovnány dle rozsahu událostí a shrnuty do grafu.

Z výše uvedeného systému budou vybrány požáry, které jsou specifické svým rozsahem a způsobem likvidace požáru. Z nich budou vypracovány případové studie, ze kterých zjištěné poznatky budou aplikovány v části výsledků. Dále bude proveden praktický experiment, při kterém bude vyzkoušeno několik typů hasebních látek a prostředků. Jejich porovnání při aplikaci a zjištěné výsledné hodnoty spotřeby hasiv a časů likvidace se využijí k další analýze.

Výsledky z praktického experimentu budou zapracovány do multikriteriální analýzy, která se skládá z rovnic, do kterých jsou umístěny hodnoty kritéria dle zvolených intervalových rozpětí, které jsou ohodnoceny váhou dle předem stanovených priorit. Po zpracování analýz uvádí vážený součet pořadí hodnocených hasebních látek a postupů. Následně budou v kapitole diskuse uvedeny vysvětlení k jednotlivým výsledkům.

4.1 Návrh praktického experimentu

Experimentální zkouška postupů a aplikace hasiva bude probíhat v západní části katastru obce Rynholec okr. Rakovník v areálu bývalého dolu Čs. Armády. V tomto areálu se nachází skládka pneumatik o rozloze cca 200 x 150 m, v jejímž tělese by se mělo nacházet cca 11 milionů kusů použitých osobních a nákladních pneumatik. Experiment proběhne na okraji této skládky v areálu firmy sběrný druhotných surovin se souhlasem majitele p. Ryse a vyjádřením odboru životního prostředí viz příloha 4.

Organizační zajištění

Experimentu se budou zúčastnit jednotky: HZS Slaný s ANK, KVE, OA a VEA. HZS Stochov s CAS 24., HZS Kladno s ANK, KKH a VEA. JSDH Lány s 2x CAS 32 a OA, JSDH

Nové Strašecí s CAS 20 a DA. JSDH Rynholec s CAS 20 a JSDH Hřebeč s CAS 40. JSDH Vraný s CAS 32, JSDH Zlonice s CAS 32 a JSDH Braškov s DA.

Provedení experimentu

V sobotu 6.4.2019 bude probíhat příprava experimentu. Bude připraveno několik hranic pneumatik, které budou postupně zapalovány 8.4.2019. Na tento den je plánován praktický průběh experimentu.

Příprava hranic

K provedení experimentu ke zjištění vhodného hasiva bude nachystáno 7 hranic z pneumatik o základně 4 x 4 pneumatiky z osobního automobilu postavené do pyramidy o celkovém počtu celkem 56 ks pneumatik. Rozměry hromad jsou: šířka 250 cm, délka 250 cm a výška 100 cm viz Obrázek 7. Cílem je po zapálení 60 sekund pomocí propan – butanového hořáku a rozhoření, zjištění, za jak dlouho bude provedeno celkové uhašení plamenného hoření různými způsoby hašení a zabránění znovu rozhoření. V průběhu hoření budou postupně sledovány teploty pomocí termokamery a rozměry rozšíření požáru.



Obrázek 7 - Rozměry hranice pneumatik pro pokus 1-7 [zdroj autor]

Posledním experimentem bude stanovení lineární rychlosti šíření požáru a k tomuto pokusu bude vytvořena hranice o 288 ks pneumatik z osobních automobilů. Rozměry hranice jsou: šířka 400 cm, délka 750 cm, výška 100 cm viz Obrázek 8. Velikost hranice je zvolena

z důvodu sledování rozvoje požáru déle než 10 minut. V prvních 10 minutách dochází k rozvoji požáru nižší rychlostí šíření.



Obrázek 8 - Rozměry hranice pneumatik pro pokus č.8 [zdroj autor]

Návrh experimentálních pokusů

1. pokus hašení One Seven systém s příměsí 0,4 % pěnidla Schmitz pro One Seven,
2. pokus hašení vodou s příměsí 3 % pěnidla sthamex F-15 a proudnicí na těžkou pěnu P6,
3. pokus hašení vodou s příměsí 1 % pěnidla FireAde a s proudnicí na těžkou pěnu P6,
4. pokus hašení vodou s příměsí 3 % pěnidla Moussol a s proudnicí na těžkou pěnu P6,
5. pokus hašení zařízením PRO/PAK s pěnidlem Sthamex F-15,
6. pokus hašení vodou s příměsí smáčedla Pyrocool B 0,4 % a kombinovanou proudnicí C52 s nastaveným průtokem $250 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$,
7. pokus hašení vodou bez příměsí s kombinovanou proudnicí C52 s nastaveným průtokem $250 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$,
8. stanovení lineární rychlosti šíření požáru pneumatik.

Cíle experimentu

- sledování orientačních teplot při rozvoji požáru,
- sledování doby rozvoje požáru a jeho rozsahu,
- porovnání, které hasivo uhasí plamenné hoření nejrychleji,

- porovnání spotřeby hasebních látek,
- uživatelské hodnocení náročnosti při hašení,
- sledování teplot po uhašení a při znovu rozhoření.

4.2 Realizace praktického experimentu

Použité technické prostředky

- CAS 20/4000/240 - S2Z (CAS 20 SCANIA P440),
- CAS 32/8200/800 – S3R (CAS 32 T 815),
- přenosná motorová stříkačka,
- hadice B,
- hadice C,
- hadicový rozdělovač,
- kombinovaná proudnice C52,
- proudnice na těžkou pěnu P6,
- zařízení PRO/pak,
- One Seven systém,
- přiměšovač + savička k přiměšovači.

Popis a takticko-technická data technických prostředků viz příloha 1 a 3.

Použité měřicí prostředky

1. Termovizní kamera ISG SD 250

Profesionální zásahová termokamera určená pro všechny jednotky požární ochrany. Vlastnosti zobrazení a konstrukce jsou vhodné pro použití v nejnáročnějších podmínkách. Ovládání je velmi jednoduché a disponuje plně automatickým režimem, který umožní použití i neproškolené osobě. Termokamera je kompatibilní se všemi maskami dýchacích přístrojů, vzhledem ke tvaru stínítka. Funkce ICE umožňuje současné zobrazení nízkých i vysokých teplot v jednom obraze [28].

Funkce termokamery

- Snímání s vysokou citlivostí a rozlišení 160 x 120 bodů,
- ovládání dvěma tlačítky, plně automatický režim,
- měření teplot do 1 000 °C,

- možnost uložení 30 snímků,
- bezdrátový přenos obrazu,
- odolnost proti pádu až 1,8 m, vodotěsnost do 1 m,
- teplotní odolnost do + 450 °C.

2. Časomíra a svinovací metr

3. Použitá záznamová zařízení

- fotoaparát SONY ALPHA A 6000

Použité pěnotvorné roztoky

- Moussol APS F-15
- Sthamex F-15
- FireAde 2000
- Schmitz A
- Pyrocool B

Popis pěnidel viz příloha 2.

Příprava technických prostředků

Pro dodávku vody a pěnidla pro experiment byla použita CAS 20 JSDH Nové Strašecí. Pro doplňování vody byla určena CAS 32 T 815 JSDH Lány, která dovážela vodu z vodního zdroje v obci Rynholec. Voda byla dodávána do prostoru experimentálního měření pomocí hadic C52 z CAS 20. Dále bylo připraveno dopravní vedení B75 o délce 20 m s rozdělovačem a dva útočné proudy C52 pro ochranu přilehlé skládky před rozšířením požáru viz obrázek 9.

Provedení experimentálních pokusů bylo provedeno dle návrhu vypracovaného předem. Hašení bude probíhat při zasažení poloviny hromady.



Obrázek 9 - Schéma experimentu [zdroj autor]

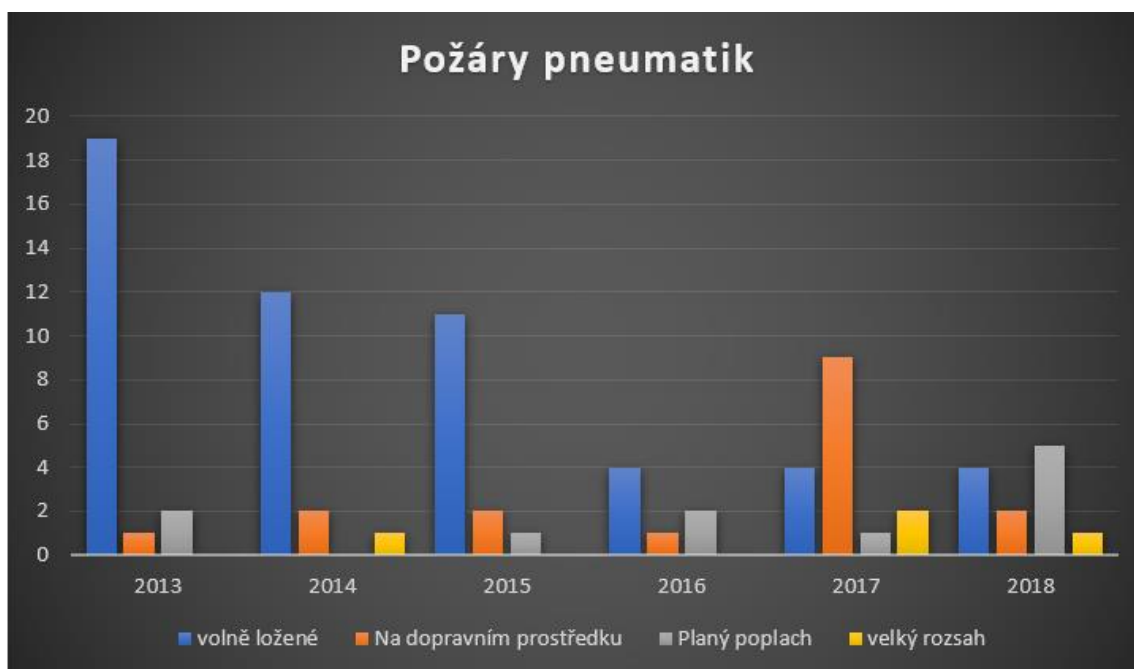
Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.9367379&y=50.1399711&z=20&base=ophoto> 8.4.2019

5 Výsledky

V této části práce jsou uvedeny výsledky všech předem stanovených cílů v grafech a tabulkách, doplněné o krátký popis. Prvním výsledkem je statistika četnosti požárů pneumatik, ze které je na první pohled jasné, že problematika požárů pneumatik není zanedbatelným tématem. Další výsledky v tabulkách jsou z provedeného praktického experimentu, kde bylo prováděno nejprve zapálení předem stanovených hranic pneumatik a následně hašení různými taktickými způsoby a hasebními látkami. K hodnotám vzniklým na základě experimentu bylo doplněno uživatelské hodnocení, které bylo provedeno po ukončení experimentálních měření. Všechna tato výsledná data jsou vstupními daty k multikriteriální analýze, která má za cíl stanovit, který z pokusů prováděných praktickým experimentem má nejlepší výsledky. Posledním výsledkem je návrh metodického listu bojového řádu jednotek požární ochrany, který ze všech zjištěných poznatků stanoví návod, jakým způsobem postupovat v případě požáru pneumatik, případně jaké je možné očekávat zvláštnosti.

5.1 Statistika událostí

Statistika požárů pneumatik ve Středočeském kraji za posledních 5 let. Provedeným sběrem dat podle zatřídění daných událostí byly výsledky znázorněny graficky viz obrázek 10. Podrobné rozebrání daného výsledku s popisem je v části diskuse.



Obrázek 10 - Statistika požárů pneumatik ve Středočeském kraji za posledních 5 let [37]

5.2 Výsledek případové studie požárů ze statistiky

Na základě provedené statistiky byly zpracovány případové studie vybraných událostí na území Středočeského kraje z posledních několika let. V těchto případových studiích jsou popsány praktické poznatky z jednotlivých událostí.

V případových studiích je popsáno několik požárů pneumatik, ve kterých jsou obsaženy specifické taktické postupy. Tyto postupy jsou následně námětem praktického experimentu. Některé typy postupů budou komentovány v části diskuse a budou z nich vycházet návrhy taktických postupů pro řešení složitějších požárů pneumatik.

5.2.1 Požár skládky ojetých pneumatik Rynholec

Skládka se nachází v objektu bývalého dolu Čs. Armády východně od obce Rynholec, okr. Rakovník. Areál je rozdělen v současné době na několik částí, ve kterých sídlí různé firmy. Rozloha celého areálu je několik tisíc metrů čtverečních. Areál je původně celý oplocený.

Popis objektu

Jednalo se o požár černé skládky ojetých pneumatik na ploše 30 x 50 m v katastru obce Rynholec, u železniční trati na parcele č. 852/26.

Na skládce jsou uskladněné ojeté pneumatiky z nákladních a osobních vozidel, které se zde uskladnily před několika desítkami let po dovozu z Německa. Pneumatiky měly být využity k recyklaci a výrobě gumových povrchů sportovišť. V prostoru skládky jsou vzrostlé náletové dřeviny, které byly částečně účinkem požáru tepelně degradovány. Příjezdové komunikace k místu požáru jsou nezpevněné a z velké části byla snížena i průjezdová výška nad cestou vzhledem k rozloze korun náletových stromů. Protože se jednalo o požár nebezpečného odpadu, nacházelo se zde velké množství jedovatých zplodin hoření, které ohrožovaly okolní obce [37].

Průběh zásahu

Kouř mezi obcemi Slovanka a Rynholec byl telefonicky ohlášen Krajskému operačnímu a informačnímu středisku Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje (dále jen KOPIS HZS SCK) 13.7.2014 v 02:34 hodin [37].

Tabulka 2 - Jednotky vyslané na místo události [zdroj autor]

Druh jednotky	Počet jednotek	Počet kusů techniky
HZS kraje	6	13
JSDH obce	7	10
Celkem	13	23

Po nashromáždění dostatečného množství SaP byl proveden požární útok pomocí 6x proud C na těžkou pěnu v dýchací technice. Dne 13.7.2014 v 06:06 hodin byla provedena lokalizace požáru a celková likvidace 14.7.2014 v 09:00 hodin. Zásah si vyžádal účast 12 jednotek požární ochrany, byl vyhlášen 2. stupeň požárního poplachu. Celkem bylo spotřebováno 500 kg syntetického pěnidla Sthamex F-15 (3%) a 526 100 litrů hasební vody [37].

Příčina vzniku požáru

Jednalo o plošné hoření odpadu na černé skládce ojetých pneumatik a nelze s absolutní přesností určit ohnisko vzniku požáru. Vzhledem k charakteru uskladněných materiálů na skládce lze konstatovat, že ke vzniku požáru tohoto druhu materiálu je zapotřebí intenzivního působení otevřeného plamene. Z těchto zjištěných informací dále vyplývá, že se požár šířil po povrchu skladovaného odpadu, což odpovídá skutečnosti, že požár byl iniciován otevřeným plamenem na povrchu skládky. Na místě události nevede žádné elektrické ani trakční vedení, byla vyloučena příčina vzniku požáru technického charakteru. Vzhledem k tomu, že k zapálení pryže je zapotřebí intenzivního působení otevřeného plamene (nad 340 °C), teplota odhozeného nedopalku je okolo 235 °C, z tohoto důvodu byla vyloučena verze vzniku požáru nedbalostním jednáním neznámé osoby.

Na základě všech zjištěných informací byla stanovena jediná možná verze vzniku požáru, a to úmyslné zapálení neznámým pachatelem [37].

Okolnosti mající vliv na šíření požáru

Požár, který vznikl na okraji skládky, se vlivem přítomnosti hořlavých materiálů v okolí místa vzniku rozšířil na konečnou celkovou plochu cca 1 500 m². K dalšímu rozšíření požáru nedošlo vlivem hasebního zásahu přivolaných jednotek požární ochrany [37].

Specifika zásahu

Pozitiva

- Rychlé zpozorování požáru.
- Dostatečné vyslání SaP po zhodnocení VZ při příjezdu první jednotky.
- Dobrá akceschopnost okolních JSDH.

Negativa

- Špatná dostupnost pro požární techniku nezpevněné cesty.
- Jedovaté zplodiny hoření, potřeba použití dýchací techniky.
- Rychlé šíření požáru.
- Finanční náklady na hasivo a PHM.

Následky požáru

Přímé škody: 0 Kč

Fotodokumentace

Viz příloha 5.

5.2.2 Požár skládky pneumatik Kladno

Skládka se nachází v objektu bývalých oceláren POLDI Kladno, stará průmyslová zóna – sever, který se nachází ve východní části města Kladna. Areál je rozdělen v současné době na několik částí, ve kterých sídlí různé firmy. Rozloha celého areálu je několik kilometrů čtverečních.

Popis objektu

Jednalo se o požár černé skládky ojetých pneumatik na ploše cca 50 x 60 m v Kladně – Dubí, areál POLDI (u vrátnice č. 3).

Na skládce jsou uskladněné ojeté pneumatiky z nákladních a osobních vozidel. Jednalo se o požár nebezpečného odpadu, nacházelo se zde velké množství jedovatých zplodin hoření, které ohrožovaly okolní obce. Z toho důvodu si na místo zásahu velitel zásahu povolal chemickou laboratoř Kamenice a zástupce z České inspekce životního prostředí [37].

Průběh zásahu

Požár odpadu byl telefonicky ohlášen KOPIS HZS SCK dne 13.8.2018 v 12:44 hodin.

Po příjezdu na místo události byl vyhlášen 2. st. poplachu, na místo události vyjíždí ŘD ÚO s technikou VEA L1. Na místo události KOPIS vysílá další SaP, po příjezdu ŘD vyhlášen 3. st. poplachu.

Tabulka 3 - Jednotky vyslané na místo události [zdroj autor]

Druh jednotky	Počet jednotek	Počet kusů techniky
HZS kraje	4	11
JSDH obce	10	16
Celkem	14	27

První jednotky zahájili požární obranu pomocí 5x C proudů, čímž došlo rychle k nedostatku hasiv. Požárem byl ohrožen vlak s vagóny na přilehlé trati. Byl zřízen štáb VZ, převzetí velení zásahu ŘD. Po příjezdu povoláných SaP byl proveden požární útok na likvidaci požáru pomocí 6x proud C v dýchací technice. Na místě byli tři přehřátí zasahující hasiči, na místo byla povolána ZZS. Cestou k zásahu měla JSDH Braškov dopravní nehodu (lehkou), řešeno s PČR. Na požár byly následně nasazeny 4 proudy s pěnou k požárnímu útoku. Z důvodu závady na pěnídlovém okruhu na jedné z CAS byly použity 2 ks zařízení PRO/pak. Ve 14:23 hodin byla provedena lokalizace požáru, následně bylo prováděno obchvatným způsobem pomocí 2x zařízení PRO/pak kladení pěny na místa, kde pěna byla degradována vysokou teplotou pneumatik, z důvodu udržení vrstvy pěny.

Likvidace požáru 13.8.2018 v 16:40 hodin. Zásah si vyžádal účast 13 jednotek požární ochrany, celkem bylo spotřebováno 540 kg pěnídla Moussol APS F-15 (3%), 450 kg Sthamex F-15 (3%) a 294 300 l hasební vody [37].

Příčina vzniku požáru

Protože se jednalo o plošné hoření odpadu na černé skládce ojetých pneumatik, nelze s absolutní přesností určit ohnisko vzniku požáru. Na základě všech zjištěných informací byla stanovena jediná možná verze vzniku požáru, a to úmyslné zapálení neznámým pachatelem [26].

Okolnosti mající vliv na šíření požáru

Požár, který vznikl na okraji skládky, se vlivem přítomnosti hořlavých materiálů v okolí místa vzniku požáru šířil na okolní hořlavé materiály, na konečnou celkovou plochu cca 3 000 m². K dalšímu rozšíření požáru nedošlo vlivem hasebního zásahu přivolaných jednotek požární ochrany [26].

Specifika zásahu

Pozitiva

- Dostupný hydrantový systém v areálu.
- Rychlé zpozorování požáru.
- Nepřítomnost dalších hořlavých látek v okolí skládky.
- Dostatečné vyslání SaP po zhodnocení situace ŘD.

Negativa

- Vysoké letní teploty (kolabování několika zasahujících hasičů).
- Jedovaté zplodiny hoření, potřeba použití dýchací techniky.
- Rychlé šíření požáru.
- Náklady na hasiva a PHM.

Následky požáru

Přímé škody: 0 Kč

Uchráněné hodnoty: nevyčísleny, vlaková souprava s uhlím

Fotodokumentace: viz příloha 6.

5.2.3 Požár haly na zpracování pneumatik Ostředek

Hala s technologií pro zpracování pneumatik v obci Ostředek (okr. Benešov). Areál společnosti je situován jižně od obce Bělčice. Mezi obcí a areálem společnosti prochází dálnice D1. Spojovací komunikace mezi obcí a společností prochází podjezdem pod D1. Přístupovou cestu k areálu tvoří zpevněná komunikace, vyúsťující z dálničního přivaděče

č. 110 na sjezdu z D1 na 34 km. Vlastní areál je na samostatném oploceném pozemku na pozemcích parc. č. 61/3 a 9/4 KÚ Bělčice u Ostředka o součtové celkové ploše 5 544 m² [37].

Popis objektu

Jednalo se o požár haly s technologií pro zpracování pneumatik společnosti Sycorex CR s.r.o., Bělčice 23.

Objekt byl jednodílný halový o půdorysných rozměrech 49,5 x 25 m s výškou atiky 9,63 m. Objekt je opláštěn sendvičovými plechovými panely kladenými vodorovně v modulových osách 6,1 m. K halovému objektu je přistavěn objekt administrativní budovy půdorysného tvaru L o rozměrech 31,2 x 6,3 m. Jedná se o zděnou nosnou konstrukci. Objekt je dvoupodlažní a je umístěn na jižní straně objektu výrobní haly. Výška atiky nad upraveným terénem je 7,4 m. Objekt je dilatačně oddělen od objektu haly. Pozemek kolem celého objektu výrobní haly s administrativní přístavbou je oplocený drátěným pletivem. Uvnitř areálu, zejména v jižní části pozemku, kolem příjezdové komunikace k objektu výrobní haly, je uskladněno značné množství použitých pneumatik [37].

Uvnitř haly je instalována technologie pro likvidaci ojetých pneumatik. Předmětem likvidace je mechanické zpracování ojetých pneumatik, kdy finálním produktem je gumový granulát SBR, ocelové kordy a chemlon (průmyslový textil). Po vstupu do haly je po pravé straně začátek linky – první fáze zpracování, tj. první mlýn. Dále linka pokračuje podél stěny dopravníku do separátoru, kdy se velké kousky vrací zpět do prvního mlýna a menší kousky putují dále do další fáze zpracování. Tam separát odchází ven jako tzv. chipsy (trhanec) nebo jde dál do mlýnu č. 2, kde se vyrábí tzv. hrubý granulát. Po tomto následuje separace oceli, kde ocel putuje mimo halu pomocí pásových dopravníků a zbylá guma jde dopravníkem do mlýnu č. 3, což je tzv. granulátor. Z tohoto mlýna vychází finální produkt, což jsou granule o velikosti frakce 0-4 a také chemlon. Obě tyto části jdou dále do separačního trychtýře a následně do vibračního stolu, kde dochází k oddělení granulátu od chemlonu. Chemlon odchází ven do speciálního sila, granulát poté jde v rámci linky uvnitř haly k separaci na jednotlivé frakce. Linku vyrobila italská společnost Decom Unipersonale s.r.o. a byla instalována a spuštěna v roce 2013 [37].

Průběh zásahu

Dým z firmy pod dálnicí na 33 km D1 byl telefonicky ohlášen KOPIS HZS SCK dne 10.5.2017 v 15:54 hodin. Na místo události byly postupně vyslány v souladu s III. stupněm požárního poplachu.

Tabulka 4 - Jednotky vyslané na místo události [zdroj autor]

Druh jednotky	Počet jednotek	Počet kusů techniky
HZS kraje	16	45
JSDH obce	18	29
Celkem	34	74

Velitel čtyř ze stanice Benešov již během cesty na místo události povolává další SaP, po příjezdu prvních jednotek je nasazeno několik C proudů k požární obraně. Snaha zabránit šíření požáru na přilehlé hromady pneumatik je bohužel neúčinná i za použití smáčedla FireAde 2000. Po dojezdu dostatečného množství SaP dochází k nasazení několika proudů C s těžkou pěnou s jejíž pomocí se začíná požár dostávat pod kontrolu. Během celého zásahu je VZ rozhodnuto o zákazu vstupu do objektu, na místo povolány statik tuto skutečnost potvrdil a vytyčil ochranné pásmo okolo objektu ve vzdálenosti 8 m. Zásah je rozdělen na několik bojových úseků. Povolaná těžká technika začíná s rozhrabáním hromad pneumatik a jejich dohašování, které trvá několik dní. Problém nastává při hašení technologie uvnitř haly, kam je zakázaný vstup. Lokalizace požáru nastává 11.5.2017 v 09:39 hodin. Během zásahu se na místě postupně vystřídá mnoho zasahujících jednotek. Každý den probíhá měření termovizní kamerou a kontrola požářiště. Celková likvidace požáru nastává 22.5.2017 v 8:50 hodin.

Spotřeba hasebních látek: bylo spotřebováno 667 litrů hasiva FireAde 2000, 1 000 kg pěnidla Fomtec AFFF (1%), 9 100 kg pěnidla Moussol APS F-15 (3%), 3 185 kg pěnidla Sthamex F-15 (3%) a 2 009 200 litrů hasební vody [37].

Příčina vzniku požáru

Na základě zjištěných a zadokumentovaných skutečností byla stanovena hypotéza děje předcházejícího vzniku požáru, a to že postupným namotáváním drátů mezi hnací válec a konstrukci dopravníku docházelo k neustále narůstajícímu tření, doprovázenému vznikem tepla. Stálým nárůstem následně docházelo k odpadávání žhavých částí drátů a zbytků pryže

na konstrukci dopravníku – do místa pod hnací hřídel. Chvěním dopravníku docházelo k postupnému spadávání žhavých částic, které dopadaly do prostoru zbytků drcených pneumatik. Následně došlo k tepelnému vznícení pryže a textilních částí pneumatik. Dalším zjišťováním důvodu namotání drátu na hřídel bylo zjištěno, že jsou ve vrchní části dopravníku patrné mechanické deformace v prostoru nad hřídelí. Lze se domnívat, že byl dopravník v krátké době před požárem poškozen.

Vyhodnocením všech dostupných informací a faktů byla stanovena verze vzniku požáru, a to vznícení částic zpracovaných pneumatik vlivem odpadávání žhavých materiálů, vznikajících třením hnacího válce dopravníku o nahromaděné dráty mezi válcem a konstrukcí dopravníku [37].

Okolnosti mající vliv na šíření požáru

V době příjezdu první jednotky požární ochrany na místo události byl požárem zasažen celý vnitřní prostor výrobní haly a pneumatiky a jejich části v blízkosti východní obvodové stěny haly.

Požár vznikl v těsné blízkosti obvodové stěny haly v místě prostupu pásového dopravníku obvodovou stěnou. Působením povrchového tepla odpadávajících žhavých částic došlo k vznícení pneumatik a jejich částí. Vlivem přítomnosti velkého množství hořlavých materiálů, zejména částí rozřezaných pneumatik, prachu a textilií, přítomnosti oxidovadla hoření v podobě vzdušného kyslíku a dostatečné iniciační energii docházelo k postupnému volnému rozvoji požáru u obvodové stěny haly. Ve chvíli, kdy plameny dosáhly výšky otvoru prostupu dopravníku, došlo k lokálnímu vznícení materiálů pod dopravníkem uvnitř haly. V této fázi byl požár zpozorován a uvnitř haly byl tlumen prvotním hasební zásahem. Ve chvíli, kdy zaměstnanci zjistili, že se požár šíří z vnější části, prvotní hasební zásah ukončili a odběhli do bezpečné vzdálenosti. Následně vyčkali na příjezd jednotek požární ochrany [37].

Po celou dobu (25 minut) docházelo k dalšímu volnému rozvoji a rozšiřování požáru. Vzhledem k vysokému požárnímu zatížení objektu a těsné blízkosti naskladněných pneumatik u obvodových stěn, docházelo k velkému nárůstu intenzity požáru a jeho rozšíření na veškeré hořlavé materiály uvnitř haly a na naskladněné pneumatiky v okolí haly. Působením plamenů hořících pneumatik a sálavého tepla docházelo k postupné termické deformaci nosných prvků haly a její nestabilitě. Z důvodu bezpečnosti byly zasahující jednotky nuceny vést hasební zásah z vnější části viz zpráva o zásahu, která je součástí spisu

o požáru. Požár se postupně rozšířil na konečnou celkovou plochu 700 m². Vlivem hasebního zásahu přivolaných jednotek požární ochrany a stavebního rozdělení objektu do požárních úseků se požár nerozšířil do administrativních prostor objektu. Vnitřní prostor byl kontaminován zplodinami hoření, ale nebyl zasažen plamenným hořením [37].

Specifika zásahu

Pozitiva

- Zpozorování požáru zaměstnancem.
- Evakuace zaměstnanců z objektu do bezpečné vzdálenosti.
- Přístup k objektu ze všech stran.

Negativa

- Jedovaté zplodiny hoření, potřeba použití dýchací techniky.
- Rychlé šíření požáru.
- Velká spotřeba hasebních látek.
- Nasazení velkého množství SaP.

Následky požáru

Přímé škody: 110 000 000 Kč

Uchráněné hodnoty: 100 000 Kč

Fotodokumentace: viz příloha 7.

5.2.4 Požár skládky pneumatik, Vrdy-Koudelov

Skládka se nachází v objektu statku v obci Vrdy Koudelov. V areálu se nachází několik objektů včetně silážního žlabu, ve kterém jsou uskladněny ojeté pneumatiky. Areál je celý oplocený, příjezdové komunikace v areálu jsou zpevněné [37].

Popis objektu

Jednalo se o požár černé skládky ojetých pneumatik v silážním žlabu na ploše cca 100 x 20 m, výška naskladnění byla 2 – 4 m. Areál statku ve Vrdech Koudelov, u železniční trati, na parcele č. 1123.

Na skládce byly uskladněné ojeté pneumatiky z nákladních a osobních vozidel. Protože se jednalo o požár nebezpečného odpadu, nacházelo se zde velké množství jedovatých zplodin hoření, které ohrožovaly okolní obce. Z toho důvodu si na místo zásahu velitel zásahu povolal chemickou laboratoř Kamenice [37].

Průběh zásahu

Požár pneumatik o rozměrech 5x5 m ve statku byl telefonicky ohlášen KOPIS HZS SCK dne 4.3.2012 ve 12:31 hodin. Na místo události byly vyslány jednotky z prvního poplachového stupně, již cestou na místo události si VZ zažádal o další SaP a byl vyhlášen 2. st. poplachu.

Tabulka 5 - Jednotky vyslané na místo události [zdroj autor]

Druh jednotky	Počet jednotek	Počet kusů techniky
HZS kraje	8	25
JSDH obce	14	19
Celkem	22	44

Jako první se na místo události dorazila jednotka Čáslav ve 12:38, průzkumem byl zjištěný požár skládky pneumatik v silážním žlabu. Byla nalezena dvě ohniska, jedno uprostřed žlabu 8x5 m a druhé 2x2 m na okraji, jednotky nasadili vodní proudy k požární obraně. Po vyhodnocení situace na místě zásahu bylo rozhodnuto VZ o povolání dalších sil a prostředků potřebných k likvidaci požáru a nasazeny proudy s pěnou pro lokalizaci požáru. Po nashromáždění dostatečného množství SaP byl proveden požární útok na likvidaci plamenného hoření pomocí několika proudy C na těžkou pěnu a následně na zkoušku na střední pěnu v dýchací technice. Celková plocha požáru byla nakonec 800 m².

Dalším krokem bylo nasazení těžké techniky k vyskladnění silážního žlabu, odstranění nezasažených pneumatik mimo dosah požáru. Hasební voda byla na místo dopravována kyvadlově od rybníka v Koudelově. Na místo události se dostavil ŘD HZS Středočeského kraje, bylo rozhodnuto o použití taktiky „máčení“ zasažených pneumatik v postranní části žlabu, tato taktika byla již v několika případech nejúčinnější. Při požáru bylo vyzkoušeno i hloubkové hašení pomocí těžké pěny, které bylo neúčinné a fyzicky velmi náročné. Jednotky s několika proudy s pěnou prováděly lokalizaci plamenného hoření a bylo prováděno vyskladnění a máčení. Dne 6.3. 2012 v 11:46 hodin byla provedena lokalizace požáru a

celková likvidace 6.3.2012 v 16:57 hodin. Zásah si vyžádal účast 24 jednotek požární ochrany, byl vyhlášen 3. stupeň požárního poplachu.

Během zásahu došlo ke zranění několika zasahujících hasičů, 1x natažené vazy v koleni a 3x zasažení očí hasební látkou. Všichni byli ošetřeni na místě zásahu. Během zásahu došlo k poškození nakladače, omotání zbytků pneumatik okolo kardanového hřídele a následně bylo potřeba jeho vyproštění ze silážního žlabu a povolání náhradní techniky.

Celkem bylo spotřebováno 1000 l pěnidla Pyrocool B, 18 040 kg pěnidla Sthamex F-15 (3%) a 3 265 400 l hasební vody [37].

Příčina vzniku požáru

Příčina požáru byla zjištěna vyšetřovatelem příčin vzniku požáru jako nedbalost při řezání oceli pomocí svářečské soupravy PB a O₂.

Okolnosti mající vliv na šíření požáru

Požár, který vznikl na okraji a uprostřed skládky, se vlivem přítomnosti hořlavých materiálů v okolí místa vzniku požáru šířil na okolní hořlavé materiály, proto bylo nutné odstranit nezasažený materiál. K dalšímu rozšíření požáru nedošlo vlivem hasebního zásahu a vyskladnění silážního žlabu jednotkami požární ochrany [37].

Specifika zásahu

Pozitiva

- Rychlé zpozorování požáru.
- Izolace požáru na prostor silážního žlabu.
- Dostatečné vyslání SaP po zhodnocení VZ při příjezdu první jednotky.

Negativa

- Špatná dostupnost pro techniku na vyskladňování (přítomnost vody v silážním žlabu).
- Jedovaté zplodiny hoření, potřeba použití dýchací techniky.
- Rychlé šíření požáru.
- Velká spotřeba pěnidla na hašení a zabránění dalšímu rozhoření.

Následky požáru

Přímé škody: 0 Kč

Uchráněné hodnoty: nevyčísleny

Fotodokumentace: viz příloha 8.

5.3 Praktický experiment

Výsledky praktického experimentu jsou uvedeny v tabulkách, kde každý provedený pokus má své pořadové číslo. Každý pokus má uvedeny výsledné hodnoty viz tabulka 6.

Výsledky, které byly získány z experimentálního měření společně s cenami hasiv, jsou vstupními hodnotami pro multikriteriální analýzu. Popis jednotlivých pokusů s důležitými poznatky je umístěn v kategorii diskuze. Multikriteriální analýza na základě zadaných kritérií vygeneruje nejlepší pokus a tím může přiblížit stanovení vhodné hasební látky. Samotný taktický postup zůstává na veliteli daného zásahu u požáru v závislosti na rozsahu požáru, rychlosti šíření a množství SaP na místě události.

Tabulka 6 - Výsledky jednotlivých pokusů z experimentu [zdroj autor]

Pokus	Technický prostředek	Forma hasiva	Přimísení a název hasiva	Rozměr v 5. minutě	Čas počátku hašení od podpalu ½ hranice pneumatik	Doba hašení	Spotřeba hasiva
1.	One Seven	Těžká pěna	0,4% Schmitz A	Š-110 cm D-200 cm V-100 cm	10 min	162 sec	1,2 litru pěnidla 600 litrů vody
2.	Proudnice P6	Těžká pěna	3% Sthamex F-15	Š-50 cm D-50 cm V-50 cm	12 min (ventilátor)	28 sec	11,2 litru pěnidla 373 litrů vody
3.	Proudnice P6	Těžká pěna	1% FireAde 2000	Š-50 cm D-100 cm V-70 cm	11 min (ventilátor)	21 sec	2,7 litru pěnidla 279 litrů vody
4.	Proudnice P6	Těžká pěna	3% Moussol APS F-15	Š-200 cm D-200 cm V-100 cm	5 min	15 sec	6 litrů pěnidla 199 litrů vody
5.	PRO/pak	Těžká a střední pěna	3% Sthamex F-15	Š-200 cm D-200 cm V-100 cm	5 min	97 sec	0,95 litru pěnidla 200 litrů vody
6.	Kombinovaná proudnice POK	sprchový proud	0,4% Pyrocool B	Š-150 cm D-190 cm V-100 cm	6 min 30 sec	60 sec	1,4 litru pěnidla 250 litrů vody

Pokus	Technický prostředek	Forma hasiva	Přímísení a název hasiva	Rozměr v 5. minutě	Čas počátku hašení od podpalu ½ hranice pneumatik	Doba hašení	Spotřeba hasiva
6.	Kombinovaná proudnice POK	sprchový proud	0,4% Pyrocool B	Š-150 cm D-190 cm V-100 cm	6 min 30 sec	60 sec	1,4 litru pěnidla 250 litrů vody
7.	Kombinovaná proudnice POK	sprchový proud	voda	Š-170 cm D-180 cm V-100 cm	6 min	55 sec	230 litrů vody
8.	2x proudnice P6	Těžká pěna	3% Sthamex F-15 3% Orchydex	Š-250 cm D-350 cm V-100 cm	15 min	60 sec	48 litrů pěnidla 1600 litrů vody

Uživatelské hodnocení hasební látky

U každého pokusu bylo při bodování zasahujícími hasiči zohledněno, jak obtížné bylo provádět likvidaci s daným hasivem nebo technickým prostředkem.

Každý experimentální pokus byl ohodnocen číslem od 1 do 7, kde nejvyšší hodnota značí nejlepší hasební látku a technický prostředek dle uživatele viz tabulka 7 – uživatelské hodnocení.

Při rozhodování byly posuzovány informace o obtížnosti taktického postupu, obsluha technického prostředku, náročnost přípravy hasební látky a hasební efekt z pohledu zasahujících hasičů.

Tabulka 7 - Uživatelské hodnocení [zdroj autor]

Experiment	Hodnocení
Pokus č. 1	4
Pokus č. 2	5
Pokus č. 3	7
Pokus č. 4	6
Pokus č. 5	3
Pokus č. 6	2
Pokus č. 7	1

Pro stanovení ekonomické náročnosti jednotlivých hasebních látek bylo nutné zjištění ceny vody a použitých druhů pěnidel. Pro okres Kladno byla zjištěna cena 1 m³ vody a to 93 Kč. Ceny použitých pěnidel jsou viz tabulka 8 – ceny použitých pěnidel.

Tabulka 8 - Ceny použitých pěnidel [zdroj autor]

Použité pěnidlo	Cena s DPH za 1 litr
FireAde 2000	254 Kč
Schmitz A	217 Kč
Moussol APS F-15	192 Kč
Pyrocool B	155 Kč
Orchydex	78 Kč
Sthamex F-15	76 Kč

Pro vypracování multikriteriální analýzy byly stanoveny ceny použitých hasebních látek celkově pro každý pokus experimentu. Spotřeba hasebních látek s příslušnou cenou je uvedena v tabulce č. 9.

Tabulka 9 - Celková cena hasebních látek pro experimentálního měření [zdroj autor]

Pokus	Hasivo	Spotřeba pěnidla	Cena pěnidla	Spotřeba vody	Cena vody	Cena celkem
1.	Schmitz A	1,2 litru	260 Kč	600 l	56 Kč	316 Kč
2.	Sthamex F-15	11,2 litru	851 Kč	373 l	35 Kč	886 Kč
3.	FireAde 2000	2,7 litru	686 Kč	279 l	26 Kč	712 Kč
4.	Moussol APS F-15	6 litrů	1 152 Kč	199 l	19 Kč	1 171 Kč
5.	PRO/pak Sthamex F-15	0,95 litru	72 Kč	200 l	19 Kč	91 Kč
6.	Pyrocool B	1,4 litru	217 Kč	250 l	23 Kč	240 Kč
7.	voda	0 litrů	0 Kč	230 l	21 Kč	21 Kč
8.	Sthamex F-15	24 l	1 824 Kč	1 600 l	149 Kč	3 845 Kč
	Orchydex	24 l	1 872 Kč			

5.4 Multikriteriální analýza

Tabulka 10 - Intervaly pro analýzu s doplněnými výstupy z experimentu [zdroj autor]

Hodnota kritéria	Doba hašení	Uživatelské hodnocení	Spotřeba pěnidla	Spotřeba vody	Cena hasiv
10	(15;29,7>	(7;6,3>	(0;2,1,12>	(199;239,1>	(21;136>
9	(29,7;44,4>	(6,3;5,6>	(1,12;2,24>	(239,1;279,2>	(136;251>
8	(44,4;59,1>	(5,6;4,9>	(2,24;3,36>	(279,2;319,3>	(251;366>
7	(59,1;73,8>	(4,9;4,2>	(3,36;4,48>	(319,3;359,4>	(366;481>
6	(73,8;88,5>	(4,2;3,5>	(4,48;5,6>	(359,4;399,5>	(481;596>
5	(88,5;103,2>	(3,5;2,8>	(5,6;6,72>	(399,5;439,6>	(596;711>
4	(103,2;117, >	(2,8;2,1>	(6,72;7,84>	(439,6;479,7>	(711;826>
3	(117,9;132, >	(2,1;1,4>	(7,84;8,96>	(479,7;519,8>	(826;941>
2	(132,6;147, >	(1,4;0,7>	(8,96;10,08 >	(519,8;559,9>	(941;1056>
1	(147,3;162>	(0,7;0>	(10,08;11,2 >	(559,9;600>	(1056;1171 >

Tabulka 11 - Výsledky multikriteriální analýzy první část [zdroj autor]

Kritéria	Váha	Sthamex 3%	FireAde 1%	Moussol 3%
Doba hašení	10	100	100	100
Uživatelské hodnocení	9	72	90	81
Spotřeba pěnidla	8	8	64	40
Cena hasebních látek	7	21	28	7
Spotřeba vody	6	36	54	60
Vážený součet		237	336	288
Pořadí		6.	1.	4.

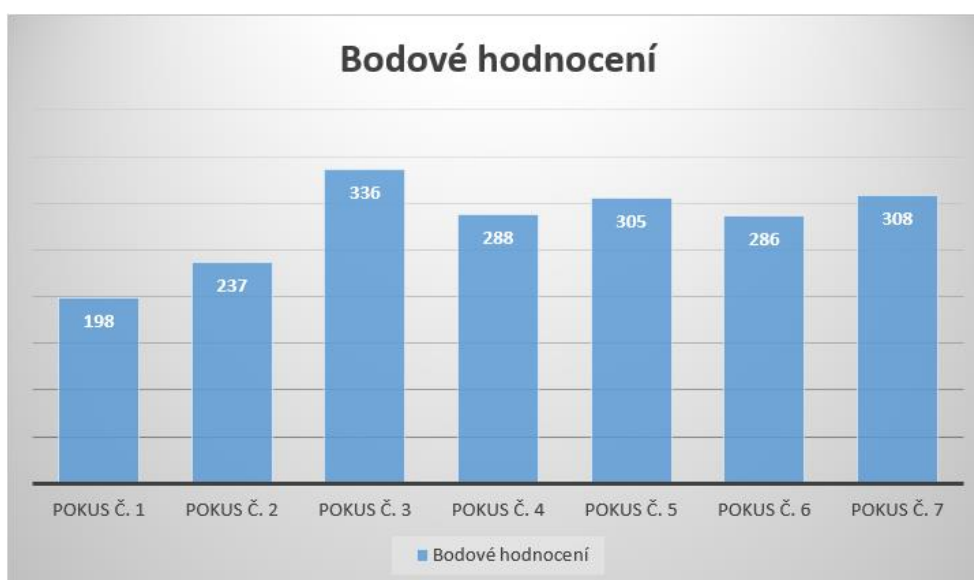
Tabulka 12 - Výsledky multikriteriální analýzy druhá část [zdroj autor]

Kritéria	Váha	One Seven	PRO/pak
Doba hašení	10	10	50
Uživatelské hodnocení	9	54	45
Spotřeba pěnidla	8	72	80
Cena hasebních látek	7	56	70
Spotřeba vody	6	6	60
Vážený součet		198	305
Pořadí		7.	3.

Tabulka 13 - Výsledky multikriteriální analýzy třetí část [zdroj autor]

Kritéria	Váha	Pyrocool	Voda
Doba hašení	10	70	80
Uživatelské hodnocení	9	27	18
Spotřeba pěnidla	8	72	80
Cena hasebních látek	7	63	70
Spotřeba vody	6	54	60
Vážený součet		286	308
Pořadí		5.	2.

Grafické znázornění výsledků analýzy

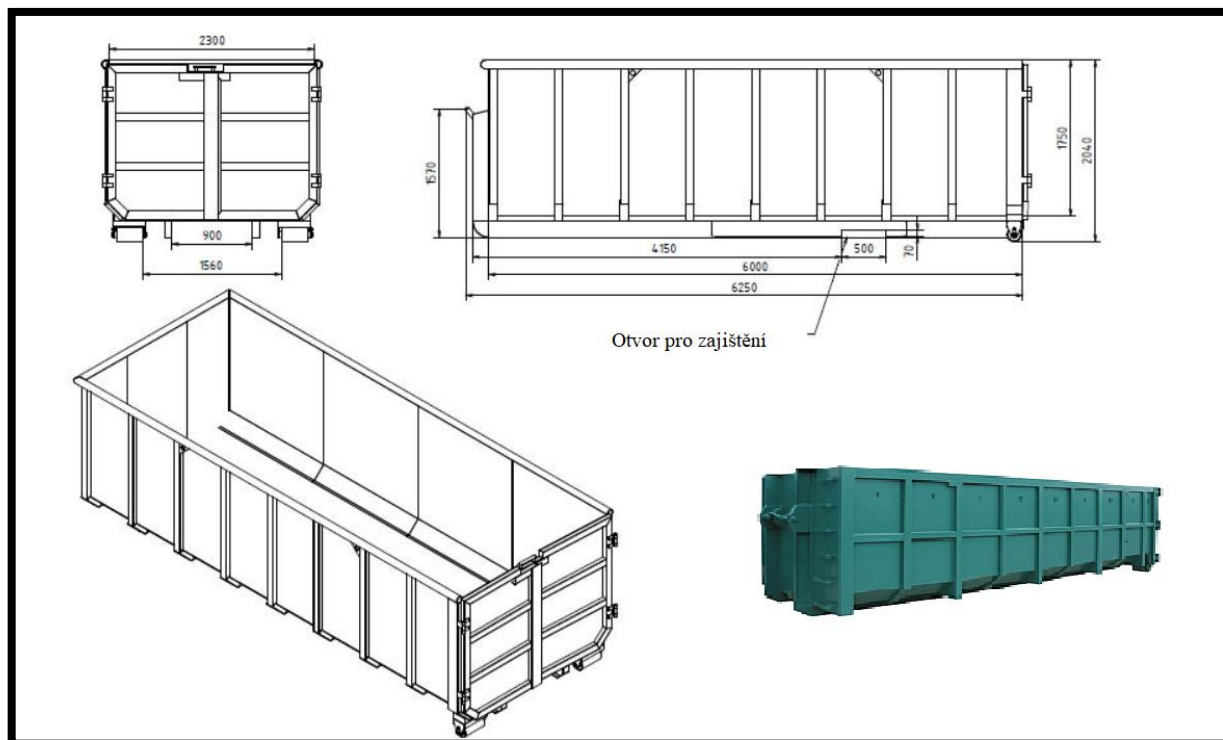


Obrázek 11 - Graf výsledku analýzy [zdroj autor]

5.5 Návrh kontejneru pro alternativní metodu hašení

V případě požáru, který není možné dostatečně uhasit standardními postupy a prostředky, například z důvodu vyšších vrstev uložení pneumatik nebo jako v případě požáru na Chrudimsku, kde byly v ohrožení zdroje podzemních vod, je jednou z alternativ máčení ve velkoobjemovém kontejneru. Většina požárních stanic HZS ČR v současné době disponuje automobilovým nosičem kontejnerů. Dle nosnosti nosiče je nutné volit velikost kontejneru, váhové kategorie jsou rozděleny dle řádu strojní služby HZS ČR. Hmotnostní třídy jsou M (od 7 500 kg do 16 000 kg) a S (nad 16 000 kg) [38].

Jako návrh byl zvolen velkoobjemový kontejner Abroll výrobce Meva-Tec o rozměrech: délka 6250 mm, šířka 2300 mm a výška 2150 mm. Kontejner má objem 30 m³ a nosnost 15 000 kg. Tento kontejner je určen pro přepravu nosičem hmotnostní kategorie S. Výroba dle normy DIN 30 722 viz obrázek 12 [39].



Obrázek 12 - Návrh kontejneru na hašení abroll [zdroj autor]

Dostupné z: <https://www.irbispanda.cz/vyrobni-program/vyroba-kontejneru/>

5.6 Návrh metodického listu Bojového řádu jednotek požární ochrany

<i>Návrh metodického listu</i>		
Bojový Řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu		
<i>Název:</i> Hašení požárů pneumatik	Metodický list číslo	P
	<i>Vydáno dne:</i>	<i>Stran: 3</i>

I.

Charakteristika

- 1) Pneumatika je pružná část kola na vozidle, která zajišťuje styk s pozemní komunikací, kruhového tvaru, složená z pryže, ocelových lan a textilního plátna.
- 2) Nové pneumatiky jsou skladovány ve skladech výrobce nebo prodejce. Opotřebované pneumatiky jsou ukládány na skládkách k recyklaci nebo likvidaci. V některých případech jsou uskladněny na tzv. černých skládkách.
- 3) Z hlediska stavebního a uspořádání lze skládky pneumatik rozdělit na:
 - a) volné skladovací prostory,
 - b) skladové haly.
- 4) Z hlediska typu uskladňovaného materiálu dělíme tyto sklady na:
 - a) k uskladnění nových pneumatik,
 - b) k uskladnění opotřebovaných nebo recyklovaných pneumatik.
- 5) Nové pneumatiky jsou většinou skladovány v halách. Opotřebované pneumatiky jsou většinou na hromadách na skládkách, nebo uskladněné k dalšímu použití.
- 6) V případě uložení nových pneumatik se jedná o skladovací haly s protipožárním zabezpečením, kde jsou pneumatiky uskladněny systematicky na paletách nebo v regálech.

- 7) V případě uložení opotřebovaných pneumatik se jedná o volné skladovací plochy, mnohdy pryžového odpadu jako směsi. Na těchto skládkách není protipožární zabezpečení, pouze mohou být oddělené hromady.

II.

Úkoly a postup činnosti

Při hašení požárů pneumatik je třeba:

- a) již při přijímání oznámení vyslat na místo dostatečné množství sil a prostředků,
- b) zjistit informace o ohrožení osob,
- c) zjistit plochu, způsob, směr a rychlost šíření požáru,
- d) odstavit technologii z provozu (v případě recyklace),
- e) zjistit od personálu (pokud se zde nějaký vyskytuje) množství uskladněných pneumatik,
- f) odhadnout a trvale sledovat poškození stavebních konstrukcí (u skladovacích hal),
- g) včas zřídit dálkovou dopravu vody z vydatného vodního zdroje,
- h) zjistit vhodné zásahové cesty, nejlépe mimo těleso skládky,
- i) v počátku zásahu je rozhodující nasazení dostatečného počtu proudů na zastavení šíření požáru,
- j) povolání těžké techniky ze záchranného útvaru,
- k) zajistit dostatečný počet kusů náhradní dýchací techniky, věcných prostředků a pohonných hmot,
- l) zajistit dostatečné množství hasebních látek, především pěnidla,
- m) použití hasebních látek s dostatečným chladícím efektem – zabránění opětovnému rozhoření,
- n) s ohledem na dobu zásahu vytvořit podmínky pro střídání a odpočinek zasahujících, včetně ochranných nápojů a stravy,
- o) povolání chemické laboratoře na místo události a spolupráce s odborem životního prostředí,
- p) v případě požáru větší vrstvy pneumatik zvážit postupné rozebírání s požární obranou pro zabránění šíření,
- q) volit variantu tzv. máčení, povolání velkoobjemového kontejneru, který se naplní hasební látkou a postupně se bude materiál máčet a po uhašení odebírat nakladačem.

III.

Očekávané zvláštnosti

Při požárech pneumatik je nutno počítat s následujícími komplikacemi:

- a) předpokládání dlouhotrvajícího zásahu spojené s vysokými nároky na množství sil a prostředků,
- b) chybějící dokumentace zdolávání požárů a instalace požárně bezpečnostní zařízení,
- c) nepříznivá struktura nepřístupná pro hasební látky (kruhový tvar, nepravidelné uložení na hromadách),
- d) špatná možnost pohybu zasahujících po hromadách pneumatik,
- e) nesnadné pronikání nasazených proudů do požárem zasažené hromady,
- f) nedostatek hasebních látek,
- g) výskyt speciální techniky v prostoru skládky nebo třídící techniky při recyklaci (těžká technika, tlakové láhve),
- h) zvážit evakuaci obyvatelstva v okolí,
- i) možnost výskytu pneumatik s náplní, nebezpečí exploze (vymrštění pneumatiky, zasažení plamenem),
- j) zabránění kontaminace spodních vod hasební látkou (volit jiný způsob hašení – máčení),
- k) ztráta pevnosti u stavebních konstrukcí - *nebezpečí zřícení konstrukcí*,
- l) stanovení opatření k zabezpečení dohledu nad místem zásahu - *předání místa zásahu*.

6 Diskuze

Požáry pneumatik jsou pro všechny hasiče velmi obávaným zásahem, a to hned z několika důvodů. Mnohdy se jedná o požáry velkého rozsahu, jejichž likvidace může probíhat několik dní, někdy i týdnů. Při těchto požárech dochází k uvolnění jedovatých zplodin hoření a přitom je nutné použití dýchací techniky, díky tomu se stává zásah fyzicky obtížnějším. Dalším důležitým faktorem je pohyb po hromadách pneumatik, který není snadný vzhledem k jejich tvaru. S tím je spojená i likvidace požáru, který se šíří i ve spodních vrstvách, kde je složité jeho dohašování. Naštěstí výskyt velkých požárů pneumatik není až tak častým jevem, většinou se jedná o jednotlivé případy ročně. Výše uvedená statistika zpracovaná pro území Středočeského kraje uvádí hodnoty požárů pneumatik rozdělné do několika kategorií.

Rozdělení je provedeno na požáry na volných skládkách nebo ve skladech, na dopravním prostředku, velkého rozsahu. Nejčastější jsou požáry na tzv. černých skládkách nebo uskladněné například u pneuservisů nebo na zahradách. Z grafu na obrázku 10 je patrné, že množství požárů pneumatik za posledních pět let má klesající tendenci. Důvodů, proč je tomu tak, může být několik. Jedním z důvodů může být lepší prevence při skladování pneumatik nebo funkce systému zpětného odběru a s tím spojená ekologická likvidace, která nevede k vytvoření černých skládek. Ať je důvod jakýkoli, z důvodu ochrany životního prostředí je to žádoucí jev.

V roce 2013 bylo 19 událostí požárů pneumatik na venkovním prostranství. Nebyl ani jeden požár většího rozsahu, kde by bylo potřeba vyššího stupně požárního poplachu a s tím spojený zásah většího množství jednotek PO. Požáry velkého rozsahu vyžadují povolání 5 a více jednotek PO. V roce 2014 již bylo pouze 12 událostí, z toho byla 1 událost velkého rozsahu. V roce 2015 bylo 11 událostí s požáry pneumatik menšího rozsahu. V letech 2016, 2017, 2018 bylo pouze po 4 událostech každý rok, ale na rozdíl od let minulých se tyto případy lišily rozsahem. V roce 2016 se jednalo o všechny požáry menšího rozsahu. V roce 2017 se jednalo o 2 události menšího rozsahu a ve 2 případech o požár velkého rozsahu. V roce 2018 se jednalo o 3 události menšího rozsahu a o 1 velkého rozsahu.

Při vytváření statistiky bylo zjištěno, že další kategorií požárů pneumatik je zahoření pneumatiky na dopravním prostředku, zpravidla na nákladních automobilech. Pokud je požár zpozorován včas a jednotky se na místo dostaví dříve, než dojde k rozšíření na celý dopravní prostředek, je událost zatříděna jako požár pneumatiky. V případě, že zpozorování nebo dojezd jednotek trvá delší dobu a požár se rozšíří na celé vozidlo, požár se zatřídí jako požár dopravního prostředku. V letech 2013 a 2016 se pokaždé jednalo pouze o jediný případ

zahoření pneumatiky na dopravním prostředku. V letech 2014, 2015, 2018 se jednalo vždy o 2 události tohoto typu za celý rok. Rok 2017 byl zvláštní v tom, že za tento rok bylo 7 událostí tohoto typu.

Ne vždy je specifikace hlášeného požáru správná, někdy může být hlášený požár pneumatik, a nakonec se jedná o požár odpadu nebo dokonce o planý poplach. V letech 2013 a 2016 byly vždy dvě události ohlášeny jako požár pneumatik, které byly nakonec pouze planý poplach. V roce 2014 nebyl žádný planý poplach tohoto typu. V roce 2015 a 2017 byla každý rok jedna událost hlášená jako požár pneumatik, při čemž se jednalo o planý poplach. Rok 2018 je v této kategorii rekordní, bylo 5 událostí hlášených jako požár pneumatik, ale nakonec byly všechny vyhodnoceny jako planý poplach.

Na základě vypracované statistiky bylo vybráno několik případů požárů většího rozsahu ke zpracování případových studií. Tyto studie popisují místo vzniku, objekt, rozsah, způsob likvidace požáru, způsob vzniku požáru a celkovou spotřebu hasebních látek. Na jednotlivých případových studiích je znázorněno, jaké množství SaP bylo zapotřebí k likvidaci požáru, jaké zvláštnosti byly zjištěny. V každém z požárů jsou specifické poznatky, na základě kterých byl stanovován praktický experiment. U většiny se jednalo o požáry skládek pneumatik, v jednom případě šlo přímo o halu na zpracování použitých pneumatik a přilehlé skladované pneumatiky. U všech těchto událostí docházelo k hašení požáru za použití vody s příměsí pěnidla. Na základě těchto poznatků bylo stanoveno ověření především hasebních vlastností pěny a ověření speciálních metod její výroby. Vzhledem k praktickým zkušenostem z těchto zásahů byly tyto poznatky zahrnuty do uživatelského hodnocení pro každý pokus. Na základě případových studií bylo zjištěno, že v případě požáru v areálu bývalého dolu Čs. Armády a v areálu POLDI Kladno-Dubí se jednalo o požár pneumatik na volné ploše, k likvidaci požáru nebylo nutné použití speciální techniky. Požár se rozšířil na části skládky, kde nebyly pneumatiky uskladněny ve vysoké vrstvě, a proto byla likvidace provedena pomocí těžké pěny s následným dohašením vodou. V případě požáru na Kutnohorsku a u Ostředku na Benešovsku se jednalo o požár uskladněných pneumatik ve vyšších vrstvách, proto nebylo možné vzhledem ke struktuře pneumatik provádět jejich dohašení v nižší vrstvě hromad. V případě požáru na Kutnohorsku byly pneumatiky uskladněny v silážním žlabu, zde by se nabízela možnost provést celkové naplnění silážního žlabu vodou. Nicméně na realizaci by bylo potřebné úplné utěsnění, které nebylo možné provést. Proto byla použita těžká technika k vyklízení silážního žlabu a následné postupné dohašení skrytých ohnisek požáru. Tento způsob bylo nutné provést v případě požáru u Ostředku na Benešovsku, kde byly pneumatiky a jejich recyklát vyváženy těžkou technikou

na přilehlou louku, zde bylo prováděno jejich prolití vodou a tím dohašení skrytých ohnisek z nižších vrstev hromad.

Někdy může nastat zvláštní případ, kdy nebude možné provedení standardních taktických postupů, jako u případové studie z Chrudimska, která byla popisována v článku časopisu 112. Pro tento případ může být právě využitý alternativní způsob hašení. Vzhledem k možnosti ohrožení spodních vod hasebními látkami a produkty hoření, bylo zvažováno provedení kontrolovaného vyhoření skládky. Nakonec byl vyzkoušen taktický postup tzv. máčení, který by mohl být alternativním taktickým postupem pro hašení pneumatik. K provedení tohoto způsobu je nutná speciální technika záchranného útvaru HZS ČR. Kolové nakladače vyváží hořící pneumatiky ze skládky, následně dojde k jejich namočení do velkoobjemového kontejneru, ve kterém je připraven roztok vody a pěnidla. Pomocí nakladače s hydraulickou rukou, ideálně s několika prstovým drapákem, se uhašení provede vyjmutím uhašeného materiálu. Uhašený materiál se nemusí prolévat další dováženou vodou, ale je po uhašení naložen a přepraven mimo požářiště nákladními automobily. Tento způsob ochraňuje zasažení podzemních vod a ušetří pohonné hmoty za dopravu hasební vody k místu zásahu. Nákladné je samozřejmě samotné přehrabování se současným lokalizováním požáru, aby nedocházelo k dalšímu rozvoji. Pro tento typ zásahu byl dle poznatků navržen kontejner v kapitole výsledky, který by k tomu mohl být využíván. V rámci HZS Středočeského kraje byl zvažován nákup několika kontejnerů, které by byly v případě potřeby dovezeny na místo zásahu. V současné době zatím nákup realizován nebyl a tyto kontejnery by musely být zapůjčeny od záchranného útvaru HZS ČR nebo soukromých subjektů.

V kapitole metodika byl zpracován návrh postupu a realizace praktického experimentu. Zde je stanoveno potřebné vybavení, hasební látka a postup likvidace hoření pneumatik. Celkem bylo připraveno 8 hranic pneumatik, kde na 7 z nich byl proveden pokus hašení s ověřením, za jak dlouho bude požár uhašen a kolik bude spotřebováno hasebních látek. V posledním pokusu bylo provedeno měření lineární rychlosti šíření požáru pneumatik a následně likvidace s nasazením dvou útočných proudů s těžkou pěnou. Před samotným zápalením byla vždy provedena příprava na následnou likvidaci požáru, pro každý pokus jiným způsobem. Nejprve bylo vytvořeno dopravní vedení B75 s rozdělovačem a dva útočné proudy na ochranu okolí před rozšířením požáru, kterými byla přilehlá skládka pneumatik pokropena vodou. Následně byl vytvořen pěnový koberec střední pěny z pěnidel určených pro výcvik. Před započítáním pokusů byla zjištěna meteorologická situace v místě provedení experimentu. V čase pokusů bylo jasno s teplotou 8 °C a mírným západním až

severozápadním větrem. Situace byla sledována průběžně po celou dobu průběhu experimentu. Každý pokus byl iniciován hořákem pomocí směsi plynů propan-butanu. Doba zápalu byla 60 sekund na rohu hranice a následným rozvojem požáru v úhlu 90 °.

Při pokusu č. 1 byl použitý taktický postup s využitím zařízení One Seven, které patří do vybavení kombinovaného hasicího kontejneru na stanici HZS Kladno. Pro hašení se v tomto zařízení používá pěnidlo Schmitz třídy A. Jedná se o syntetické pěnidlo. Výrobce uvádí, že je možné použít i jiný druh pěnidla. Zařízení využívá kompresor k vytvoření pěny s vyšším obsahem vzduchu oproti standardní pěně, tím vzniká pěna s větším obsahem vzduchu v bublinách. V případě tohoto pokusu bylo zvoleno 0,4% přímísení. Do zařízení byla přivedena tlaková voda z CAS 20 pod tlakem 0,8 MPa pomocí hadice C52. Ze zařízení bylo hasivo dopravováno také hadicí C52 opatřenou na konci speciální proudnicí pro zařízení One Seven.

Po zapálení docházelo k plynulému rozvoji požáru, při čemž v 5. minutě byl měřen rozměr, který činil 110 cm v šířce, 200 cm v délce a 100 cm ve výšce. Podle návrhu bylo v plánu provádět hašení v 10. minutě po zápalu, kdy měl být požár plně rozvinutý. V prvním případě docházelo k pomalejšímu rozvoji a v 10. minutě dosahoval rozsah pouze poloviny hranice, z důvodu časového harmonogramu pro celý experiment bylo hašení započato již v polovině rozsahu požáru hranice. Hašení probíhalo z jedné strany, postupně k pokrytí celé hořící plochy a zabránění hoření plamenem. Vzhledem ke tvaru pneumatik nebylo hašení z jedné strany účinné, proto bylo rozhodnuto o hašení obchvatným způsobem. Pěna vytvářená při hašení nebyla dostatečně účinná, aby rychle uhasila plamenné hoření, celková doba hašení činila 162 sekund.

Při hašení bylo spotřebováno 1,2 litru pěnidla, jehož cena je 260 Kč a 600 litrů vody jejíž cena je 56 Kč. Celkové náklady na hašení jsou 614 Kč. Uživatelské hodnocení bylo číslem 4. K výrobě pěny je potřebný další agregát a nestačí pouze čerpací zařízení CAS 20. Kladně byla hodnocena nízká spotřeba hasebních látek. Hasební efekt byl pomalejší, pěna nemá dostatečný ochlazovací efekt ani tlak, kterým by plamenné hoření výrazně likvidovala. V případě, že by se jednalo o požár většího rozsahu, bylo by potřeba několika těchto zařízení k výrobě pěny, kterými HZS nedisponuje. Pořizovací cena zařízení se pohybuje v řádech statisíců korun. Dle mého názoru je využití tohoto speciálního zařízení pro tento typ požáru zbytečně složité, jeho přednosti se využijí u požárů s přítomností nebezpečných látek nebo tam, kde je potřeba přilnavost pěny na svislých površích.

Dle návrhu experimentu byl pro pokus č. 2 použitý taktický postup hašení těžkou pěnou s příměsí pěnidla Sthamex F-15. Pěnidlo bylo přiměšováno automaticky v čerpacím zařízení CAS 20 s nastaveným procentem přimísení 3 % z nádoby na pěnidlo. Na této nádobě bylo vždy označeno počáteční a koncové množství pěnidla. K místu provedení experimentu bylo hasivo dopravováno pod tlakem 0,8 MPa jednoduchým vedením hadicemi C52, na konci byla použita proudnice C52 typ P6 pro výrobu těžké pěny.

Po zapálení docházelo k rozvoji požáru velmi pomalu, proto bylo měření zasažené plochy provedeno v 8. minutě po zápalu a rozsah byl pouze 50 cm x 50 cm. Následné měření v 10. minutě bylo o rozměru 130 cm šířka, 100 cm délka a 100 cm výška. Proto bylo rozhodnuto o nasazení přetlakového ventilátoru k urychlení rozvoje hoření. Ventilátorem bylo docíleno po dvou minutách rozvoje požáru na polovinu hranice, stejně jako u prvního pokusu, a to z důvodu porovnání hasebního efektu. Následně bylo provedeno hašení. Vzhledem k velmi dobrému ochlazovacímu efektu a následné izolaci pásma hoření bylo plamenné hoření zlikvidováno za 28 sekund.

Při hašení bylo spotřebováno 11,2 litru pěnidla, jehož cena je 851 Kč a 373 litrů vody, jejíž cena je 35 Kč. Celkové náklady na hašení jsou 886 Kč. Uživatelské hodnocení bylo číslem 5. Hašení bylo rychlé a účinné, příprava pěny přímo v čerpacím zařízení CAS 20. Hasební efekt a ochlazení pásma hoření byl vysoký a po uhašení teplota klesala a nedocházelo k znovu rozhoření. Dle mého názoru by při použití na požár většího rozsahu měla těžká pěna dobrý hasební účinek. Pěnidlo Sthamex F-15 je v současnosti nejvíce používaným pěnidlem u HZS Středočeského kraje, které je možné současně mísit s pěnidlem Orchydex, které má stejné vlastnosti. Toto pěnidlo má dobré vlastnosti pro použití na pevné látky a nepolární kapaliny při nízkých pořizovacích nákladech.

Podle návrhu byl pro pokus č. 3 zvolen taktický postup hašení těžkou pěnou s příměsí pěnnotvorného přípravku FireAde 2000. Přimísení probíhalo při nastaveném automatickém režimu v čerpacím zařízení CAS 20 s 1% přimísením. K místu provedení experimentu bylo hasivo dopravováno pod tlakem 0,8 MPa jednoduchým vedením hadicemi C52 na konci opatřenými proudnicí C52 typ P6 k výrobě těžké pěny.

Po zapálení docházelo opět k pomalejšímu rozvoji požáru než u prvního pokusu. Během rozvoje požáru bylo ve 3. minutě provedeno měření teplot termokamerou a teplota se pohybovala okolo 659 °C. Další měření proběhlo v 5. minutě, teplota byla okolo 771 °C.

V 5. minutě byl měřen také rozměr požáru, který byl: 50 cm šířka, 100 cm délka a 70 cm výška. V 6. minutě byla naměřena teplota 851 °C. V 7. minutě byla naměřena teplota 1 000 °C. Vzhledem k rozsahu teplot měřitelných použitým typem termokamery nebylo možné vyšší teploty měřit. V 7. minutě bylo opět provedeno měření zasažené plochy, která měla rozměry: 80 cm šířka, 140 cm délka a 100 cm výška. Pro dosažení poloviny rozsahu hranice byl nasazen přetlakový ventilátor jako u pokusu č. 2. V 11. minutě bylo započato hašení, plamenné hoření bylo zlikvidováno za 21 sekund.

Při hašení bylo spotřebováno 2,7 litru pěnidla, jehož cena je 686 Kč a 279 litrů vody, jejíž cena je 26 Kč. Celkové náklady na likvidaci požáru jsou 712 Kč. Uživatelské hodnocení je číslem 7. FireAde 2000 disponuje velmi dobrými vlastnostmi při nízkém procentu přimísení, čímž se snižuje doba hašení i spotřeba hasebních látek. Dle výrobce je doporučován přímo na požáry pneumatik. Možnost použití je i na polární i nepolární hořlavé kapaliny. Pěna z FireAde při 1% přimísení byla vizuálně podobná pění jiných hasiv s 3% přimísení. Pořizovací cena je vyšší než u klasických pěnidel používaných v současnosti u HZS ČR, ale koncentrace, při kterých lze FireAde použít je nižší. Tím se dostává na úroveň klasických pěnidel. Dle mého názoru je nejvhodnějším hasebním prostředkem pro tento typ požáru. Vzhledem k procentu přimísení je ekonomická náročnost srovnatelná s levnějšími typy pěnidel a je univerzální pro různé druhy požáru (smáčedlo, polární a nepolární kapaliny či kovy).

Pro pokus č. 4 byl zvolen taktický postup hašení těžkou pěnou s příměsí pěnidla Moussol APS F-15. Přiměšování bylo automaticky v čerpacím zařízení CAS 20 s nastaveným procentem přimísení 3 % z nádoby na pěnidlo jako u pokusu č. 2 a 3. K místu provedení experimentu bylo hasivo dopravováno pod tlakem 0,8 MPa jednoduchým vedením C52 s proudnicí C52 typ P6 k výrobě těžké pěny. Pěnidlo Moussol je velmi stabilní, tento typ je určený k hašení polárních hořlavých kapalin.

Po zapálení hranice docházelo k velmi rychlému rozvoji požáru proti předchozím pokusům, v 5. minutě byl požár již na polovině hranice. Rozměry byly téměř 200 cm šířka, 200 cm délka a 100 cm výška. Hašení bylo velmi rychlé, vzhledem k hustotě pěny trvalo pouze 15 sekund. Při tomto pokusu bylo hašení nejrychlejší ze všech, avšak s vyšší spotřebou pěnidla než u pokusu č. 3.

Při hašení bylo spotřebováno 6 litrů pěnidla, jehož cena je 1 152 Kč a pouze 199 litrů vody, jejíž cena je 19 Kč. Celkové náklady na hašení jsou 1 171 Kč. Při tomto pokusu bylo hašení nejrychlejší, ale náklady na hasební zásah byly nejvyšší. Uživatelské hodnocení je číslem 6. Stejně jako u předchozích dvou pokusů velmi dobrý hasební efekt vzhledem k vlastnostem těžké pěny. Dle mého názoru jakékoliv pěnidlo při taktickém postupu použité ve těžké pěny, je nevhodnějším hasebním způsobem tohoto typu požáru.

Pro pokus č. 5 byl použitý taktický postup pro hašení zařízením PRO/pak, které patří u HZS Středočeského kraje do vybavení CAS na prvním výjezdu. Toto zařízení je kombinací nádoby na pěnidlo s přiměšovačem. Vstup pro přívod vody do zařízení je opatřen spojkou D25. Na výstup lze použít proudnici na těžkou nebo střední pěnu. V případě pokusu bylo použito pěnidlo Sthamex F-15, stejné pěnidlo jako u pokusu č. 2. Nastavení přimísení bylo 3 %, které bylo regulováno v závislosti na struktuře pěny ovládním v rukojeti. Tlak vody na vstupu do zařízení byl 0,35 MPa.

Po zapálení docházelo opět k velmi rychlému rozhoření na rozdíl od pokusů č. 2 a 3. Ve 4. minutě od zapálení byla plocha o rozměrech: 150 cm šířka, 180 cm délka a 100 cm výška. V 5. minutě bylo provedeno hašení při zasažení poloviny hranice jako u předchozích pokusů. Při hašení bylo nejprve zmírněné plamenné hoření těžkou pěnou, které trvalo 30 sekund a následovalo dohašení stejným zařízením, při stejném přimísení pěnidla, ale pěnou střední. Celkové uhašení plamenného hoření bylo za 97 sekund.

Při hašení bylo spotřebováno 0,95 litrů pěnidla Sthamex F-15, jehož cena je 75 Kč a 200 litrů vody, jejíž cena je 19 Kč. Celkové náklady na hašení činily 91 Kč. Uživatelské hodnocení bylo číslem 3. Výroba pěny s tímto zařízením je složitější pro obsluhu, je nutné sledovat kvalitu pěny v závislosti na regulaci průtoku zařízením. Ochlazovací efekt nebyl tak vysoký jako u těžké pěny s proudnicí P6. Dle mého názoru je v případě požáru většího rozsahu možné zařízení použít pro dohašování, ale pro počáteční likvidaci nemá dostatečný efekt. Při intenzivním plamenném hoření by byla střední pěna absolutně degradována teplotou a díky výměně plynů by ani nemohla být aplikována na povrch. Kladně by se dala hodnotit velikost zařízení při dohašování zbylých ohnisek požáru na větším požářišti. Zařízení bylo na tento typ požáru použité v případě požáru Kladno Dubí v roce 2018, kde bylo použito na dohašování ohnisek menšího rozsahu.

Po provedení pokusu bylo pozorováno požářiště termokamerou. V 9. minutě po uhašení byla teplota 91 °C. Ve 14. minutě od uhašení byl zpozorován opět plamen a znovu rozhoření hranice č. 5 s teplotou 673 °C. V tomto pokusu byla ověřena pracovní hypotéza, že střední pěna neměla dostatečný ochlazovací efekt na rozehřáté kovové části pneumatiky a došlo k zahřátí opět na teplotu vzplanutí, na rozdíl od pokusů č. 2 a 3 a 4, kde byla použita pěna těžká.

Pro pokus č. 6 byl zvolen taktický postup hašení vodou s příměsí pěnotvorného přípravku Pyrocool B, který je určen k vytvoření tzv. lehké vody ve formě smáčedla. Do vody byl přiměšován v čerpacím zařízení CAS 20. Procento přimísení nastavené na hodnotu 0,4 %. Doprava hasební látky jednoduchým vedením hadic C52 opatřených na konci kombinovanou proudnicí C52. Na proudnici lze nastavit průtok směsi od 115 l do 400 l za minutu. Pro účely pokusu byl průtok nastaven na 250 l·min⁻¹ při tlaku 0,8 MPa na čerpacím zařízení.

Po zapálení docházelo k plynulému rozvoji požáru, v 5. minutě byla měřena zasažená plocha, která byla 150 cm šířka, 190 cm délka a 100 cm výška. Vzhledem k tomu, že se jednalo o polovinu plochy hranice, bylo v 6. minutě započato hašení. Na proudnici byl nastaven sprchový proud a bylo provedeno hašení, které trvalo 60 sekund.

Při hašení bylo spotřebováno 1,4 litru přípravku Pyrocool B, jehož cena je 217 Kč a 250 litrů vody, jejíž cena je 23 Kč. Celkové náklady činily 240 Kč. Uživatelské hodnocení je číslem 2. Rychlost uhašení plamenného hoření byla průměrná mezi všemi prováděnými pokusy. Ochlazovací efekt byl oproti těžké pěně nižší, ale nebyl úplně zanedbatelný. Lze konstatovat, že pro hašení požáru menšího rozsahu je tento postup vhodný. Příměs smáčedla je vhodná pro všechny požáry třídy A. Zlepšuje ochlazovací efekt a voda nestéká takovou rychlostí z hořícího materiálu.

Po uhašení bylo jako při všech pokusech prováděno následné měření teplot pomocí termokamery. V případě tohoto pokusu bylo 3 minuty po uhašení naměřeno 122 °C. Následné další měření bylo v 7. minutě po uhašení, a to byla naměřena nejvyšší teplota 166 °C. Při následujících měření byla teplota klesající a došlo k úplnému vychladnutí. V případě požáru většího rozsahu by ale ochlazení nebylo dle mého názoru dostačující a došlo by k opětovnému rozhoření.

Pro pokus č. 7 byl zvolen taktický postup hašení vodou bez příměsí pěnotvorných přísad. Doprava hasební vody do místa experimentu byla jednoduchým vedením hadic C52 opatřených na konci kombinovanou proudnicí C52. Na proudnici byl nastaven průtok směsi $250 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ při tlaku 0,8 MPa na čerpacím zařízení stejně jako u pokusu č. 6.

Po zapálení docházelo k plynulému rozvoji požáru. Ve 4. minutě bylo měřením termokamerou naměřeno $1\,000 \text{ }^\circ\text{C}$ a 5. minutě byla změřena plocha požáru. Rozměry byly 170 cm šířka, 180 cm délka a 100 cm výška. V 6. minutě byl vzhledem k rozsahu proveden hasební zásah. Doba hašení byla 55 sekund.

Při hašení se spotřebovalo 230 l vody, jejíž cena je 21 Kč. Celkové náklady jsou proto jen 21 Kč. Uživatelské hodnocení je číslem 1. Hasební efekt byl průměrný v porovnání s ostatními pokusy. Spotřeba hasebních látek byla také nízká, ale ochlazovací efekt byl slabý, hasební voda stékala velkou rychlostí a po uhašení zůstala zvýšená teplota $141 \text{ }^\circ\text{C}$. Ve 2. minutě po uhašení byla teplota $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Při následujícím měření 9 minut po uhašení byla teplota jen $144 \text{ }^\circ\text{C}$ a následně klesala. Odpověď na pracovní hypotézu v tomto pokusu lze usoudit, že pro požár menšího rozsahu může být dostačující jako hasební látka pouze voda a její ochlazující efekt. S ohledem na rozsah požáru, například jako u pokusu č. 8, by již ochlazovací efekt nebyl účinný. Náklady na hašení jsou minimální, ochlazování lze provádět delší dobu k docílení hasebního efektu, s tím je spojená náročnost zásahu. Lze konstatovat, že v případě požáru větších rozměrů bude hasební efekt vody nedostačující a bude docházet k opětovnému rozhořívání požáru a větší spotřebě vody. Přísada pěnotvorných látek snižuje spotřebu hasební vody. V případě reálného požáru se náklady zvyšují o pohonné hmoty, které jsou spotřebovány pro dopravu většího množství hasební vody pro požární zásah.

Pokus č. 8 je specifický svým rozsahem. Pouze u tohoto pokusu byl po iniciaci požár ponechán bez zásahu, a to až do úplného zasažení celé plochy hranice. Důvodem bylo ověření lineární rychlosti šíření požáru. Dle tabulkové hodnoty je uvedeno, že požár se v prvních 10 minutách šíří poloviční rychlostí a následně v dalších minutách již probíhá konstantní rychlostí, která je $1,2 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Před započítáním samotného pokusu bylo připraveno dopravní vedení B75 s rozdělovačem a dva útočné proudy C52 s proudnicí P6 doplněné o přenosný příměšovač s nádobou pěnidla. První proud na rozdělovači s hasivem Sthamex F-15 a druhý proud s hasivem Orchydex. Obě pěnidla měla nastavené 3% přimísení. Dle výrobců pěnidel mají srovnatelné vlastnosti, proto je lze mísit. Na tomto pokusu měl být porovnán hasební

efekt obou pěnidel, bohužel se porovnání nezdařilo, protože došlo k závadě na jednom z příměšovačů. Závada byla odstraněna během pokusu, ale již nebylo možné porovnání hasebních vlastností, ani kvality pěny.

Po zapálení uprostřed kratší strany hranice byl rozvoj požáru ve směru 180°, docházelo k volnému rozvoji požáru hranice. Měřením rozsahu požáru v jednotlivých časových úsecích byla zjištěna rychlost rozvoje požáru. V 5. minutě od zapálení byl rozměr zasažené části hranice: 250 cm šířka, 300 cm délka a 100 cm výška. V 10. minutě byl rozměr zasažené části hranice 400 cm šířka, 530 cm délka a 100 cm výška. Ve 13. minutě byl rozměr požáru 400 cm šířka, 600 cm délka a 100 cm výška. Ve 14. minutě byla požárem zasažena celá hranice. V 15. minutě bylo započato hašení, které probíhalo 60 sekund dvěma proudy s těžkou pěnou.

Z výše uvedených rozměrů lze vypočítat, že se požár za prvních 10 minut rozšířil na 500 cm, takže rychlostí $0,5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. Za poslední 4 minuty se požár rozšířil o 250 cm, takže rychlost šíření se zvýšila na $0,625 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$.

Následně po doplnění hasebních látek došlo k opětovnému prolití všech hranic vodou, z důvodu zabránění následného znovu rozhoření. Po ukončení celého experimentu byla prováděna dohlídka dalších 24 hodin.

Po ukončení experimentu, který současně sloužil jako výcvik pro příslušníky HZS Středočeského kraje a členy jednotek SDH, bylo provedeno vyhodnocení zjištěných poznatků. Součástí tohoto vyhodnocení bylo i stanovení pořadí jednotlivých taktických postupů. Podle zkušeností z experimentu a poznatků ze skutečných požárů bylo stanoveno, že nejvhodnějším hasivem pro tento typ požáru, dle uživatelského hodnocení, je těžká pěna dodávaná pomocí proudnice C52 typ P6. Pořadí ovlivnila také spotřeba hasebních látek a vizuální hasební efekt. Jednotlivé pokusy byly obodovány hodnotou od 1 do 7 bodů, kdy nejvyšší číslo značí nejvhodnější hasivo a nejnižší naopak nejméně vhodné.

Pořadí je stanoveno v tabulce 7. Nejlépe se osvědčilo hasivo FireAde 2000 v provedení těžké pěny s 1 % přimísení z pokusu č. 3 s bodovým ohodnocením 7 bodů. Na druhém místě je hasivo Moussol APS F-15 v provedení těžké pěny s 3 % přimísení z pokusu č. 4 s bodovým hodnocením 6 bodů. Třetí v pořadí je hasivo Sthamex F-15, které bylo opět v provedení těžké pěny s přimísením 3 % z pokusu č. 2 s bodovým hodnocením 5 bodů. Čtvrté v pořadí je zařízení One Seven s pěnidlem Schmitz A, které bylo aplikováno s přimísením 0,4 %

z pokusu č. 1 s bodovým hodnocením 4 body. Páté v pořadí je zařízení PRO/pak z pokusu č. 5 s pěnidlem Sthamex F-15 aplikovaným s 3 % příměsí, hodnoceno 3 body. Předposlední v pořadí je pokus č. 6, kde bylo provedeno hašení s příměsí Pyrocool B 0,4 % s hodnocením 2 body. Poslední v pořadí je pokus č. 7, kde bylo provedeno hašení vodou bez příměsí pěnidla s hodnocením 1 bod. Důvody, proč bylo určeno toto pořadí, jsou uvedeny v diskusi u každého pokusu.

Pro nezávislé určení vhodného hasiva a taktického postupu byla zvolena multikriteriální analýza, která se skládá z tabulky obsahující intervaly a kritéria s určitou váhou viz tabulka 10. Tabulka s intervaly byla připravena dle vstupních dat z výsledků praktického experimentu. Výstupní data byla rozdělena do intervalů a následně z každého pokusu zadávána zpět do tabulky, kde dle výsledného kritéria byla násobena jeho váhou. Výsledky jsou uváděny v tabulkách 11, 12 a 13. Dle předem stanovených kritérií výzkumu jsou kritéria zadávána v pořadí od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Výsledek jednotlivého pořadí dle multikriteriální analýzy uvádí graf na obrázku 11.

Výsledkem je na prvním místě pokus č. 3 s hasivem FireAde 2000 s 336 body. Na druhém místě je pokus č. 7 s vodou bez příměsí s 308 body, která dle uživatelského hodnocení byla na posledním místě, ale vzhledem k ekonomické náročnosti v multikriteriální analýze vychází velmi dobře. Na třetím místě je pokus č. 5 zařízení PRO/pak s 305 body. Na čtvrtém místě je pokus č. 4 s hasivem Moussol APS F-15 s 288 body. Na pátém místě je pokus č. 6 s vodou a příměsí Pyrocool B s 286 body. Na šestém místě je pokus č. 2 s hasivem Sthamex F-15 s 237 body. Na posledním místě je pokus č. 1 s zařízením One Seven a pěnidlem Schmitz A se 198 body.

Analýza zohledňuje několik kritérií, která se nemohou vyrovnat praktickým zkušenostem z již proběhlých požárů a na nich ověřených taktických postupů. Pro reálné požáry tohoto typu je nutné zohlednit rozsah požáru, skutečnosti mající vliv na jeho likvidaci, nedostupnost pro požární techniku, ochranu životního prostředí atd. Pokud se jedná o požár menšího rozsahu několik desítek metrů čtverečních, lze provádět likvidaci požáru kterýmkoli výše uvedeným způsobem. Pokud se ale jedná o požáry větších rozměrů, je nutné brát ohled na další vlivy ovlivňující vývoj situace. V případě požáru velkého rozsahu, dochází k vývinu vyšších teplot a tím k odpařování hasební látky, proto jednodušší prostředky na likvidaci požáru nemusí být dostačující.

Ze všech získaných poznatků byl navržen metodický list Bojového řádu JPO. Pro požáry pneumatik zatím tento list vydaný není, je pouze v pár bodech obsažen v metodickém listu pro požáry skládek obecně. V metodickém listu jsou vypsány očekávané zvláštnosti, které na první pohled při požáru nemusí být poznatelné. Jsou zde uvedeny taktické postupy, které je vhodné aplikovat pro co nejjednodušší likvidaci požáru. V případě některých zvláštností, jako jsou například nemožnost aplikace hasebních látek z důvodu ohrožení podzemních vod, nebo špatná dostupnost pro požární techniku, je zde uveden alternativní způsob hašení pomocí velkoobjemového kontejneru, do kterého se hořící pneumatiky tzv. „máčí“. Dále je možný způsob zavezení hlínou, který je ovšem složitý v možnosti získání hlíny a použití těžké techniky na přepravu. V případě „černé“ skládky pneumatik by zavezení hlínou nebylo nejlepší řešení, především ne trvalé. Po uhašení by se musela hlína opět odstraňovat a následně i samotné pneumatiky.

7 Závěr

Tato diplomová práce měla několik cílů. Prvním z nich bylo vytvoření statistiky četnosti událostí požárů pneumatik. Vzhledem k tomu, že ne vždy se jedná o požár skládky pneumatik, byl z rozboru statistického sledování událostí HZS Středočeského kraje vytvořen graf viz obrázek 10, ve kterém byly rozříděny počty událostí podle jejich typu a rozsahu. Analýza byla prováděna především kvůli požárům většího rozsahu. Tento typ událostí se vyskytuje velmi zřídka, ve Středočeském kraji se jedná v průměru o jednu událost za rok. Proto bylo několik specifických událostí z posledních let vybráno a z nich zpracovány případové studie.

Na základě poznatků z případových studií byly navrženy taktické postupy likvidace požárů pneumatik. Tyto taktické postupy se následně vyzkoušely při praktickém experimentu, kde byla nejsledovanějším kritériem doba hašení a náročnost pro obsluhu zasahujícími hasiči. Dalšími poznatky byla ekonomická náročnost a spotřeba hasebních látek. Z případových studií vyplynuly i zvláštní nepředvídatelné okolnosti, které jsou následně popsány v metodickém listu Bojového řádu, který by měl sloužit jako návod pro zasahující hasiče. Nejvhodnějším hasivem z pohledu zasahujících hasičů i provedeního experimentu je těžká pěna z pěnotvorného přípravku FireAde 2000, který má dobré izolační a ochlazovací účinky.

Ze všech zjištěných poznatků byla použita data k dalšímu zpracování v multikriteriální analýze. V této analýze byla data posouzena dle přiřazených kritérií a následně v tabulkách výsledků vyšlo pořadí, který z pokusů a v něm použitý taktický postup by měl být nejvhodnější k likvidaci požáru pneumatik. Vzhledem k tomu, že se posuzovala v podstatě dvě hasiva, a to voda a voda s příměsí pěnotvorných látek. Voda byla zvýhodněna v případě porovnání ekonomické náročnosti. Z provedených pokusů ovšem vyplynulo, že její ochlazovací účinek bez pěnotvorných příměsí není tak vysoký jako v případě použití pěny, která disponuje současně izolačním efektem.

Závěrečným výsledkem práce je možnost použití alternativních metod hašení, kterými jsou tzv. „máčení pneumatik“ nebo zavezení hlínou. Pro potřeby metody „máčení“ je navržen v kapitole výsledky kontejner, který je nutné v případě potřeby pořídit do výbavy JPO nebo zajistit zapůjčení v plánované pomoci na vyžádání. Alternativní metody jsou využitelné v případě, že běžné taktické postupy není možné uplatnit. Srovnání ekonomické náročnosti standardních taktických postupů a alternativních metod není možné. Jejich použití by muselo probíhat současně, lokalizace požáru těžkou pěnou a dohašení alternativní metodou.

8 Seznam použitých zkratek

AFFF – Aqueous film forming

CAFS – Compressed air foam systém

CAS – Cisternová automobilová stříkačka

ČR – Česká republika

ES – Španělsko

HZS ČR – Hasičský záchranný sbor České republiky

JPO – Jednotka požární ochrany

KOPIS – Krajské operační a informační středisko

SaP – Síly a prostředky

SCK – Středočeský kraj

SDH – Sbor dobrovolných hasičů

TUPO – Technický ústav požární ochrany

UK – Spojené království Velké Británie a severního Irska

USA – Spojené státy americké

ÚO – Územní odbor

VEA – Velitelský automobil

VZ – Velitel zásahu

9 Seznam použité literatury

1. KVARČÁK, Miloš. *Požární taktika v příkladech*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 80-86111-08-3.
2. VLK, František. *Podvozky motorových vozidel: pneumatiky a kola: zavěšení kol, nápravy: odpružení: řídicí ústrojí: brzdové soustavy*. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5274-4.
3. KOLEČEK, Petr a Bronislav RŮŽIČKA. *Pneumatiky pro váš automobil*. Brno: CP Books, 2005. *Rady a tipy pro řidiče (CP Books)*. ISBN 80-251-0561-x.
4. DOČKAL, Vladimír, Jan KOVANDA a František HRUBEC. *Pneumatiky*. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01882-2.
5. Prořezávání pneumatik. SpolehlivePneu.cz [online]. Dolní Třebotín: KOMAT, c2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.spolehlivepneu.cz/blog/prorezavani-pneumatik-95.html>
6. Jak funguje zpětný odběr pneumatik? Nechte je přímo v servisu. IDNES.cz [online]. Praha: MAFRA, c1999-2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: https://sdeleni.idnes.cz/auto/jak-funguje-zpetny-odber-pneumatik-nechte-je-primo-v-servisu.A180314_101353_auto-sdeleni_rest
7. Eltma: Zajišťujeme ekologickou recyklaci pneu [online]. Brno: ELT Management Company Czech Republic, c2018 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.eltma.cz/>
8. Jak se recyklují pneumatiky. Třídění odpadu.cz [online]. Martin Hobrland, c2007-2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluji-pneumatiky>
9. Skladování pneumatik. BestDrive [online]. Otrokovice: ContiTrade Services, c2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://www.bestdrive.cz/poradime-vam/technicky-radce/skladovani-pneumatik.html>
10. Nakládání s pneumatikami na skládkách. EnviWeb [online]. Brno: EnviWeb, c1999-2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/110741>

11. ČESKO, Zákon č. 185/2001 sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů, Sbírka zákonů České republiky, 2001, Částka 71,
12. ČESKO, Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, Sbírka zákonů České republiky, 2005, Částka 105
13. ČESKO, Vyhláška č. 246/2001, o požární prevenci, Sbírka zákonů České republiky, 2001, Částka 95
14. WICHTERLOVÁ, Jana. *Chemie nebezpečných anorganických látek*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001. ISBN 80-86111-92-x.
15. ORLÍKOVÁ, Kateřina Petr ŠTROCH. *Chemie procesů hoření*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. ISBN 80-86111-39-3.
16. BALOG, Karol. *Hasiace látky a jejich technologie*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86634-49-3.
17. BALOG, Karol. *Dynamika požáru*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. ISBN 80-86111-44-x.
18. TRČKA, Martin. *Provádění požárního zásahu*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. ISBN 978-80-7385-135-4.
19. ORLÍKOVÁ, Kateřina. *Hasební látky*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1995. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 80-902001-0-9.
20. *Bojový řád jednotek požární ochrany*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007-. ISBN 978-80-7385-197-2.
21. KRATOCHVÍL, Michal a Václav KRATOCHVÍL. *Technické prostředky požární ochrany*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-064-7.
22. JÁNOŠÍK, Ladislav. *Technické prostředky požární ochrany II*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3909-7.

23. KALOUSEK, Jaroslav. *Základy fyzikální chemie hoření, výbuchu a hašení*. 2. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. ISBN 80-86111-34-2
24. MIZERSKI, Andrzej, Mirosław SOBOLEWSKI a Bernard KRÓL. *Hasicí pěny*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-075-3.
25. KVARČÁK, Miloš. *Požární taktika v příkladech*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 80-86111-08-3 [16]
26. Technická příručka výrobku FireAde 2000
27. KRATOCHVÍL, Michal a Václav KRATOCHVÍL. *Technické prostředky požární ochrany*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2007. ISBN 978-80-86640-86-0
28. DOHNAL, Jiří. *Technické prostředky požární ochrany I*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. ISBN 80-86111-22-9.
29. Přenosné pěnotvorné zařízení PRO/pak. Probo-NB [online]. Nový Bor: PROBO-NB, 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.probo-nb.cz/prenosne-penotvorne-zarizeni-pro-pak-p9889/>
30. EKSEROVA, D. R., Georgi GOCHEV, D. PLATIKANOV, L. LIGGIERI a Reinhard MILLER. *Foam films and foams: fundamentals and applications*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2019]. ISBN 978-1-4665-8772-4.
31. BOCEK, Bogdan. *Hasicí systém One Seven*. Ostrava, 2002. Diplomová práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Kvarčák Miloš.
32. *Burn Rubber: The World's 9 Worst Tire Fires*. WebEcoist [online]. Los Angeles: TotallyHer Media, c2019 [cit. 2019-04-]. Dostupné z: <https://www.momtastic.com/webecoist/2013/05/28/burn-rubber-the-worlds-9-worst-tire-fires/2/>

33. Gumové peklo. U Madridu hoří největší skládka v Evropě. IDNES.cz [online]. Praha: MAFRA, c1999-2019 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/nedaleko-madridu-hori-nejvetsi-skladka-pneumatik-v-zemi.A160513_153739_zahranicni_fka
34. Rubber Fires. FireStudy [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://firestudy.weebly.com/rubber-fires.html>
35. 112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. Praha: MV - generální ředitelství HZS ČR, 2011, 10(9). ISSN 1213-7057.
36. Návod k obsluze Termovizní kamera ISG SD 250
37. STŮJ, Jiří. *Krajské statistické sledování událostí*. RCS Kladno [software] verze 6.0.67.2 [přístup 2019-01-25]
38. Řád strojní služby, Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2007. ISBN 80-86640-72-8.
39. Meva-Tec: Kontejner Abroll [online]. Roudnice nad Labem: MEVA-TEC [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.mevatec.cz/Kontejner-ABROLL-6000x2300x2150-mm-30-m3-d2527.htm?tab=description>

10 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 - Složení bezdušové pneumatiky	13
Obrázek 2 - Vrstvy pneumatiky	14
Obrázek 3 - Gumový povrch z recyklátu	16
Obrázek 4 - Postavení pneumatik při skladování	18
Obrázek 5 - Fáze požáru	23
Obrázek 6 - Pásma požáru	24
Obrázek 7 - Rozměry hranice pneumatik pro pokus 1-7	37
Obrázek 8 - Rozměry hranice pneumatik pro pokus č.8.....	38
Obrázek 9 - Schéma experimentu	41
Obrázek 10 - Statistika požárů pneumatik ve Středočeském kraji za posledních 5 let	42
Obrázek 11 - Graf výsledku analýzy	60
Obrázek 12 - Návrh kontejneru na hašení abroll	61
Obrázek 13 - Hadice v kotouči (A, B, C, D)	86
Obrázek 14 - Přejchod B/C a C/D.....	87
Obrázek 15 - Hadicový rozdělovač	87
Obrázek 16 - Proudnice B a C	88
Obrázek 17 - Kombinovaná proudnice C a D.....	89
Obrázek 18 - Přenosný přiměšovač s regulací a savičkou D.....	94
Obrázek 19 - Proudnice P6	95
Obrázek 20 - Proudnice AWG	95
Obrázek 21 - Schéma zařízení CAFS (One seven).....	97
Obrázek 22 - Zařízení CAFS - One seven	98
Obrázek 23 - Situace v době příjezdu první JPO.....	102
Obrázek 24 - Průběh hasebního zásahu	102
Obrázek 25 - Situace v době příjezdu první JPO.....	103
Obrázek 26 - Průběh hasebního zásahu	103
Obrázek 27 – Požár pneumatik Ostředek 2017	104
Obrázek 28 – Pohled v době lokalizace požáru	104
Obrázek 29 - Pohled v době zásahu první JPO.....	105
Obrázek 30 - Pohled v době zastavení plamenného hoření	105
Obrázek 31 - Praktický experiment pokus č.1 podpal	106
Obrázek 32 - Praktický experiment pokus č.1 rozvoj.....	106
Obrázek 33 - Praktický experiment pokus č.1 hašení.....	107
Obrázek 34 - Praktický experiment pokus č.2 podpora hoření.....	107
Obrázek 35 - Praktický experiment pokus č.2 hašení.....	108
Obrázek 36 - Praktický experiment pokus č.3	108
Obrázek 37 - Praktický experiment pokus č.3 měření teplot.....	109
Obrázek 38 - Praktický experiment pokus č.4.....	109
Obrázek 39 - Praktický experiment pokus č.5 opětovné rozhoření	110
Obrázek 40 - Praktický experiment pokus č.6 hašení.....	110
Obrázek 41 - Praktický experiment pokus č.8 měření rozsahu	111
Obrázek 42 - Praktický experiment pokus č.8 hašení.....	111
Obrázek 43 - Praktický experiment pokus č.8 likvidace plamenného hoření	112

11 Seznamu použitých tabulek

Tabulka 1 - Druhy pěnidel	29
Tabulka 2 - Jednotky vyslané na místo události	44
Tabulka 3 - Jednotky vyslané na místo události	46
Tabulka 4 - Jednotky vyslané na místo události	49
Tabulka 5 - Jednotky vyslané na místo události	52
Tabulka 6 - Výsledky jednotlivých pokusů z experimentu.....	55
Tabulka 7 - Uživatelské hodnocení.....	57
Tabulka 8 - Ceny použitých pěnidel	58
Tabulka 9 - Celková cena hasebních látek pro experimentálního měření	58
Tabulka 10 - Intervaly pro analýzu s doplněnými výstupy z experimentu	59
Tabulka 11 - Výsledky multikriteriální analýzy první část.....	59
Tabulka 12 - Výsledky multikriteriální analýzy druhá část	59
Tabulka 13 - Výsledky multikriteriální analýzy třetí část.....	60

12 Seznam Příloh

- Příloha číslo 1 - Technické prostředky pro hašení vodou
- Příloha číslo 2 - Pěnotvorné přísady
- Příloha číslo 3 - Technické prostředky pro hašení pěnou
- Příloha číslo 4 - Souhlas majitele pozemku a oznámení odboru životního prostředí
- Příloha číslo 5 - Fotodokumentace k případové studii bývalý důl Čs. Armády 2014
- Příloha číslo 6 - Fotodokumentace k případové studii Kladno Dubí 2018
- Příloha číslo 7 - Fotodokumentace k případové studii Ostředek 2017
- Příloha číslo 8 - Fotodokumentace k případové studii Koudelov-Vrdy 2012
- Příloha číslo 9 - Fotodokumentace z provedení praktického experimentu
- Příloha číslo 10 - Vložené DVD s videoklipy praktického experimentu

Příloha číslo 1 – Technické prostředky pro hašení vodou

Tlakové požární hadice - jsou používány k dopravě hasební látky k místu požáru. Hadice jsou vyráběny z polyesterové nitě s vnitřní polyuretanovou vložkou. Dalším vyráběným typem jsou oboustranně pogumované vyrobené ze syntetických vláken, jsou velmi kvalitní a odolné z vnější i vnitřní strany. Jejich výbornou odolnost lze využít v chemickém průmyslu, odolávají celé řadě chemických látek (olej, nafta, benzín, kyseliny, louhy) proti normálním vnitřně pogumovaným mají 10 x větší odolnost proti oděru. Hadice jsou na obou koncích zakončeny tlakovými hadicovými spojkami, spojené s hadicí navázáním pozinkovaným drátem k hrdlu hadicové spojky [21].

Rozměry hadic:

- **A – průměr 110 mm délka 5; 25 m a 50 m** - při dálkové dopravě vody, velkoobjemové čerpání, označení **A110**,
- **B – průměr 75 mm a délka 20 m a 5 m** - dopravní vedení při dálkové dopravě vody ze stroje do stroje, čerpání vody z CAS do CAS, označení **B75**,
- **C – průměr 52 mm a délka 20 m** - útočné vedení, dopravní vedení, nástěnné hydranty, označení **C52**,
- **D – průměr 25 mm a délka 20 m** - dříve součást vybavení nástěnných hydrantů a ručních stříkaček. Dnes zařazované u JPO jako útočné vedení pro hašení některých typů požárů, označení **D25**.
-



Obrázek 13 - Hadice v kotouči (A, B, C, D) [zdroj autor]

Přechody - armatury využívané pro přechod mezi jednotlivými průměry hadic, vyrobené ze slitiny lehkých kovů. Průměry používané v současné době 110/75; 75/52; 52/25 mm viz obrázek 14 [21].



Obrázek 14 - Přechod B/C a C/D [zdroj autor]

Hadicový rozdělovač - slouží k rozdělení dopravního hadicového vedení B na útočné proudy C nebo B. Rozdělovačem je možné rozdělit dopravní vedení na tři útočné proudy. Vtokové hrdlo rozdělovače je B o průměru 75 mm, dvě výtoková hrdla C o průměru 52 mm a jedno výtokové hrdlo B o průměru 75 mm, které bývá doplněno o přechod 75/52.

Další modifikací je rozdělovač na dopravní vedení hadicemi C, který má vtokové hrdlo C o průměru 52 mm, dvě výtoková hrdla D o průměru 25 mm a jedno výtokové hrdlo C o průměru 52 mm. Každý výtok je možné uzavřít kulovým uzávěrem viz obrázek 15 [22].



Obrázek 15 - Hadicový rozdělovač [zdroj autor]

Požární proudnice - technický prostředek, který se umísťuje na konci hadicového útočného vedení a slouží k usměrnění proudu hasební látky.

Plnoproudá proudnice B a C - umožňuje hašení pouze kompaktním proudem vody, tyto typy byly dříve využívány pro hašení lesních požárů. V dnešní době jsou nahrazovány kombinovanými proudnicemi, které zvládnou vytvořit několik druhů vodních proudů viz obrázek 16 [21].



Obrázek 16 - Proudnice B a C [zdroj autor]

Kombinovaná proudnice C a D - umožňuje hašení několika druhů vodních proudů bez nutnosti výměny proudnice. Kompaktní proud, sprchový proud a vodní clonu. Další možností využití je nasazení pěnotvorného nástavce a hašení těžkou nebo střední pěnou.

Složení: těleso, pevná spojka C o průměru 52 mm nebo D o průměru 25 mm, ovládací prstenec k nastavení požadovaného průtoku (nejčastěji 150 l – 400 l), pistolová rukojeť, ovládací páka uzávěru a otočná ovládací hlava k nastavení požadovaného druhu proud viz obrázek 17 [22].



Obrázek 17 - Kombinovaná proudnice C a D [zdroj autor]

Příloha číslo 2 – pěnotvorné přísady

FireAde 2000

Pěnový koncentrát nové generace s novou technologií disponuje možností mnoha účelného použití. Lze jej využít v různých koncentracích pro různé třídy požáru. Ekologický prostředek umožňující hašení za ztížených podmínek bez zamrznutí až do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Disponuje velmi dobrou ochlazovací vlastností a po uhašení nedochází k opětovnému vznícení. Přípravek lze využít k likvidaci úniku nebezpečných látek ve formě aerosolů, zkrápění kouřových zplodin a tím snížení koncentrace škodlivých látek do ovzduší. Přípravek FireAde 2000 nahrazuje několik různých pěnových hasiv, vyznačuje se velmi dlouhou dobou životnosti [26].

1. Použití pro požáry třídy A

Nejčastější typ požáru. Doporučené dávkování přimísení pro dřevo, trávu, pneumatiky, seno, papír je od 0,10 % do 0,50 %. Dopravní prostředky 0,50 % až 1 %. Možné přimísení jako smáčedlo do proudu vody.

2. Požáry třídy B

Pro nepolární látky (vodou nemísitelné) jako jsou: benzín, nafta, tryskové palivo je doporučené dávkování přimísení od 0,50 % do 3 %.

Pro polární (vodou mísitelné) jako jsou: methanol, methylethylketon je doporučené dávkování přimísení 6 %.

3. Požáry třídy C

I pro tuto kategorii je vysoce účinný, podmínky použití jsou jako u třídy B.

4. Požáry třídy D

Hořlavé kovy jako jsou: sodík, hořčík, lithium, vápník a další. Doporučené dávkování přimísení je 10 % a více s nutností použití speciálního vybavení pro tento typ požáru.

5. Požáry třídy E

Pro požáry třídy E, tedy pro požáry zařízení pod elektrickým proudem je použití zakázáno.

6. Požáry třídy F

Požáry jedlých olejů a tuků. Doporučené dávkování přimísení od 3 % do 6 %. Při nesprávné aplikaci může docházet k úrazům [26].

Nejpoužívanější pěnidla současnosti dle TUPO

1. Fomtec MB5 – 15

Víceúčelové pěnотvorné hasivo určené na třídu B požáru uhlovodíků. Použití jako lehká, střední i těžká pěna, vhodné na hašení menšího množství pohonných hmot.

Dle zkoušky v TUPO: doba hašení 46 s, doba zpětného rozhoření 9 min 7 s.

2. Sthamex F-15 3 %

Syntetické víceúčelové pěnidlo, vhodné pro těžkou, střední a lehkou pěnu. Lze ho využít jako smáčedlo. Vhodné pro kombinované hašení prášek – pěna, kompatibilní s hasicími pěnamí. Použití na pevné látky a nepochární kapaliny.

Měření v TUPO nebylo provedeno.

3. Moussol APS 3/6 F-15 3 %

Víceúčelové pěnотvorné hasivo tvořící vodní film, určené pro hašení požárů třídy A i B pomocí těžké pěny, pro nepochární i polární (především) kapaliny, pevné látky. Tvoří polymerní i vodní film.

Dle zkoušky v TUPO: doba hašení 1 min 3 s, doba zpětného rozhoření 21 min 37 s.

4. Moussol APS 3/6 F-15 6 %

Stejně použití jako výše uvedená 3% varianta, pouze s vyšší koncentrací. Měření hasební zkoušky v TUPO nebylo provedeno z důvodu velké hustoty a výskytu bublin v koncentrátu.

5. Sthamex AFFF 3 % F-15

Syntetické pěnidlo, ve formě těžké a střední pěny na hašení požárů třídy A a B (nepochární kapaliny).

Dle zkoušky v TUPO: doba hašení 49 s, doba zpětného rozhoření 14 min 44 s.

6. Moussol APS LV 1/3 F-15 1 %

Syntetické pěnidlo, ve formě těžké pěny na hašení požárů A a B, použití na polární i nepochární kapaliny.

Dle zkoušky TUPO: doba hašení 56 s, doba zpětného rozhoření 17 min 39 s.

7. Moussol APS LV 1/3 F-15 3 %

Stejné použití jako výše uvedené 1 %. Zkouška v TUPO nebyla provedena.

8. Sthamex AFFF 1 % F-15

Syntetické pěnidlo, použití ve formě těžké pěny na hašení požárů třídy A a B (nepolární kapaliny).

Dle zkoušky v TUPO: doba hašení 1 min 9 s, doba zpětného rozhoření 20 min 20 s.

9. Sthamex K 1 % F-15

Syntetické pěnidlo, ve formě těžké a střední pěny vhodné na hašení požárů třídy A a B (nepolární kapaliny).

Dle zkoušky v TUPO: doba hašení 31 s, doba zpětného rozhoření 11 min 39 s.

10. Fomtec ACR 3x6 AFFF 3 %

Filmotvorné pěnidlo, pseudoplastické, může vyžadovat speciální přiměšovací zařízení. Použití na výrobu těžké pěny.

Dle zkoušky v TUPO: doba hašení 59 s, doba zpětného rozhoření 16 min 5 s.

11. Fomtec ACR 3x6 AFFF 6 %

Stejné využití jako výše uvedené 3 % stejného typu. Zkouška v TUPO nebyla provedena.

12. Fomtec AFFF/AR 3x3

Vysoce účinné, víceúčelové, film tvořící pěnotvorné hasivo. Určeno pro hašení požárů třídy B (polární i nepolární kapaliny). Velmi dobře odolává látkám rozrušujícím pěnu. Výhodou proti tradičnímu hasivu 3x6 s 6% přimísením je poloviční spotřeba hasiva.

Příloha číslo 3 – Technické prostředky pro hašení pěnou

Požární přiměšovače

Dělení podle možnosti manipulace na:

- přenosné,
- pevně zabudované (v CAS),
- přívěsné (na podvozku spolu s nádrží na pěnidlo).

Dělení podle způsobu přimísení pěnidla:

- proudové (princip proudového čerpadla – přísávání pod tlakem),
- přetlakové (použití čerpadel).

Dělení podle možnosti dávkování:

- s regulací (u přenosných ruční, v CAS elektronicky),
- bez regulace (dříve používáno u přenosných – dnes velmi málo rozšířené).

Přenosný přiměšovač s ruční regulací – typ P 350

Přenosný přiměšovač sloužící k vytvoření pěnotvorného roztoku s možností ruční regulace přísávaného pěnidla v rozsahu 3,5 – 6 %. Pracuje na principu proudového čerpadla. Vstup i výstup je opatřen půlspojkou C 52 mm, dále je vstup opatřen sítím proti hrubým nečistotám. Vstup pěnidla je umístěn z boku tělesa D 25 mm na druhé straně je umístěna regulace. K přiměšovači je potřeba využít savičky D pro přívod pěnidla z nádoby. Pro dosažení dobré kvality pěny je nutné, aby vstupní tlak do přiměšovače byl od 0,7 MPa do 0,9 MPa. Pro dosažení správného směru zapojení je na přiměšovači šipka. Přiměšovač se umísťuje před poslední hadici v útočném vedení. Typ P 350 je přímo předurčen pro pěnotvorné proudnice SP – 350, P3 a P6. Modernější přiměšovače umožňují přimísení v rozsahu 0 – 6 %. Pro dosažení kvalitní pěny již není nutností tak vysoký tlak, na vstupu stačí 0,5 MPa viz obrázek 18 [27].



Obrázek 18 - Přenosný přiměšovač s regulací a savičkou D [zdroj autor]

Rozdělení pěnotvorných proudnic

Podle tvorby pěny:

- střední pěna (číslo napěnění 21 až 200),
- těžká pěna (číslo napěnění 6 až 20).

Podle typu:

- ruční,
- lafetové (na nástavbě CAS),
- kombinované – použití jako ruční nebo lafetové.

Pěnotvorné proudnice na těžkou pěnu (P3, P6 a P12)

Proudnice určené k hašení těžkou pěnou (tj. číslo napěnění do 20). Písmeno P udává, že se jedná o pěnovou proudnici a číslo udává množství dodávané pěny v metrech krychlových za minutu při tlaku 0,8 MPa. Do proudnice je přiveden pěnotvorný roztok vody a pěnidla, v proudnici je do tohoto roztoku přimísen vzduch. Proudnice P3 a P6 jsou opatřeny půlspojkou C 52 mm, P12 je opatřena půlspojkou B 75 mm. P3 a P6 jsou používány k hašení na útočných proudech. P 12 je využívána na lafetové proudnici na CAS viz obrázek 19 [28].



Obrázek 19 - Proudnice P6 [zdroj autor]

Pěnotvorné proudnice na střední pěnu

Jedná se o ruční proudnice, které se používají k výrobě střední pěny (tj. číslo napěnění 21 – 200). Proudnicí na střední pěnu tvoří tubus, na vstupní straně je osazen půlspojkou C52 AWG M4 při tlaku 0,5 MPa vyrobí 18 m³ pěny za minutu. B75 AWG M8 při tlaku 0,5 MPa vyrobí 36 m³ pěny, dále je součástí tryska na přimísení vzduchu do pěnotvorného roztoku. Na výstupní straně se nachází (napěňovací) síto, na kterém při rozstříku pěnotvorného roztoku dochází k napěnění a za ním k výstupu střední pěny viz obrázek 20 [28].



Obrázek 20 - Proudnice AWG [zdroj autor]

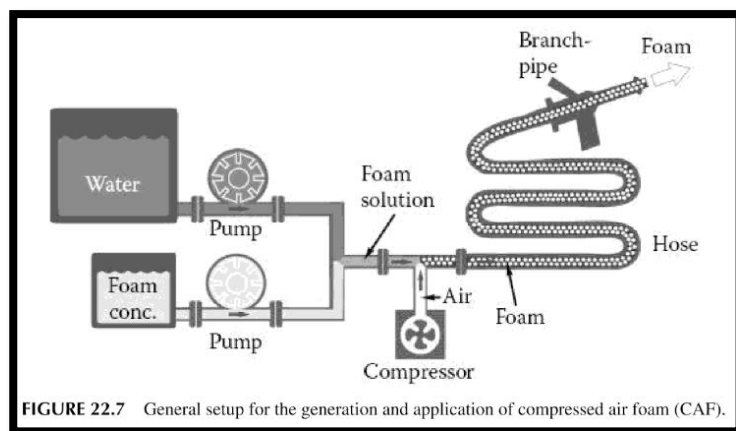
PRO/pak

Kompaktní, přenosné pěnotvorné zařízení s vlastní zásobou pěnidla. K výrobě těžké a střední pěny s možností připojení na CAS nebo hydrant. Vhodný pro hašení lesních požárů, požárů tuhých paliv, automobilových a bytových požárů, tak i pro neutralizaci plynů. Pracovní tlak od 0,3 do 4 MPa [29]

- Průtokové množství:
 - 45 l·min⁻¹ při 7 bar,
 - 100 l·min⁻¹ při 40 bar.
- Tvorba pěny od 7 min. (3 %) do 3 ½ hod. (0,1 %) na jedno naplnění,
- kapacita 10 litrů pěnidla.
- Dávkování s možnostmi nastavení:
 - od 0,1 do 1 % pro požáry třídy A,
 - od 1,3 do 6 % pro požáry třídy B.
- Rozměry: 34,5 x 27,5 x 43 cm,
- hmotnost: 16 kg (podle druhu pěnidla),
- regulace průtoku ovládaná na rukojeti s možností použití pro obsluhu levou nebo pravou rukou,
- popruh přes rameno,
- zásobník je vyroben z Polyetylenu,
- přívod zajištěn koncovkou D 25 mm [29].

One Seven systém

Jedná zařízení CAFS (Compressed air foam systém), respektive agregát zařazený do strojní služby, který slouží k výrobě komprimované těžké pěny. V případě tohoto agregátu nedochází k výrobě pěny na konci útočného vedení (v proudnici), ale přímo v agregátu. Zařízení se skládá z čerpadla, přiměšovače a kompresoru [30].



Obrázek 21 - Schéma zařízení CAFS (One seven) [30]

Druhy One Seven

1. Přenosná varianta o velikosti požární stříkačky (hmotnost cca 200 kg)
2. Součást požárního automobilu (v CAS napojeno přímo na čerpací zařízení)

Princip výroby pěny spočívá v přidání tlakového vzduchu do směsi vody s malým množstvím pěnidla. V podstatě by se mělo jednat o to, že z jedné kapky roztoku vody a pěnidla dojde k výrobě sedmi bublin pěny [31].

Použité pěnidlo k výrobě pěny

Syntetické pěnidlo Schaummittel třídy A od výrobce Schmitz One Seven.

Pěna, která v tomto zařízení vzniká svým složením a číslem napěnění řadí mezi těžké pěny. Procento přimísení pěnidla se v tomto případě liší na rozdíl od standartní výroby pěny. U většiny pěnidel se používá 3% přimísení. V některých případech lze využít i 1% nebo 6% přimísení, dle návodu výrobce daného pěnidla. V případě pěnidla Schmitz pro One Seven systém se jedná o přimísení od 0,1 – 1 %. Zatímco v případě použití standardního způsobu výroby se jedná v těchto procentech pouze o smáčedlo, které snižuje povrchové napětí vody, tak v tomto případě při použití v zařízení One Seven se jedná o plnohodnotnou pěnu s velmi dobrými hasicími vlastnostmi, při minimální spotřebě pěnidla a vody [31].

Výrobce udává dvě možnosti přimísení a to 0,3 % pro mokrou pěnu (konsistence podobná tekuté pěně na holení) vhodná na požáry třídy A (lepší ochlazovací efekt) a 0,4 % pro suchou pěnu (konsistence podobná pěně na holení, pěna je stálejší, než mokrá pěna). V případě, kdy se venková teplota pohybuje okolo 1 °C je potřeba v každém případě zvýšit dávku přimísení o 0,1 %. Pro použití na třídy požáru B je možné využít přimísení 1 % [31].



Obrázek 22 - Zařízení CAFS - One seven [zdroj autor]

Pro přívod hasební vody do zařízení One Seven je možné použít jakékoli čerpadlo s minimálním průtokem $170 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a tlak vody mezi 0,3 až 0,8 MPa. V případě jednotek požární ochrany v ČR by tímto výkonem mělo disponovat každé požární čerpadlo na CAS.

Pro dopravu pěny z agregátu lze využít standardní hadice C 52 mm a na konec vedení umístit proudnici, která je dodávána přímo k agregátu. Jedná se o jednoduchou proudnici s kulovým uzávěrem vytvářející plný proud. Větší průměr snižuje dostřik pěny, proto je standardně použita výtoková tryska o průměru 22 mm, se kterou je zajištěn dostřik mokré pěny na vzdálenost 20 m. V případě suché pěny nebo využití v uzavřeném prostoru bez vnějších povětrnostních vlivů se výtokový nástavec používat nemusí [31].

Příloha číslo 4 – Souhlas majitele pozemku a oznámení odboru životního prostředí

Jiří Ryss
Za Humny 216
273 02 Tuchlovice

České vysoké učení technické
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva
Ing. Martin Vondra
vedoucí diplomové práce


Povolení ke vstupu na nemovitost

Vážený pane,

obracím se na Vás s žádostí o povolení vstupu na pozemek č. 852/5 v katastrálním území obce Rynholec, který vlastníte. Konkrétně Vás chci požádat o povolení dne 6. dubna 2019 od 8:00 do 12:00 hodin k přípravě testu a 8. dubna 2019 od 7:00 do 17:00 hodin za účelem výzkumu aplikace hasebních látek při požárech pneumatik, který je součástí diplomové práce studenta Bc. Lukáše Loskota. Na pozemku proběhne jednotlivě 7 testů. Zároveň garantuji dostatečné množství sil a prostředků na místě k úplnému uhašení. Přilehlé obce budeme informovat, stejně tak i Krajské operační a informační středisko HZS Středočeského kraje. Informaci jsme podstoupili i České inspekci životního prostředí.

Děkuji za kladnou odpověď.

S pozdravem


COURTESY 930213/1245


Ing. Martin Vondra

Česká inspekce životního prostředí
oddělení ochrany ovzduší
Ing. Květoslava Bartošová
vedoucí oddělení

České vysoké učení technické
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva
Ing. Martin Vondra
vedoucí diplomové práce

Informování o výzkumu aplikace hasebních látek při požáru pneumatik

Vážená paní Bartošová,

v rámci diplomové práce na téma „Požáry pneumatik“ studenta Bc. Lukáše Loskota bych Vás chtěl informovat o praktickém výzkumu aplikace hasebních látek a stanovení lineární rychlosti šíření požáru. Prakticky bude zkouška provedena dne 8. dubna 2019 od 9:00 do 15 hodin na pozemku č. 852/5 na katastrálním území obce Rynholec a ve vlastnictví pana Jiřího Rysse, Za Humny 216, 27302 Tuchlovice. Jedná se o pozemek mimo obydlí zástavbu.

Test bude probíhat opakovaně s přestávkami za přítomnosti dostatečných sil a prostředků pro uhašení.

Výsledky výzkumu budou sloužit i pro Hasičský záchranný sbor České republiky, který se setkává s požáry pneumatik velkého rozsahu několikrát do roka.

Děkuji za kladné vyřízení.

S pozdravem

Ing. Martin Vondra

Od: Bartošová Květoslava <kvetoslava.bartosova@cizp.cz>
Komu: Vondra Martin <martin.vondra@sck.izscr.cz>
Odesláno: 22.3.2019 12:47
Předmět: RE: Výzkum diplomová práce - požáry pneumatik

Dobrý den,
Děkuji za informaci o termínu provedení testu požáru pneumatik.
S pozdravem Bartošová

Ing. Květoslava Bartošová
vedoucí oddělení



Oddělení ochrany ovzduší
Oblastní inspektorát Praha
Wolkerova 40/11, 16000 Praha 6
tel.: +420233066400

www.cizp.cz

From: Vondra Martin <martin.vondra@sck.izscr.cz>
Sent: Friday, March 22, 2019 11:15 AM
To: Bartošová Květoslava <kvetoslava.bartosova@cizp.cz>
Cc: lukas.loskot@centrum.cz
Subject: Výzkum diplomová práce - požáry pneumatik

Dobrý den,

po naší telefonické dohodě zasílám informaci o výzkumu spojeným s požárem pneumatik v České republice.

Děkuji a hezký den

npor. Ing. Martin Vondra
HZS Středočeského kraje
územní odbor Kladno
Lázeňská 286, Slaný
tel: 723 880 121

Příloha číslo 5 – Fotodokumentace k případové studii bývalý důl Čs. Armády 2014



Obrázek 23 - Situace v době příjezdu první JPO [zdroj HZS SCK]



Obrázek 24 - Průběh hasebního zásahu [zdroj HZS SCK]

Příloha číslo 6 – Fotodokumentace k případové studii Kladno Dubí 2018



Obrázek 25 - Situace v době příjezdu první JPO [zdroj HZS SCK]



Obrázek 26 - Průběh hasebního zásahu [zdroj HZS SCK]

Příloha číslo 7 - Fotodokumentace k případové studii Ostředek 2017



Obrázek 27 – Požár pneumatik Ostředek 2017 [zdroj HZS SCK]



Obrázek 28 – Pohled v době lokalizace požáru [zdroj HZS SCK]

Příloha číslo 8 - Fotodokumentace k případové studii Koudelov-Vrdy 2012



Obrázek 29 - Pohled v době zásahu první JPO [zdroj HZS SCK]



Obrázek 30 - Pohled v době zastavení plamenného hoření [zdroj HZS SCK]

Příloha číslo 9 - Fotodokumentace z provedení praktického experimentu



Obrázek 31 - Praktický experiment pokus č.1 podpal [zdroj autor]



Obrázek 32 - Praktický experiment pokus č.1 rozvoj [zdroj autor]



Obrázek 33 - Praktický experiment pokus č.1 hašení [zdroj autor]



Obrázek 34 - Praktický experiment pokus č.2 podpora hoření [zdroj autor]



Obrázek 35 - Praktický experiment pokus č.2 hašení [zdroj autor]



Obrázek 36 - Praktický experiment pokus č.3 [zdroj autor]



Obrázek 37 - Praktický experiment pokus č.3 měření teplot [zdroj autor]



Obrázek 38 - Praktický experiment pokus č.4 [zdroj autor]



Obrázek 39 - Praktický experiment pokus č.5 opětovné rozhoření [zdroj autor]



Obrázek 40 - Praktický experiment pokus č.6 hašení [zdroj autor]



Obrázek 41 - Praktický experiment pokus č.8 měření rozsahu [zdroj autor]



Obrázek 42 - Praktický experiment pokus č.8 hašení [zdroj autor]



Obrázek 43 - Praktický experiment pokus č.8 likvidace plamenného hoření [zdroj autor]

Příloha číslo 10 – Vložené DVD s videoklipy praktického experimentu