



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Možnosti ochrany příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR –
vyšetřovatelů požárů před nebezpečnými látkami, vznikajícími při
požáru**

**Protection of the Rescue Personnel – Fire Cause Investigators from
Effects of the Fire Gases as a Product of the Pyrolysis**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování – kombinovaná forma studia
Vedoucí práce: plk. Mgr. Radek Kislinger

Bc. Tomáš Hoffmann

Kladno, květen 2017

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2016/2017

Z a d á n í d i p l o m o v é p r á c e

Student: **Bc. Tomáš Hoffmann**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Možnosti ochrany příslušníků HZS ČR před nebezpečnými látkami, vznikajícími při požáru v rámci výkonu státního požárního dozoru**
Téma anglicky: Protection of the Rescue Personnel – Fire Cause Investigators from Effects of the Fire Gases as a Product of the Pyrolysis

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Předmětem diplomové práce bude posouzení vlivu produktů hoření a analýza vybavenosti vyšetřovatelů požárů osobními ochrannými prostředky při výkonu státního požárního dozoru - zjišťování příčin vzniku požáru.

V teoretické části budou zhodnoceny právní předpisy v předmětné oblasti a popsán samotný výkon státního požárního dozoru. V praktické části bude provedena komparace látek, které se vyskytují při hoření a možná dostupná ochrana příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR - vyšetřovatelů požáru. Dále bude provedena SWOT analýza podmínek výkonu služby vyšetřovatelů požárů.

Výstupem práce bude stanovení požadavků na ochranné prostředky vyšetřovatelů požáru na základě provedených chemických analýz zplodin hoření s návrhem změn interních předpisů HZS ČR.

Seznam odborné literatury:

- [1] KISLINGER, Radek, Požárně technické charakteristiky a technické informace pro potřeby ZPP, ed. 1., Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p.o., 2015, 194 s., ISBN 978-80-86466-72-9
- [2] BARTLOVÁ, Ivana, Nebezpečné látky I, ed. 1., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 212 s., ISBN 80-86634-59-3
- [3] VOJTA, Zdeněk, RUCKÝ, Emil, Osobní ochranné pracovní pomůcky, ed. 1., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003, 227 s., ISBN 80-86634-19-1
- [4] BALOG, Karol, KVARČÁK, Miloš, Dynamika požáru, ed. 1., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998, 118 s., ISBN 80-86111-44-X

Vedoucí: plk. Mgr. Radek Kislínger

Konzultant: Ing. Michal Mejtský

Zadání platné do: 20.08.2018

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 12.12.2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Možnosti ochrany příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR před nebezpečnými látkami, vznikajícími při požáru vypracoval samostatně 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 1. 5. 2017

.....
Tomáš Hoffmann

Poděkování

Děkuji plk. Mgr. Radku Kislingerovi za odborné vedení diplomové práce. Dále děkuji kpt. Ing. Michalu Mejtskému za odborné konzultace, týkající se zadané problematiky. Velké poděkování patří plk. Ing. Ondřeji Suchému PhD. a plk. Ing. Milanu Růžičkovi z Technického ústavu požární ochrany v Praze za pomoc a jejich vstřícnost při zpracování podrobné analýzy vzorků v laboratoři.

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je posouzení vlivu produktů hoření a analýza vybavenosti vyšetřovatelů požárů osobními ochrannými prostředky při výkonu státního požárního dozoru – zjišťování příčin vzniku požáru. V teoretické části jsou zhodnoceny právní předpisy v předmětné oblasti a popsán samotný výkon státního požárního dozoru. Teoretická část se věnuje interním právním předpisům Hasičského záchranného sboru, které stanoví: minimální vybavenost příslušníků osobními ochrannými prostředky, podmínky jejich využití, vlastnosti a kritéria, které musí tyto prostředky splňovat. V teoretické části jsou dále zmíněny české státní normy, které stanoví požadavky na vlastnosti materiálů, použitých na výrobu osobních ochranných prostředků. Okrajově jsou zmíněny součásti výstroje vyšetřovatele požárů, tedy ochranný oděv, obuv, helma, kukla a rukavice, včetně dalších doplňků. Podrobně se práce věnuje ochraně dýchacích cest v případě použití ochranných plynových filtrů. V této části práce jsou také nastíněny typy vyráběných ochranných filtrů a jejich možné použití v praxi dle podmínek výrobce.

V praktické části je provedena komparace látek, které se vyskytují při hoření a možná dostupná ochrana příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR – vyšetřovatelů požárů. Dále je provedena SWOT analýza podmínek výkonu služby vyšetřovatelů požárů. V praktické části jsou zkoumány a vyhodnoceny vlastnosti 4 ks typů ochranných filtrů proti plynům a aerosolům dvou předních výrobců. V laboratorních podmínkách jsou podrobeny chemickému namáhání vybraných látek, které se vyskytují v praxi na požářištích. Výstupem práce jsou výsledky laboratorního zkoumání, tabulky hodnot zatížení ochranných filtrů, grafy a analýzy chemických látek, které byly naměřeny při praktickém pokusu. Závěrem práce je stanovení minimálních požadavků na ochranné prostředky

vyšetřovatelů požárů, na základě provedených chemických analýz zplodin hoření, s návrhem změn interního předpisu Hasičského záchranného sboru ČR.

Klíčová slova

Zplodiny hoření; Hasičský záchranný sbor ČR; ochranný filtr; státní požární dozor; vyšetřovatel příčin vzniku požárů; ochranný filtr.

Abstract

This diploma thesis deals with the assessment of the effects of combustion products and of the analysis of the personal protection equipment available to fire investigators during performance of state fire supervision; i.e. identification of the causes of fire. The theoretical part evaluates respective legal regulations and describes the performance of state fire supervision. It also discusses the internal regulations of the Fire Services which specify, but are not limited to: minimum level of personal protection equipment that must be available to firefighters, the conditions of the use of such equipment, and the properties and criteria to be fulfilled by such equipment. Furthermore, the theoretical part mentions Czech state standards which stipulate requirements for the quality of materials used for the production of personal protection equipment. The thesis makes a brief reference to the individual components of firefighters' outfit; i.e. protective clothing, shoes, hard hat, balaclava, gloves and other accessories. Close attention is paid to the protection of the breathing airways in case that protective gas filters are used. Finally, the theoretical part presents various types of protective filters and their possible practical use in accordance with the conditions specified by their manufacturer.

The practical part compares the substances which are generated during combustion and deals with the available protection of the members of the Fire Services; namely, fire investigators. It also introduces a SWOT analysis of the condition under which the fire investigators carry out their work. The practical part also examines and evaluates the properties of 4 types of protective gas filters and aerosol filters by two leading manufacturers. During a laboratory experiment, the filters were subjected to the chemical stress of the substances which are typically present on the fire ground. The outputs of the thesis include the results of laboratory examination, tables showing data regarding the filters

exposed to stress, graphs and analyses of the chemicals which were measured during the practical experiment. In the end, the thesis determines minimum requirements for fire investigators' personal protection equipment which ensue from the performed chemical analyses of combustion products and proposes changes in the internal regulations of the Fire Services of the Czech Republic.

Key words

Combustion products; the Fire Services of the Czech Republic; protective filter; state fire supervision; fire investigator.

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Současný stav	13
2.1	Úvod do řešené problematiky	13
2.1.1	Státní požární dozor.....	13
2.1.2	Zjišťování příčin vzniku požárů	14
2.1.3	Zplodiny, vznikající při požáru	19
2.1.4	Hoření	21
2.1.5	Toxicita zplodin hoření plastů.....	21
2.1.6	Možnosti průchodu škodlivých látek do organismu.....	22
2.1.7	Druhy a způsob ochrany vyšetřovatelů HZS ČR	24
2.1.8	Druhy masek.....	24
2.1.9	Druhy filtrů	25
2.2	Analýza dosud získaných poznatků na základě literární rešerše	26
2.3	Posouzení těchto poznatků s vlastním cílem práce	44
3	Cíl práce.....	46
4	Metodika	48
4.1.	Metodika stanovení toxické vydatnosti plyných zplodin tepelného rozkladu látek.....	48
4.2.	Plynová chromatografie.....	52
4.3.	Použité přístroje, zařízení, popis, stručná charakteristika	52
4.3.1.	Analyzátor plynů Testo 350	52
4.3.2.	IGS Antaris	52
4.3.3.	PPB RAE 3000	53

4.3.4.	Čerpadlo KNF	53
4.3.5.	Plynoměr Ritter TG	53
4.3.6.	Průtokoměr	53
4.3.7.	Sušárna Memmert UFE 600	53
4.3.8.	Laboratorní váhy Kern	53
4.3.9.	Kouřová komora dle ISO EN 5659-2 s kónickým zářičem	54
4.4.	Popis vlastní práce – porovnání účinnosti vybraných filtrů, používaných k ochraně dýchacích cest vyšetřovatelů příčin požárů na požářišti	54
4.4.1.	Zkouška 1 – Odolnost ochranných filtrů proti těkavým organickým látkám	54
4.4.2.	Zkouška 2 – Odolnost ochranných filtrů proti dráždivým látkám (SO ₂)	60
4.4.3.	Zkouška 3 – Odolnost ochranných filtrů proti zplodinám hoření hořlavého souboru pevných látek	62
4.5.	Použité statistické metody	66
4.4.1.	SWOT analýza podmínek výkonu služby vyšetřovatelů požárů	66
5.	Výsledky - závěry:.....	69
5.1.	Výsledky ze zkoušky 1 – VOC	70
5.2.	Výsledky ze zkoušky 2 – SO ₂	73
5.3.	Výsledky ze zkoušky 3 – Zplodiny hoření.....	75
5.4.	Vyhodnocení přínosu práce – Závěry ze zkoušek	79
6.	Diskuze	81
6.1.	Zásahový oděv I.....	81
6.2.	Zásahový oděv II.....	82

6.3.	Přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech	83
6.4.	Kukla pro hasiče.....	83
6.5.	Doplňky zásahového oděvu – souprava	84
6.6.	Zásahová obuv pro hasiče	84
6.7.	Ochranné rukavice pro hasiče.....	85
6.8.	Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům	86
7.	Závěr	89
8.	Seznam použitých zkratk.....	90
9.	Seznam použité literatury	92
10.	Seznam použitých obrázků	95
11.	Seznam použitých tabulek.....	97

1 ÚVOD

Téma „Možnosti ochrany příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR – vyšetřovatelů požárů před nebezpečnými látkami, vznikajícími při požáru“ jsem si zvolil z důvodu své činnosti u Hasičského záchranného sboru. Výkon státního požárního dozoru – zjišťování příčin vzniku požárů, vykonávám od roku 2008 a tato činnost je nedílnou součástí mé pracovní činnosti. O odvětví zjišťování příčin vzniku požárů se zajímám již od svého nástupu k Hasičskému záchrannému sboru ČR v roce 2000. Jedná se o činnost různorodou a bez stereotypů. V poslední době se nejen v České republice často hovoří o dostupnosti a použitelnosti ochrany dýchacích cest příslušníků HZS ČR, vyšetřovatelů požárů. Nejedná se však pouze o ochranu dýchacích cest, ale i o další brány vstupu škodlivých látek do organismu. Vyšetřovatelé požárů často dlouhé hodiny prohledávají požářiště, zajišťují stopy a provádějí další neodkladné a neopakovatelné úkony. Při této činnosti potřebují být flexibilní, například kvůli odběru vzorků, pořizování fotodokumentace či videozáznamu, a maximální možná ochrana ve formě izolačního dýchacího přístroje včetně tlakové lahve, upevněné na zádech, není z hlediska výše uvedeného, zcela optimální. Ve spolupráci s Generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru ČR a Technickým ústavem požární ochrany v Praze, jsem zvolil formu praktického, laboratorního zkoumání. Provedeným výzkumem skutečné ochrany protiplynových filtrů, které jako součást masek používáme především při větších zásazích, a vždy v uzavřených prostorách stanovit objektivní podmínky ochrany příslušníků.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Úvod do řešené problematiky

2.1.1 Státní požární dozor

Hasičský záchranný sbor vykonává státní požární dozor na základě zmocnění zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.

Státní požární dozor, je smyslu výše uvedeného zákona, výkon orgánu státní správy, při němž se:

1. Provádí komplexní a tematické kontroly právnických a podnikajících fyzických osob dodržování povinností na úseku požární ochrany.
2. Posuzují plány (regulační a územní), podklady a dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, projektová dokumentace stavby pro účely ohlášení ve smyslu platného stavebního zákona, dokumentace pro posouzení požární bezpečnosti stavby (požárně bezpečnostní řešení stavby).
3. Ověřují, zda byly dodrženy podmínky požární bezpečnosti stavby – provádí kontrolní a závěrečné prohlídky spolu s vydáním stanoviska stavebnímu úřadu.
4. Posuzuje funkčnost systémů vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení a výrobků (vyjma výrobků dle zvláštních právních předpisů) z hlediska jejich požární bezpečnosti.
5. Rozhodnutím schvaluje dokumentace Posouzení požárního nebezpečí u činností s vysokým požárním nebezpečím a Dokumentace zdolávání požáru (účinné od 1. 7. 2017).

6. Ukládá opatření k odstranění zjištěných nedostatků při kontrolní činnosti a provádí kontrolu plnění těchto opatření (systém kontrolních dohlídek).
7. Kontroluje připravenost a akceschopnost jednotek požární ochrany (jednotek hasičského záchranného sboru podniku, jednotek sboru dobrovolných hasičů obce a jednotek dobrovolných hasičů podniku).
8. Zjišťují příčiny vzniku požáru [1, § 31].

2.1.2 Zjišťování příčin vzniku požárů

Při výkonu státního požárního dozoru - zjišťování příčin vzniku požáru, zjišťuje vyšetřovatel požárů následující údaje:

1. Místo a čas vzniku požáru.
2. Osoby, u kterých požár vznikl (majitel, uživatel).
3. Možné verze vzniku požáru.
4. Dodržení podmínek požární bezpečnosti versus porušení předpisů o požární ochraně, okolnosti mající vliv na šíření požáru.
5. Předběžně způsobená škoda, uchráněné hodnoty, zraněné a usmrcené osoby.
6. Další okolnosti mající vliv na vznik a šíření požáru [2, § 50].

Při složitějších nebo jinak odůvodněných případech odebírá vyšetřovatel požárů na místě události výrobky nebo vzorky. Tyto vzorky či výrobky se odebírají z důvodu následného provedení požárně technické expertizy. Po odebrání vystaví vyšetřovatel požárů, na základě žádosti osoby, která předává vzorek nebo výrobek, protokol o předání a převzetí výrobku nebo vzorku.

Při zjišťování příčin vzniku požárů orgány státního požárního dozoru zpravidla spolupracují s orgány činnými v trestním řízení, orgány státní správy a orgány odborného dozoru. Dne 12. 7. 2005 byla uzavřena Dohoda o součinnosti mezi Policií České republiky a Hasičským záchranným sborem České republiky, zajišťující koordinovaný postup při vyšetřování požárů na území České republiky. Na základě výše uvedené dohody došlo k výraznému omezení zdvojení činností a operativní spolupráci nejen na místě zásahu.

Výsledky a závěry zjišťování příčin vzniku požárů se uvádějí do odborných vyjádření, popřípadě znaleckých posudků. Pro účely stanovení návrhů preventivních opatření, výkonu státního požárního dozoru, koncepce rozvoje požární ochrany a zaměření preventivně výchovné činnosti se provádějí rozbory požárů a technických zásahů. Rozbory požárů a technických zásahů vycházejí z údajů obsažených v dokumentaci o požárech a technických zásazích (např. odborná vyjádření, znalecké posudky, spisy o požárech, statistika událostí), a provádějí se nejméně jednou za rok [2, § 51].

Odborné vyjádření obsahuje následující části:

1. Místo a doba vzniku požáru – přesná a jednoznačná identifikace místa požáru – adresa (název obce, ulice, číslo popisné, případné parcelní číslo, místní název, katastrální území aj.); čas zpozorování a ohlášení včetně identifikace osoby, která požár ohlásila jako první a komu bylo ohlášení učiněno; reálný čas vzniku požáru včetně tolerancí, případně i způsob stanovení času vzniku požáru; vyšetřovatel požárů (případně i přítomnost vyšetřovatele KŘ HZS kraje), který se dostavil na místo požáru a čas, kdy se na místo požáru dostavil a kdo provedl další úkony

a zjištění; časy lokalizace a likvidace požáru dle údajů poskytnutých velitelem zásahu.

2. Osoba, u které požár vznikl – uvede se pokud možno přesná a jednoznačná identifikace majitele a uživatele – právnické osoby, podnikající fyzické osoby nebo fyzické osoby, u níž došlo ke vzniku požáru, zejména název společnosti, adresa, sídlo statutárních orgánů, identifikační číslo (IČ), u fyzické osoby pak jméno, příjmení, datum narození, adresa trvalého bydliště, případně doručovací adresa.

3. Popis objektu – popis objektu a charakter prostoru, kde požár vznikl, obsahuje především: charakteristiku objektu, zařízení a místa z hlediska jeho užívání; počet podlaží v objektu, podlaží a místo, kde požár vznikl; dispoziční řešení objektu, skutečné vzdálenosti od okolních objektů, dělení do požárních úseků, počet a druh únikových cest (chráněné x nechráněné x částečně chráněné) včetně jejich stavu v době požáru, vybavenost objektu požárně bezpečnostními zařízeními a věcnými prostředky požární ochrany (zejména hasicími přístroji); popis použitých stavebních prvků a materiálů, popis použitých materiálů nosných případně požárně dělících konstrukcí (u ocelových, dřevěných a jejich případná ochrana), povrchové úpravy a vnitřního vybavení; rok výstavby, popřípadě datum a číslo jednací kolaudačního rozhodnutí, kolaudačního souhlasu nebo oznámení stavebnímu úřadu, dále rozhodnutí o změně užívání stavby včetně sdělení, zda objekt nebo prostor dotčeného objektu slouží k určenému účelu, případně sdělení, že tyto podklady nejsou k dispozici (např. po konzultaci s archivním oddělení místě příslušného stavebního úřadu). V případě, že se jedná například o požár dopravního prostředku, stroje, výrobku či zařízení, které není v době požáru umístěno v budově, respektive spojené s budovou, uvede se v této části popis výrobku, zařízení a prostoru, kde se nacházely. Obdobně se postupuje v případě požáru lesa, stohu

a podobně. Popis objektu není nutné zpracovat jen v odůvodněných případech, které musí být v odborném vyjádření popsány. Pokud byl pořízen videozáznam nebo snímky termokamerou, uvede se tato informace s popisem místa, kde jsou tyto videozáznamy nebo snímky k dispozici.

4. Příčina vzniku požáru včetně možných verzí – v této části se uvádějí především následující informace a poznatky: popis ohniska nebo více ohnisek (kriminalistických, svědeckých i požárních) ve vztahu k popisu objektu; identifikace látek, které se podílely na hoření včetně jejich potřebných požárně technických charakteristik; iniciátory požáru – při iniciaci zařízení je třeba uvést přesně typ výrobku, rok výroby, výrobní číslo, výrobce, druh dostupné dokumentace atd.; popis činností před vznikem požáru s důrazem na změny proti obvyklým činnostem; popis stanovených verzí včetně odůvodnění jejich stanovení a postupy vyloučení stanovených verzí se zdůvodněním jejich vyloučení; příčina vzniku požáru včetně odkazů na věcné důkazy a závěry vyplývající z expertizní činnosti. Pokud nebyla příčina vzniku jednoznačně stanovena, je nutno uvést reálné verze vzniku požáru.
5. Okolnosti mající vliv na šíření požáru včetně dodržení podmínek požární bezpečnosti stavby, vyplývající z ověřené projektové dokumentace obsahuje zejména: rozsah požáru v době příjezdu první jednotky požární ochrany; cestu šíření požáru (předpokládaných i zjištěných) s identifikací všech možných skutečností, ovlivňující šíření požáru, vliv stavebního řešení stavby, vlivu rozmístění hořlavých materiálů a popis meteorologické situace (nezbytné zejména u požárů na volném prostranství). Údaje z dokumentace ke stavbě se porovnají se zjištěním na místě, např. stav a poloha požárně bezpečnostních zařízení nebo jejich ostatků; vyhodnocení funkce požárně bezpečnostních zařízení a věcných prostředků požární ochrany, případně dalších technických zařízení

(uvádět zejména typ zařízení, výrobce zařízení a jejich funkci ve vztahu k požáru); další zjištění, která v daném případě ovlivnila šíření požáru (uložení materiálů, poškození rozvodů hořlavých nebo hoření podporujících látek).

6. Následky požáru – předběžná způsobená škoda, zraněné a usmrcené osoby, zejména pak: popis škod způsobených požárem, a to zejména na stavebních částech, vybavení, zařízení, rozpracované výrobě, s konkrétním rozpisem nejpodstatnějších škod. Částku v korunách stanovenou zejména na základě vyjádření majitele nebo uživatele objektu zasaženého požárem o způsobené škodě. Následná škoda se uvádí tehdy, pokud majitel nebo uživatel takovou škodu vyčíslí; počet zraněných a usmrcených osob při požáru s uvedením jména, příjmení, data narození, bydliště a druh zranění, u příslušníků HZS ČR nebo členů zasahujících jednotek požární ochrany též jejich evidenční osobní číslo případně další důležité údaje a okolnosti mající vztah ke zranění či úmrtí.
7. Počet uchráněných a evakuovaných osob a výše uchráněných hodnot při hasebním zásahu – počet zraněných a evakuovaných osob v souladu s počty osob, uvedenými ve zprávě o zásahu. Výše uchráněných hodnot při hasebním zásahu v tisících korun, včetně popisu toho, co bylo uchráněno a to zejména na základě vyjádření majitele nebo uživatele objektu zasaženého požárem o hodnotě zasaženého objektu a majetku a vyjádření ke škodě. Při stanovení výše uchráněných hodnot se zohlední také možnosti šíření požáru, s ohledem na dostupnost jednotek požární ochrany.
8. Porušení předpisů o požární ochraně – v této části se uvede nedodržení předpisů o požární ochraně v přímě souvislosti s příčinou vzniku požáru, v čem nedodržení spočívá, včetně přesné citace příslušného právního předpisu a způsob uzavření případu (sankce v případě zjištění nedostatku, bloková pokuta, příkazní či správní řízení, postoupení

orgánům činným v trestním řízení, apod.). Pokud byly zjištěny nedostatky, které neměly bezprostřední vliv na vznik nebo šíření požáru, i tyto se poznamenají a dále se s nimi naloží podle jejich charakteru (např. provede se kontrola dodržování povinností na úseku požární ochrany, zjištěné skutečnosti se oznámí příslušnému správnímu orgánu, apod.).

9. Jiné okolnosti nezbytné pro zjištění příčiny vzniku požáru – zaznamenávají se i další zjištěné okolnosti, které měly vliv na zjištění příčiny vzniku požáru. Zejména pak popis předchozích požárů, které mohly mít souvislost se šetřenými verzemi příčiny vzniku požáru.
10. Závěr – v závěru se uvedou veškeré důležité informace, vyplývající z vyšetřování požáru (další úkony a řízení navazující na vyšetřování požáru, který správní orgán, příp. která součást PČR požár šetří, atp.) [3, Čl. 12].

2.1.3 Zplodiny, vznikající při požáru

Při požárech, kdy dochází k nedokonalému či dokonalému hoření, vznikají různorodé organické látky. Vždy záleží na druhu požáru, na vybavení kanceláře, bytu, automobilu či jiném místě hoření. Chemických látek, které se nacházejí na místě požáru, jsou desítky. Některé látky spolu reagují a tvoří tak nebezpečnou směs. Ve většině případů se jedná, s ohledem na omezený přístup kyslíku, o nedokonalé hoření. Nedokonalé hoření lze definovat jako proces, při němž dochází k hoření za přítomnosti nízkého obsahu kyslíku a k tvorbě polycyklických aromatických uhlovodíků, sazí a oxidu uhelnatého. Mezi nejčastěji zastoupené látky na požářištích patří:

1. Benzen - karcinogenní látka, která má narkotické účinky, může způsobit poškození jater, ledvin, srdce a cév, a dále poruchy krevetvorby.
2. Tetrachlorethylen - karcinogen, akutně toxická látka, která má narkotický účinek, působí škodlivě na játra.

3. Fosgen - velmi toxická látka, která způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Při vdechování může způsobit smrt.
4. Ftalanhydrid - jedná se o látku, která je vysoce dráždivá a může způsobit onemocnění kůže a průdušek.
5. Toluén – jedná se o látku, jež má narkotické a dráždivé účinky, hrozí poškození jater, ledvin, srdce a cév.
6. Butoxyethanol – silně dráždivý, hrozí poškození krevní tvorby a ledvin.
7. Styren – karcinogen, narkotické a dráždivé účinky, hrozí poškození jater, ledvin, srdce a cév.
8. Benzylalkohol – látka s dráždivými účinky, hrozí bolesti hlavy.
9. Alkany – karcinogenní látka, má silné narkotické účinky.
10. Dialkyldisulfidy – látka, jež má účinky na centrální nervovou soustavu a játra.
11. Naftalen – karcinogenní látka, která má narkotické a dráždivé účinky, hrozí poškození jater, ledvin, srdce a cév.
12. Butanon – dráždivý, vyvolává vyrážky.
13. Merkaptofenylthiazol – látka, která způsobuje záněty horních cest dýchacích, kožní choroby, nespavost, nechutenství a bolesti hlavy.
14. Benzofuran – karcinogenní látka, alergen, silný narkotický účinek.
15. Benzonitril – akutně toxická látka, způsobující bolesti hlavy, závratě, nevolnost, tlak na prsou, zrychlené dýchání.
16. Oxid uhelnatý – bezbarvý plyn, lehčí než vzduch. Látka se silnými toxickými účinky při vdechnutí, způsobuje závratě, bolesti hlavy, nevolnost, ztrátu koordinace, může způsobit poškození reprodukčních schopností. Lze jej zařadit mezi látky, které způsobují narkózu. Toxicita oxidu uhelnatého je způsobena sníženou schopností krve dopravovat kyslík k důležitým orgánům těla. Patří mezi dominantní toxické plynné zplodiny, vyskytující se při nedokonalém hoření materiálů a látek [4; 5, str. 14].

2.1.4 Hoření

Hoření je chemická reakce, která je doprovázena vyzařováním světla a uvolňováním tepla. Hoření probíhá za určitých podmínek, je potřeba přítomnost hořlavé látky, tepla a oxidačního činidla. Pokud chceme zamezit hoření, je třeba narušit jeden z výše uvedených faktorů. To znamená zamezit přístupu oxidačního činidla nebo ochladit hořlavou látku. V souvislosti s hořením se často používají pojmy požár a oheň. Požár je nekontrolované hoření v prostoru, který není předem ohraničený. Oheň je lidmi řízené hoření v předem ohraničeném prostoru [6, str. 5].

2.1.5 Toxicita zplodin hoření plastů

Téměř všechny organické materiály, podléhají při požáru tepelnému rozkladu. Plynné produkty tohoto rozkladu tvoří pestré směsi s více či méně toxickým účinkem. Ze statistik požárů v České republice vyplývá, že více než polovina úmrtí při požárech je způsobena právě toxickými plyny. Zkušenosti ukázaly, že laboratorní zkoušky stanovení toxicity zplodin hoření, nemohou poskytnout údaje o toxickém nebezpečí odpovídající situacím při skutečných požárech, neboť průběh uvolňování toxických zplodin v reálném měřítku závisí na mnoha proměnlivých a vzájemně se ovlivňujících faktorech. Tyto faktory (např. podmínky přístupu kyslíku a tepla k ohnisku, podmínky odvodu zplodin hoření a tepla, atd.) nelze v laboratorních podmínkách napodobit, vždy se bude jednat pouze o určité přiblížení reálným podmínkám při skutečných požárech [7, str. 160].

Plasty, podobně jako jiné organické materiály jsou více či méně hořlavé, vždy záleží na chemickém složení polymeru, množstvím a druhem přísad. Některé plasty shoří prakticky beze zbytku, jiné zanechají zuhelnatělý zbytek, obsahující nespalitelné podíly v závislosti na druhu přísad [7, str. 34].

Při tepelném rozkladu a hoření plastů, vzniká velký počet převážně organických látek, které se uvolňují do plynné fáze. V níže uvedeném seznamu látek, které jsou nejčastěji zastoupeny v produktech hoření, je pozornost soustředěna především na termoplasty a lehčené polyuretany. Při tepelném rozkladu plastu a hoření dochází především ke tvorbě: alifatických nasycených a nenasycených uhlovodíků, především $C_2 - C_{10}$; dienu $C_3 - C_{10}$; cyklohexan benzenu; toluenu; etylbenzenu; naftalenu; antracenu; fenantrenu; aldehydu, především $C_1 - C_{15}$; karbonových kyselin; benzenu; xylenu; styrénu a jeho oligomerů; pyrenu; akroleinu; benzaldehydu; acetonu; kyseliny mravenčí a benzoové; chlorovaných alifatických a aromatických uhlovodíků; kyseliny octové; fenolu; amoniaku; kyanovodíku; metanolu; propanolu a dalších látek, v závislosti na druhu plastu a podmínkách hoření [7, str. 170-171].

2.1.6 Možnosti průchodu škodlivých látek do organismu

Transport látek v organismu je možné rozdělit do čtyř fází: vstup (absorpce), přenos (distribuce), metabolické přeměny (biotransformace) a vylučování (exkrece). Pro ochranu zdraví při výkonu činnosti vyšetřovatele na požářišti je nutné znát možné cesty vstupu toxické látky do organismu, aby bylo možné se před nimi účinně chránit [8, str. 37]:

1. Požití (cesta perorální) – kromě žíravých a dráždivých látek zpravidla nezpůsobují škodlivé látky v trávicím traktu otravu. Problém však nastane po absorpci, nejčastěji vstřebáním v tenkém střevě. Jeho hnací silou je lipofilita látek (rozpuštěnost v tucích).
2. Vstup kůží (dermální) – pokud se látka vstřebá, může být zaznamenán účinek látky lokální (dráždění, leptání) nebo systémový.
3. Vstup očima – jedná se buď o přímý účinek (dráždění, poškození či ztráta zraku), není vyloučený ani systémový účinek (způsobení otravy z průniku do mozkové tkáně).

4. Vdechování (inhalace) – plyny, páry, aerosol a prachové částice se částečně zadržují v horních cestách dýchacích. Zbytek se dostává spolu s vdechovaným vzduchem do plicních sklípků a odtud do krve. Aerosoly jsou mnohem toxičtější než páry o stejné koncentraci [8, str. 37]

Na poslední zmíněnou cestu škodlivých látek do organismu se zaměřím podrobně, z důvodu zkoušky propustnosti ochranných filtrů v praktické části této práce.

Dýchací cesty dělíme na horní cesty dýchací (dutina ústní, dutina nosní a nosohltan) a dolní cesty dýchací, tedy hrtan, průdušnice (trachea), průdušky (bronchy) a průdušinky (bronchioly). Poslední částí dýchacích cest tvoří plicní sklípky, tedy alveoly a samotné plíce. Pro úplnost je třeba uvést, že dýchání dělíme na vnitřní a vnější. Vnitřní dýchání představuje rozvod kyslíku získaného ze vzduchu z plicních sklípků krevním oběhem k jednotlivým buňkám všech tkání v lidském organismu. V plicních sklípcích pak dochází k navazování kyslíku na hemoglobin. Kyslíkem nasycené krvinky pronikají do všech tkání a orgánů v lidském těle. Zde nastává látková výměna, kdy se kyslík dostává z krve do tkání a oxid uhličitý naopak ze tkání do krve. Červené krvinky pak odnášejí žilním systémem oxid uhličitý zpět do plic, kde výměna plynů začíná znovu a to tak, že oxid uhličitý je plícemi vydechován do volného prostoru a na hemoglobin se váže kyslík. Při zvýšené zátěži organismu dechová frekvence roste a tím dochází k rychlejší látkové výměně [8, str. 57].

Vnější dýchání člověka je nezávislé na jeho vědomí. Řídícím orgánem je v prodloužené míše umístěné centrum, které dle koncentrace kyslíku a oxidu uhličitého v krvi reguluje frekvenci dýchání člověka. Při dýchání rozlišujeme tyto plicní objemy: respirační (výměna vzduchu v klidu cca 0,5 l), inspirační (mohutné nadechnutí cca 2,5 l), expirační (usilovný výdech po nádechu

inspiračním cca 2,5l) a nakonec reziduální objem, kdy se jedná o zůstatek plynů v plicích a dýchacích cestách (cca 1,5l). Parametry dýchání se pak liší od celkové zátěže organismu. Klidová zátěž znamená plicní ventilaci o průtoku 6,0 l.min⁻¹ až po extrémní zátěž při průtoku plicní ventilace 70,0 l.min⁻¹ [8, str. 56].

2.1.7 Druhy a způsob ochrany vyšetřovatelů HZS ČR

Ochrana těla – k ochraně těla příslušníků HZS ČR – vyšetřovatelů požárů jsou primárně určeny prostředky, které jsou uvedeny v pokynu generálního ředitele HZS ČR č. 38/2014, kterým se stanoví podmínky pro poskytování osobních ochranných prostředků příslušníkům a občanským zaměstnancům HZS ČR. Jedná se zásahový oděv I., pracovní oděv II., přilba, kukla, doplňky zásahového oděvu, zásahová obuv a zásahové rukavice [9, Čl. 3].

Ochrana zraku a obličeje – k ochraně zraku a obličeje vyšetřovatelů HZS ČR jsou určeny zejména obličejové masky s rychloupínacím systémem, náhlavním křížem nebo sítkou.

Ochrana hlavy – k ochraně hlavy vyšetřovatelů HZS ČR jsou určeny přilby pro hašení ve stavbách a jiných prostorech.

Ochrana dýchacích cest – k ochraně dýchacích cest vyšetřovatelů HZS ČR jsou určeny izolační dýchací přístroje (pro prvotní ohledání v době probíhajícího požáru), v další fázi ohledávání požářiště jsou k ochraně určeny respirátory [9, Čl. 8].

2.1.8 Druhy masek

Čtvrťmasky – maska, jehož lícnicová část pokrývá jen nos a ústa. Ve spojení s ochranným filtrem slouží k ochraně dýchacích cest před různými škodlivinami. Tento prostředek, za předpokladu řádné těsnosti na obličeji

uživatele, slouží jako ochranný prostředek dýchacího ústrojí i za předpokladu, že pokožka je suchá nebo vlhká a hlava se pohybuje. Je to jednoduchý prostředek, chránící zejména proti prachu, je skladný, lehký a levný a snadno použitelný. Čtvrťmaska se skládá z lícnice, vydechovacího ventilu, upínacího systému a nosní výztuhy s možností doplnění ochrannými brýlemi. Princip fungování je založen na vstupu vzduchu do lícnicové části, kde se nacházejí ústa a nos. Vydechovaný vzduch proudí přes vydechovací ventil přímo do okolního ovzduší [10, str. 32].

Polomasky – výrobek, u kterého lícnicová část zakrývá nos, ústa a bradu. Proti čtvrtmasce obsahuje navíc filtr proti plynům předfiltr a nosní výztuhu [10, str. 33].

Obličejová maska – jedná se masku, kdy lícnicová část zakrývá ústa, nos, oči a bradu. Maska je tvořena těmito částmi: lícnice, těsnící linie masky, zorník, vnitřní maska, upínací systém, přípojka, vydechovací a vdechovací ventil, řídicí ventil, průzvučná membrána a nosný pás [10, str. 30].

2.1.9 Druhy filtrů

Filtrů, určených pro ochranné masky je na trhu velké množství. Filtry se od sebe vždy liší obsahem, tedy použitou absorpční látkou a samozřejmě množstvím této látky, obsažené ve filtru.

Základním dělením je třídění dle typů:

1. Typ A – je určen na ochranu proti plynům a parám organických látek s bodem varu $> 65\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Typ B – je určen na ochranu proti anorganickým plynům a parám (kromě oxidu uhelnatého).
3. Typ E – je určen na ochranu proti oxidu siřičitému a kyselým plynům.

4. Typ K – je určen na ochranu proti amoniaku a organickým aminům.
5. Typ AX – je určen na ochranu proti plynům a parám organických látek s bodem varu $< 65\text{ }^{\circ}\text{C}$.
6. Typ SX – je určen na ochranu proti speciálně vyjmenovaným plynům a parám.
7. Typ P – je určen na ochranu proti pevným a kapalným částicím nebo jejich kombinacím.
8. Typ NO-P3 – je určen na ochranu proti nitrozním plynům.
9. Typ Hg-P3 je určen na ochranu proti rtuti [11, str. 32].

Klasifikace filtrů proti částicím:

1. Třída P 1 - filtr je určen výhradně k ochraně proti pevným částicím.
2. Třída P2 - filtr je určen k ochraně proti pevným, pevným a kapalným částicím.
3. Třída P3 - filtr je určen k ochraně proti pevným, pevným a kapalným částicím [11, str. 32].

Pro účely diplomové práce byly vybrány filtry ABE a ABEK od dvou různých výrobců. Jedná se filtry, které jsou určeny na ochranu dýchacích cest proti plynům a parám organických látek s bodem varu $> 65\text{ }^{\circ}\text{C}$, anorganickým plynům a parám (kromě oxidu uhelnatého), oxidu siřičitému a kyselým plynům, resp. amoniaku a organickým aminům.

2.2 Analýza dosud získaných poznatků na základě literární rešerše

V rámci diplomové práce jsem provedl podrobnou analýzu domácí i zahraniční literatury, interních aktů řízení HZS ČR, technických norem a informace z internetu.

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky č. 49/2014 ze dne 3. listopadu 2014, kterým se mění Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR č. 46/2013, kterým se stanoví postup Hasičského záchranného sboru ČR při zjišťování příčin vzniku požárů, určuje minimální materiálně technické zabezpečení pro účely vyšetřování požárů a expertizní činnost. Základní povinné vybavení pro zabezpečení výkonu státního požárního dozoru – zjišťování příčin požárů tvoří:

1. Vyšetřovací automobil (vybavení musí splňovat technické podmínky dané MV – Generálním ředitelstvím HZS ČR pro pořízení požárního automobilu (Vyšetřovací automobil-TP-ST5/19-2014, vydané dne 8. září 2014 pod č.j. MV-86133-2/PO-IZS-2014).
2. Osobní ochranné prostředky vyšetřovatele HZS ČR.
3. Vesta s retroreflexním nápisem „VYŠETŘOVATEL POŽÁRŮ“ ve fluorescenční červené barvě.
4. Radiostanice a mobilní telefon.
5. Dokumentace nutná pro vyšetřování příčin požárů.
6. Minimální rozsah vybavení pro vyšetřování požárů (doplňující vybavení):
 - 6.1. Ruční svítilna (kompaktní s dobíjením ve vybavení vyšetřovacího automobilu).
 - 6.2. Zkoušečka pro elektrické napětí a elektrický proud.
 - 6.3. Digitální fotoaparát včetně náhradního paměťového média, náhradní baterie.
 - 6.4. Prostorový bezkontaktní teploměr.
 - 6.5. Diktafon.
 - 6.6. Poznámkový blok a psací potřeby.
 - 6.7. Pásmo o minimální délce 30 m nebo jiné obdobné zařízení.

- 6.8. Kovové pásmo na měření vzdálenosti s milimetrovou stupnicí v délce nejméně 1 metr.
- 6.9. Tabulky s čísly pro fotografování.
- 6.10. Injekční stříkačka 50 cm³ s hadičkou minimální délky 1 m.
- 6.11. Pipeta s gumovým balónkem.
- 6.12. Indikační papírky na stanovení pH.
- 6.13. Mycí pasta na ruce bez použití vody.
- 6.14. Gumové chirurgické rukavice.
- 6.15. Respirátory.
- 6.16. Schválené obaly na odběr výrobků nebo vzorků.
- 6.17. Papírový sáček s nosností 5 kg.
- 6.18. Buničitá vata ke stěrům.
- 6.19. Průhledná lepicí páska.
- 6.20. Nůž zavírací účelový.
- 6.21. Kladivo 750 g.
- 6.22. Sekáč plochý.
- 6.23. Kleště kombinované.
- 6.24. Kleště štípací stranové.
- 6.25. Šroubováky ploché nejméně tří velikostí.
- 6.26. Šroubováky křížové nejméně tří velikostí.
- 6.27. Nůžky na plech.
- 6.28. Univerzální čtyřhranný klíč na rozvaděče.
- 6.29. Sada klíčů na matice oboustranné.
- 6.30. Ruční pilka na ocel včetně náhradního listu.
- 6.31. Ruční pilka na dřevo.
- 6.32. Nůžky na papír.
- 6.33. Pinzeta střední velikosti.
- 6.34. Lupa.
- 6.35. Klubko provázku [3, Čl. 16].

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 14. 8. 2014, kterým se stanoví podmínky pro poskytování osobních ochranných prostředků příslušníkům a občanským zaměstnancům HZS ČR, mimo jiné uvádí, že *„pokud jsou pro věcné prostředky stanoveny technické podmínky, lze poskytovat příslušníkům pouze ty osobní ochranné prostředky, které stanoveným technickým podmínkám vyhovují“* [9, Čl. 3]. Z toho ustanovení tedy vyplývá povinnost zaměstnavatele poskytovat pouze ty osobní ochranné prostředky, které vyhovují níže uvedeným příslušným technickým předpisům:

1. Ochranné pracovní rukavice proti mechanickým rázům musí splňovat podmínky ČSN EN 388 (832350). Tato norma stanoví podmínky na odolnost rukavic *„proti oděru, proti řezu čepelí, proti dalšímu trhání, proti propíchnutí“*[12, str. 7 - 15]. Rukavice pro hasiče musí odpovídat podmínkám ČSN EN 659+A1. Norma platí pouze pro hasičské ochranné rukavice, určené pro ochranu rukou při běžných požárních zásazích, včetně vyhledávacích a záchranných prací. Norma stanoví podmínky na *„odolnost proti oděru, prořezu, dalšími trhání, proti propíchnutí, chování rukavic při hoření, odolnost proti konvenčnímu teplu, sálavému teplu, kontaktnímu teplu a odolnost podšívkového materiálu proti teplu“*[13, str. 8 - 9].
2. Kukly resp. jejich provedení, musí odpovídat ČSN EN 13911. Tato norma platí pouze v situacích, kdy je nošen ochranný oděv, dýchací přístroj a přilba. *„Požadavky na provedení a zkoušení se týkají především: šíření plamene, prostupu tepla, přestupu tepla, zbytkové pevnosti materiálu po vystavení sálavému teplu, tepelné odolnosti, pevnosti švů a rozměrových změn“*[14, str. 8-9].
3. Obuv pro hasiče musí splňovat požadavky ČSN EN 15090. Norma stanoví minimální požadavky a metody zkoušení tří typů provedení obuvi pro hasiče, používané při hašení požárů, pro všeobecné záchranné práce, vyprošťování z plamenů a havárie nebezpečných

materiálů. „Účelem této normy je poskytnout minimální požadavky a metody pro zkoušení této obuvi. Přílohy uvádějí příklady pokynů a úvah pro provádění posouzení rizika a kritéria pro posouzení stavu obuvi pro hasiče. Tato norma se netýká speciálních osobních ochranných prostředků používaných ve vysoce rizikových situacích“[15, str. 8].

4. Přilba pro hasiče musí splňovat podmínky ČSN EN 443. „Norma specifikuje minimální požadavky pro hasičské přilby chránící hlavu uživatele proti účinkům nárazu, průrazu, žáru a plamene při likvidaci požárů v budovách a jiných prostorách. V normě jsou obsaženy minimální požadavky pro přilby chránící spodní část obličeje a šíji. Tato evropská norma povoluje určité volitelné dodatečné požadavky (kontakt s kapalnými chemikáliemi, ochranná oblast 3b). Tento dokument se zabývá přilbami typu A a B. Tyto typy přileb se liší rozsahem chráněných oblastí“[16, str. 10].

Pokyn generálního ředitele č. 38/2014 stanoví rozsah poskytování osobních ochranných prostředků podle kategorií I až III. Příslušníci, vykonávající zjišťování příčin požáru jsou zařazeni do kategorie I. V rozsahu tohoto pokynu mají být vyšetřovatelé požáru vybaveni následujícím vybavením: zásahový oděv I, zásahový oděv II. (jako alternativu je možné poskytnout pracovní stejnokroj II, provedený ve variantě A), přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech, kukla pro hasiče, doplňky zásahového oděvu – souprava (nátělník a spodky v dlouhém provedení), zásahová obuv pro hasiče, ochranné rukavice pro hasiče, ochranné rukavice proti mechanickým rázům a svítilna. Výše uvedené prostředky jsou prostředky ve výhradním užívání příslušníka. Společné zásahové prostředky, obvykle součást vybavení služebního vozidla, se předávají při výměně směny. Dle výše uvedeného pokynu se v případě vyšetřovatelů požárů prakticky jedná o izolační dýchací přístroj, respirátor, ochranný oděv proti dešti, vestu s nápisem HASIČI, lékařské rukavice pro jednorázové použití [9, Čl. 3]. Dále se zde nachází důležitý odkaz

na ustanovení vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, které stanoví, že „*Při používání dýchacích přístrojů a obdobných věcných prostředků požární ochrany, jejichž provozuschopnost souvisí se zevnějškem hasiče, musí být hasiči upraveni tak, aby úprava jejich zevnějšku byla z hlediska provozu věcných prostředků požární ochrany bezpečná. Za bezpečnou úpravu se považuje délka vlasů v obličejové části maximálně po obočí, nepřesahující ušní boltce a na krku maximálně dosahující po úroveň límce košile. Tvář musí být hladce oholena; povolen je pouze krátce střižený knír, který v neupraveném stavu nezasahuje do těsnicí linie masky nebo polomasky* [17, § 8].

Publikace *Prostředky na ochranu dýchacích cest*, se podrobně zaobírá dělením, popisem a základními vlastnostmi ochranných prostředků. Je zde popsáno dělení filtračních ochranných prostředků, dýchacích přístrojů, popsány prostředky ochrany dýchacích cest v ochraně obyvatelstva ČR jejich ošetřování a zásady skladování [11].

Publikace *Osobní ochranné pracovní prostředky* popisuje ochranu dýchacích orgánů, zraku a obličeje, hlavy, sluchu, dále pak ochranu rukou, nohou a těla všeobecně. Poslední kapitola se zabývá ochranou proti pádu z výšky nebo do volné hloubky. Kniha je komplexní příručka, určena především pro pracovníky, kteří zajišťují bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Jsou to především bezpečnostní technici, kteří se touto problematikou zabývají profesně, ale i pro ostatní osoby, kteří se chtějí nebo potřebují seznámit s touto problematikou [10].

Vyhláška č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, stanoví technické podmínky věcných prostředků požární ochrany, jejíž splnění je podmínkou pro zařazení věcných prostředků požární ochrany do vybavení jednotek požární ochrany podle

zákona o požární ochraně [1]. Tato vyhláška ruší předešlý právní předpis, vyhlášku č. 255/1999, o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany. Věcným prostředkem požární ochrany pro účely vyhlášky č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, mimo jiné myšleno:

1. Izolační dýchací přístroj s otevřeným okruhem na tlakový vzduch, jehož technické podmínky jsou:
 1. Izolační dýchací přístroj splňuje požadavky příslušné normy na autonomní dýchací přístroje na tlakový vzduch s otevřeným okruhem s obličejovou maskou používané jako prostředky k ochraně dýchacích orgánů. Izolační dýchací přístroj je klasifikován jako typ 2 předmětné normy.
 2. Izolační dýchací přístroj umožňuje použití jedné tlakové lahve o vodním objemu 6 až 9 litrů nebo dvou tlakových lahví o vodním objemu každé z nich 6 až 7 litrů. Nouzově lze použít též tlakové láhve o vodním objemu 5 až 7 litrů.
 3. Konstrukce izolačního dýchacího přístroje může umožňovat druhý vstup a výstup pro dálkový přívod vzduchu nebo druhou obličejovou masku nebo záchrannou vyváděcí kuklu anebo ventilaci protichemického ochranného obleku.
 4. Popruhy a korpus izolačního dýchacího přístroje jsou vyrobeny z materiálů, které umožňují mokřý způsob dekontaminace, pórovité části jsou vyměnitelné a odepínatelné.
 5. Hmotnost přístroje s obličejovou maskou s plně naplněnou tlakovou lahví nesmí být větší než 15 kg.
 6. Ovládání ventilů pro spuštění izolačního dýchacího přístroje je pro nositele snadno přístupné oběma rukama. Izolační dýchací

přístroj má přídatnou dávku vzduchu ručně ovladatelnou i v ochranných rukavicích pro hasiče.

7. Izolační dýchací přístroj je zhotoven z materiálů, které znemožňují vznik a výboj statické elektřiny. Dále obsahuje akustické, pneumatické případně i elektronické výstražné zařízení.
 8. Tlakoměr pro kontrolu přetlaku v tlakové lahvi pro zjištění zásoby vzduchu je umístěn na levém ramenním popruhu v poloze umožňující kontrolu nositele, červené pole tlakoměru je v rozsahu 0 až 5 Mpa.
 9. Obličejová maska umožňuje uchycení pomocí rychloupínačů nebo hlavovým křížem. Může být vybavena zařízením pro hlasovou komunikaci prostřednictvím radiostanice nebo podobného komunikátoru [18, § 2].
2. Přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech. Technické podmínky přilby:
1. Přilba splňuje požadavky příslušné normy na přilby poskytující uživateli ochranu hlavy při likvidaci požárů a doprovodných činnostech. Povrch přilby a přilba za mokra vykazují elektroizolační odolnost, přilbu lze na základě elektrických vlastností zařadit do kategorie E2 a E3 příslušné normy.
 2. Přilba splňuje požadavky příslušné normy při -30°C . Součástí přilby je jednostranně rozepínatelný podbradní pásek. Součástí přilby je nátýlník (chránič šíje). Součástí přilby je také obličejový štít, který poskytuje ochranu očí a podstatné části obličeje, tzv. chránič obličeje. Součástí přilby může být současně chránič očí. Všechny součásti přilby jsou v rámci údržby vyměnitelné.
 3. Přilba umožňuje: použití obličejové masky izolačního dýchacího přístroje se všemi způsoby uchycení (pomocí rychloupínačů nebo

hlavovým křížem); uchycení svítilny; montáž zařízení, umožňující kombinované ovládání radiostanice hlasem a stiskem tlačítka, montáž reproduktoru; umístění samolepících prvků pro označení hasičů na povrch skořepiny přilby.

4. Materiál skořepiny je proveden v barvě žlutozelená luminiscenční, žlutá nebo žlutá fluorescenční. Přilba ve vybavení Hasičského záchranného sboru České republiky může mít povrch skořepiny přilby proveden i v jiné, než výše uvedené barvě [18, příloha 4].
3. Ochranný oděv pro hasiče (dále jen „zásahový oděv I“). Technické podmínky zásahového oděvu I:
 1. Zásahový oděv I splňuje příslušnou normu na ochranu těla s výjimkou hlavy, rukou a chodidel při likvidaci požárů a doprovodných činnostech. Zásahový oděv I je proveden jako dvoudílný, skládá se z kabátu a kalhot.
 2. Vnější materiál zásahového oděvu I: je odolný vůči oděru, odolá při zkoušení dle příslušné normy bez poškození nejméně 40 tisíc otáčkám zkušebního zařízení; je stálobarevný, dosahuje nejméně stupně 4 šedé stupnice při zkoušení stálobarevnosti v mechanickém praní při 60°C, v potu a v suchém otěru a stupně 3 v mokřém otěru podle příslušných norem; je odolný vůči žmolkování, vykazuje při zkoušení podle příslušné normy odolnost vůči žmolkování nejméně 4. stupně; splňuje požadavky pro materiál rozptylující elektrostatický náboj dle příslušné normy; je proveden v tmavomodré barvě s výjimkou nápadného materiálu.
 3. V zásahovém oděvu I. může být integrován osobní ochranný prostředek proti pádu z výšky. Dále může být vybaven technickými prvky, jako jsou např. poutka pro uchycení svítilny, obličejové masky izolačního dýchacího přístroje nebo příslušenství radiostanice.

4. Zásahový oděv I. může být v oblasti ramen, loktů a kolen vyztužen další vrstvou vnějšího materiálu oděvu, případně materiálem s vyšší mechanickou odolností v barvě černé nebo tmavé modré. Zásahový oděv I. lze čistit mechanickým praním při teplotě 60°C [18, příloha 5].

4. Ochranný oděv pro hasiče pro likvidaci požárů v otevřeném terénu (dále jen zásahový oděv II.“). Technické podmínky zásahového oděvu II.:
 1. Zásahový oděv II. splňuje příslušnou normu na ochranu těla s výjimkou hlavy, rukou a chodidel při likvidaci požárů a doprovodných činnostech. Zásahový oděv II. je proveden jako dvoudílný, skládá se z blůzy a kalhot.
 2. Vnější materiál zásahového oděvu II.: je odolný vůči oděru, odolá při zkoušení dle příslušné normy bez poškození nejméně 40 tisíc otáčkám zkušebního zařízení; je stálobarevný, dosahuje nejméně stupně 4 šedé stupnice při zkoušení stálobarevnosti v mechanickém praní při 60°C, v potu a v suchém otěru a stupně 3 v mokřém otěru podle příslušných norem; je odolný vůči žmolkování, vykazuje při zkoušení podle příslušné normy odolnost vůči žmolkování nejméně 4. stupně; splňuje požadavky pro materiál rozptylující elektrostatický náboj dle příslušné normy; je proveden v tmavomodré barvě s výjimkou nápadného materiálu.
 3. Zásahový oděv II. může být vybaven technickými prvky, jako jsou např. poutka pro uchycení svítilny, obličejové masky izolačního dýchacího přístroje nebo příslušenství radiostanice.
 4. Zásahový oděv II. může být v oblasti ramen, loktů a kolen vyztužen další vrstvou vnějšího materiálu oděvu, případně materiálem s vyšší mechanickou odolností v barvě černé nebo tmavé modré. Zásahový oděv II. lze čistit mechanickým praním při teplotě 60°C [18, příloha 6].

5. Doplněk zásahového oděvu I a II (dále jen „doplněk“). Technické podmínky doplňků:

1. Doplněkem se rozumí nátělník s dlouhými nebo krátkými rukávy a spodky s dlouhými nohavicemi, používané pro zvýšení ochrany proti teple a plameni, zlepšení termoregulace a komfortu. Doplněky splňují požadavky dle příslušné normy a mají index 2 a 3 omezeného šíření plamene dle příslušné normy.
2. Základní materiál doplňku: je stálobarevný, dosahuje nejméně 4. stupně šedé stupnice při zkoušení stálobarevnosti v mechanickém praní při 40°C a v potu dle příslušných norem; je při údržbě rozměrově stálý, vykazuje při zkoušení dle příslušné normy změnu rozměrů $\leq \pm 5\%$ v obou směrech; je odolný vůči žmolkování, vykazuje při zkoušení dle příslušné normy odolnost vůči žmolkování nejméně 4. stupně; vykazuje dle příslušných norem dobré termoregulační vlastnosti; doplněk je proveden v barvě tmavomodré; lze jej čistit mechanickým praním při 40°C teplotě vody; okraj rukávu u nátělníků, nohavic u spodků a průkrčník jsou zhotoveny z pružných lemů; střih doplňku je v provedení přiléhavém; švy jsou rovné, pružné a pravidelné; na levé hrudní části nátělníku může být rukávový znak a nad ním označení příslušnosti k organizační části Hasičského záchranného sboru České republiky nebo k jednotce požární ochrany [18, příloha 7].

6. Pracovní stejnokroj II. Technické podmínky:

1. Pracovní stejnokroj II. splňuje všeobecné požadavky na ochranné oděvy dle příslušných norem. Pracovní stejnokroj se skládá z blůzy nebo polokošile, kalhot a čepice.
2. Základní materiál blůzy, kalhot a čepice: je odolný vůči oděru, odolá při zkoušení dle příslušné normy bez poškození nejméně 3000

otáčkám zkušebního zařízení; je pevný v tahu, odolá v příčném i podélném směru při zkoušení dle příslušné normy; je odolný vůči dalšímu trhání, vykazuje při zkoušení dle příslušné normy v příčném i podélném směru odolnost proti dalšímu trhání ≥ 20 N; je stálobarevný, dosahuje nejméně stupně 4 šedé stupnice při zkoušení stálobarevnosti v mechanickém praní při 60°C, v potu a v suchém otěru a 3. stupně v mokřém otěru; je odolný vůči žmolování, vykazuje při zkoušení příslušné normy odolnost proti žmolování nejméně 4. stupně; je prodyšný pro vodní páru, vykazuje při zkoušení podle příslušné normy průměrnou odolnost proti vodní páře ≤ 10 m² Pa/W; je proveden v barvě tmavé modré.

3. Základní materiál pro polokošile je: stálobarevný, dosahuje nejméně stupně 4 šedé stupnice při zkoušení stálobarevnosti v mechanickém praní při 60°C, v potu a v suchém otěru a 3. stupně v mokřém otěru; odolný vůči žmolování, vykazuje při zkoušení příslušné normy odolnost proti žmolování nejméně 4. stupně; je proveden v barvě tmavé modré; vykazuje nejméně dobré termoregulační vlastnosti podle příslušné normy.
4. Pracovní stejnokroj II. je při údržbě rozměrově stálý; při zkoušení dle příslušné normy je změna rozměrů blůz a kalhot v obou směrech $\leq \pm 3$ %, polokošile $\leq \pm 5$ % v obou směrech. Pracovní stejnokroj II. má pevné hlavní švy, při zkoušení dle příslušné normy jsou hlavní švy blůz a kalhot odolné vůči síle ≥ 225 N. Blůzu a kalhoty lze čistit mechanickým praním při teplotě vody 60°C, polokošili při teplotě vody 40°C.
5. Blůza a kalhoty se vyrábí ve variantě A anebo B. Blůza a kalhoty vyrobené ve variantě A dle příslušné normy: jsou odolné proti teplu při teplotě 180°C; vykazují omezené šíření plamene; poskytují ochranu proti konvekčnímu teplu, úroveň provedení nejméně B1; poskytují

ochranu proti sálavému teplu, úroveň provedení nejméně C1. Základní materiál blůzy a kalhot vyrobený ve variantě A splňuje požadavky pro materiál rozptylující elektrostatický náboj dle příslušné normy. Základní materiál blůzy a kalhot vyrobený ve variantě B a základní materiál polokošile je odolný proti teplu při teplotě 180°C dle příslušné normy.

6. Blůza má: přes přední díly a zadní díl našité sedlo z vrchového materiálu; v horní části obou předních dílů svrchní nakládané náprsní kapsy o rozměrech 15 x 18 cm s patkou do tvaru se zapínáním na stuhové uzávěry; do obou spodní části obou bočních švů všité kapsy s kapesními váčky z vrchového materiálu; zapínání na zdrhovadlo od průkrčníku až do spodního okraje, překryté légou našitou na levém předním díle, se zapínáním na 5 ks stuhových uzávěrů šíře 2,5 cm a délky 5 cm; na zadním díle pod sedlem zhotoveny záhyby směřující k bočním švům. Spodní polovina záhybů je zašitá; jednoduché hlavicové rukávy, ukončené manžetou, staženou přes spodní část pruženkou šíře 2 cm ve dvou řadách; na manžetách našito spínadlo se zapínáním na stuhový uzávěr, část uzávěru je našita na spínadle s háčky; jednoduchý límec v rozcích odšitý a po obvodě prošitý, do průkrčníku je všito zavěšovací poutko. Na spodním límci je našitá spinka se zapínáním na stuhový uzávěr; dolní kraj ukončený páskem, přes zadní díl a část předního dílu jsou staženy ve dvou řadách pruženkou o šířce 2 cm; nad středem náprsní kapsy, mezi sedlem a patkou, našitou část stuhového uzávěru se smyčkami o rozměrech 70 x 38 mm z důvodu připevnění označení hodnotního či funkčního; nad středem náprsní kapsy našitou část stuhového uzávěru se smyčkami o rozměrech 125 x 25 mm z důvodu připevnění osobního evidenčního čísla nebo jmenovky.

7. Blůza vyrobená ve variantě B má do vodorovných švů, pro spojení sedla se zadním a předními díly, po celé jejich délce všitu 2-4 mm žlutozelenou paspuli.
8. Polokošile má: krátké rukávy; límeček o šířce cca 8 cm; na předním díle v horní části légu, zapínanou na tři knoflíky o délce cca 15 cm; v pravé horní části předního dílu umístěnou část stuhového uzávěru se smyčkami o rozměrech 70 x 38 mm, pro připevnění hodnotního označení; v levé horní části předního dílu umístěnou část stuhového uzávěru se smyčkami o rozměrech 125 x 25 mm, pro umístění osobního evidenčního čísla nebo jmenovky.
9. Kalhoty mají: na předních dílech vytvořeny záhyby směřující k bočnímu švu; na zadních dílech odšité záševky; v horní části pravého zadního dílu jednovýpustkovou kapsu s patkou; v horní části obou předních dílů boční klínové kapsy; přes pravý boční šev našitou nakládanou kapsu o rozměrech 18 x 19 cm, krytou patkou se zapínáním na stuhové uzávěry, kapsa je umístěna ve vzdálenosti 36 cm od okraje osového límce; rozparek se zapínáním na knoflíky nebo zdrhovadlo; pasový límec s podšitím 5 cm, přes boční šev stažený pruženkou o šířce 2 cm ve dvou řadách. Pasový límec je v přední části zapínáný na druk nebo 2 knoflíky, na pasovém límci našitých 7 poutek o šířce 2 cm na opasek. Na vrchní straně pasového límce jsou pro připnutí šlí našity knoflíky; šle nebo opasek o šíři 4 cm černé barvy s rychlosponou černé barvy; kalhoty ve variantě A, mají do švů na vnější straně nohavic po celé jejich délce všitu žlutozelenou paspuli.
10. Čepice má: šest panelů sešitých k sobě rovnostehem, tento šev se z rubové strany překryt paspulí; dva čelní panely z rubové strany vyztužené tkaninou; čepice může mít nad štítkem nápis „HASIČI“, provedený výšivkou o rozměru 58 x 16 mm. Spodek výšivky je 30 mm

nad štítkem, výšivka je provedená na střed čela čepice; čepice může mít do hrany štítku všitou žlutozelenou paspuli.

11. Nápadný materiál je umístěn pouze na blůze varianty A. Nápadný materiál splňuje podmínky pro vysoce nápadný materiál žluté barvy dle příslušné normy. Na horní zádové části blůzy, 10 mm pod sedlem, je v rámečku žluté fluorescenční barvy o rozměrech 290 x 75 mm umístěn nápis „HASIČI“. Nápis je proveden velkými tiskacími písmeny, v barvě základního materiálu stejnokroje. Délka nápisu je 260 mm, šířka písma je 12 mm a výška písma 55 mm [18, příloha 8].

7. Spodní prádlo pro hasiče (dále jen „spodní prádlo“). Technické podmínky spodního prádla:

1. Spodním prádlem se rozumí triko s krátkými nebo dlouhými rukávy a spodky s krátkými nebo dlouhými nohavicemi. Spodní prádlo splňuje všeobecné požadavky dle příslušné normy.
2. Spodní prádlo je: stálobarevné, dosahuje nejméně stupně 4 šedé stupnice při zkoušení stálobarevnosti v mechanickém praní při 40°C, v potu dle příslušných norem; při údržbě je rozměrově stálé, vykazuje při zkoušení dle příslušné normy změnu rozměrů $\leq \pm 6,5 \%$ v obou směrech; je odolné vůči žmolkování, vykazuje při zkoušení dle příslušné normy odolnost proti žmolkování nejméně 4. stupně; je proveden v barvě šedé melé nebo šedé.
3. Materiál spodního prádla: má vazbu pleteniny jednlícní krytou, lemy žebrovanou 1:1; má složení bavlna 60%, viskóza 40%, lemy jsou zhotoveny z materiálu o složení bavlna 58%, viskóza 38,5%, elastan 3,5%, pomocné nitě jsou z materiálu polyester/bavlna nebo z polyesteru.
4. Spodní prádlo může být vyrobeno i z jiného, než výše uvedeného materiálu, pokud tento materiál: vykazuje nejméně dobré

termoregulační vlastnosti podle příslušné normy, je odolný proti teplotě při teplotě 180°C.

5. Okraj rukávů u trika s dlouhými rukávy, nohavic u spodků s dlouhými nohavicemi a průkrčník jsou zhotoveny z pružných lemů; průkrčník je kulatý; švy jsou rovné; konce nití jsou odstřiženy a konce švů jsou zajištěny proti páráni.
6. Na levé hrudní části trika může být proveden rukávový znak a nad ním označení k příslušnosti organizační části Hasičského záchranného sboru České republiky nebo k jednotce požární ochrany [18, příloha 9].

Technické podmínky, vydané MV – Generálním ředitelstvím HZS ČR pro pořízení věcného prostředku požární ochrany – filtru pro filtrační dýchací přístroje, stanoví minimální požadavky na filtry: třídu 2 pro protiplynovou část filtru (typy A, B, E, K) dle ČSN EN 14387, resp. třídu 3 pro částicovou část filtru (typ P) dle ČSN EN 143 [93]. Technické podmínky stanoví minimální požadavky pro pořizování věcných prostředků do vybavení HZS ČR. Analýzou Bojového řádu jednotek požární ochrany [19] nebyla nalezena návaznost těchto podmínek a typy zásahů, u kterých by tento prostředek měl být použit.

Učební skripta Chemická služba se podrobně zabývají činnostmi chemické služby u HZS ČR. V knize je podrobně popsán postup při styku s chemickými, radioaktivními i jinak nebezpečnými látkami, které ohrožují osoby, vstupující na místa vzniku mimořádných událostí (požáry, chemické havárie, dopravní nehody s přítomností vozidel na přepravu chemických látek, apod.). Podrobně popisuje vlastnosti těchto látek a možnou ochranu před nimi. Věnuje se rozdělení věcných prostředků chemické služby, tedy hasiv, dekontaminačních prostředků, neutralizačních, sorpčních a emulgačních látek, speciálních věcných prostředků (např. detekční a měřící dozimetry, hlásiče,

detekční trubičky, detekční přístroje, apod.), prostředků na olejové havárie, separátory, odlučovače, plnicí zařízení tlakových lahví. Dále jsou zde popsány nebezpečné látky a jejich rozdělení; česká i evropská legislativa, týkající se registrace, hodnocení, klasifikace, označování, balení a podmínky nakládání a přepravy nebezpečných chemických látek. V další kapitole se autor věnuje popisu dýchací techniky, druhům dýchacích přístrojů, její údržbě a kontrole. Dále jsou popsány tlakové láhve, používané jako nedílná součást dýchacích přístrojů, jejich značení, plnění a ošetřování po použití. Kniha se rovněž věnuje protichemickým oblekům, jejich zastoupení u HZS krajů, technickému provedení a přehled souvisejících technických předpisů. V další kapitole je popsána detekce chemických látek, detekční a analytické principy, druhy používaných senzorů, spektrometrů a analyzátorů. Následující kapitola se věnuje chemickému průzkumu místa mimořádné události, vymezení zón v místě zásahu, režim činnosti v kontaminovaném prostředí a úkoly chemických laboratoří. Autor knihy dále popisuje radiační ochranu, charakteristiku ionizujícího záření, fyzikální veličiny a jednotky v ochraně proti záření, biologické účinky ionizujícího záření, deterministické a stochastické následky záření, rozdělení radiačních zásahu u HZS ČR, zásady radiační ochrany na místě události. Dále jsou zde popsány základní pojmy a postupy dekontaminace, dekontaminační činidla a prostředky [8].

V publikaci ČSN EN 143:2001 Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Filtry proti částicím – Požadavky, zkoušení a značení se uvádí: *„k používání je povolen jen takový ochranný prostředek dýchacích orgánů, jehož jednotlivé části vyhovují předepsaným zkouškám, které jsou dány celkovou normou nebo částí normy, a když s kompletním ochranným prostředkem byly vykonány praktické zkoušky v případech stanovených odpovídající normou. Jestliže není možné z jakýchkoliv příčin provést zkoušku s celým ochranným prostředkem, je povoleno zkoušku napodobit za předpokladu, že dýchací charakteristiky a váhové rozložení přístroje budou*

podobné“[20, str.12]. Publikace stanoví požadavky na zkoušení a značení filtrů proti částicím. Zkoušení mechanické odolnosti probíhá dle předem stanovených podmínek na zkušebním zařízení po dobu 20 minut. V rámci zkoušení filtru se provádí také teplotní kondicionování. V průběhu těchto zkoušek dochází k podrobení filtrů různým teplotním cyklům – suchý vzduch při teplotě 70°C, resp. -30°C po dobu 24 hodin. Ve smyslu této normy se dále provádí zkoušky průniku filtrem, kdy zkušební plyn nebo aerosol prochází filtrem v horizontální poloze. Ke zkoušení filtru proti pevným a kapalným aerosolům se používá zkouška chloridem sodným a zkouška parafínovým olejem[20].

V publikaci ČSN EN 14387+A1 Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Protiplynové a kombinované filtry – Požadavky, zkoušení a značení se uvádí: „tato evropská norma se vztahuje na protiplynové a kombinované filtry, které se používají jako součásti ochranných dýchacích prostředků bez nuceného přívodu vzduchu“[21, str. 7]. Do této normy nejsou zahrnuty filtry proti oxidu uhelnatému. Publikace dělí protiplynové filtry na typy: A, B, E, K, AX, SX a dále speciální filtry, tedy typ NOP₃ (filtry pro použití proti oxidům dusíku, např. NO, NO₂ a NO_x) a typ HgP3 pro použití filtru proti rtuti. Dále je zde zmíněno dělení protiplynových filtrů podle jejich sorpční kapacity (třída 1 až 3, kdy třída 3 má nejvyšší sorpční kapacitu). Kapitola 6.12.2. obsahuje tabulku, kde jsou uvedeny sorpční kapacity a zkušební podmínky protiplynových filtrů typů A, B, E, K, AX. U oxidu siřičitého jsou minimální doby průniku uvedeny 20 minut (filtry tříd E1 a E2), resp. 30 minut (filtr třídy E3). Zkušební podmínky zahrnují průnikovou koncentraci a koncentraci zkušebního plynu ve vzduchu [21].

Na zahraničních webových stránkách, týkajících se ochrany zdraví vyšetřovatelů požárů bylo zjištěno, že v roce 2006 byl spuštěn program na ochranu zdraví vyšetřovatelů požáru, protože bylo zjištěno,

že vyšetřovatel požárů může podstupovat stejné riziko jako zásahový hasič a to i v případě, že vstupuje na požářiště až po uhašení požáru a částečném odvětrání požářiště. Mnoho vyšetřovatelů se stále chybně domnívá, že potenciaální rizika jsou po uhašení požáru již značně eliminovány. Program obsahuje systematickou identifikaci, hodnocení, prevenci a kontrolu obecných nebezpečí na pracovišti, dále pak nácvik situací, které mohou vzniknout při činnosti na požářišti. Během posledních let byly v Kanadě, Velké Británii, Novém Zélandu a ve Spojených státech provedeny studie, kde bylo prokázáno, že většina požářišť obsahuje četné vedlejší produkty hoření, z nichž některé jsou zodpovědné za zvýšení rizika vzniku rakoviny. Jedná se o např. tyto látky: akrolein, akrylonitril, benzen, formaldehyd, vinylchlorid a další. Během studie, na základě monitorování vzduchu na požářišti vyplynulo, že bez použití ochrany dýchacích cest, byli vyšetřovatelé přexponováni dráždivými, chemickými, dusivými látkami a karcinogeny. V závěru studie je pak navrhován povinný stálý lékařský dohled a pravidelný roční screening [22].

V roce 2017 vydala Národní asociace požární ochrany Spojených států amerických, příručku pro vyšetřovatele požárů s pořadovým číslem 921. V této publikaci se mimo jiné hovoří o tom, že odpovídající ochrana dýchacích cest je u většiny požárů nezbytná. Vyšetřovatelé je doporučeno použít dýchací přístroj, případně respirátor, resp. masku s filtrem. V případě použití masky s filtry je třeba myslet na ochranu očí, jako dalšího vstupu škodlivých látek do organismu. Z tohoto důvodu je doporučeno použití ochranných brýlí s odvětráním [23].

2.3 Posouzení těchto poznatků s vlastním cílem práce

Analýzou výše uvedených poznatků bylo zjištěno, že ve většině případů (vyjma nedostatečného nastavení možné ochrany dýchacích cest vyšetřovatelů požárů

v případě nepoužití izolačního dýchacího přístroje) jsou nastaveny parametry, které by pořizované osobní ochranné prostředky měly splňovat. V další části diplomové práce provedu analýzu ochranných prostředků, které jsou fyzicky ve vybavení příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR. Bude se jednat o zásahový oděv I., pracovní oděv II. (alternativně pracovní stejnokroj II., provedený ve variantě A), přilbu pro hašení ve stavbách a dalších prostorech, kuklu pro hasiče, doplňky zásahového oděvu – souprava (nátělník a spodky v dlouhém provedení), zásahovou obuv pro hasiče, ochranné rukavice pro hasiče a ochranné rukavice proti mechanickým rázům.

Jako základní ochranný prostředek na ochranu dýchacích cest, je v pokynu GŘ HZS ČR 38/2014 [9, Čl. 3], uveden respirátor. Tento prostředek je vhodný do prašného prostředí jako ochrana před pevnými částicemi. Ochranu před aerosolem nebezpečných látek, vyskytujících se na požářišti, neposkytuje žádnou. Z důvodu chybějícího uvedení ochranných filtrů, jako základní ochrany dýchacích cest vyšetřovatelů požárů provedu laboratorní zkoumání ochranných filtrů, které by mohly být používány vyšetřovateli požárů při ohledání požářiště.

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je posouzení vlivu produktů hoření a analýza vybavenosti vyšetřovatelů požárů osobními ochrannými prostředky při výkonu státního požárního dozoru – zjišťování příčin vzniku požáru. V teoretické části vyhodnotím právní předpisy v předmětné oblasti a popíšu samotný výkon státního požárního dozoru. V teoretické části se dále věnuji interním právním předpisům Hasičského záchranného sboru, které stanoví: minimální vybavenost příslušníků osobními ochrannými prostředky, podmínky jejich využití, vlastnosti a kritéria, které musí tyto prostředky splňovat. V teoretické části dále zmíním normativní požadavky na kvalitativní vlastnosti a vzhled materiálů, použitých na výrobu osobních ochranných prostředků. Dále se věnuji součástem výstroje vyšetřovatele požárů, tedy ochrannému oděvu, obuvi, helmě, kukle a rukavicím, včetně dalších doplňků. Podrobně v diplomové práci analyzuji ochranu dýchacích cest v případě použití ochranných plynových filtrů. V této části práce taktéž popisuji typy vyráběných ochranných protiplynových filtrů a jejich možné použití v praxi dle podmínek výrobce.

V praktické části provedu komparaci látek, které se vyskytují při hoření a možnou dostupnou ochranu příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR – vyšetřovatelů požárů. Součástí diplomové práce je též SWOT analýza podmínek výkonu služby vyšetřovatelů požárů, s navrženými východisky ke zlepšení podmínek výkonu služby. V praktické části budu dále zkoumat a analyzovat vlastnosti 4 ks typů ochranných filtrů proti plynům a aerosolům, od dvou předních výrobců těchto filtrů. V laboratorních podmínkách podrobím ochranné protiplynové filtry chemickému namáhání vybraných látek, vyskytujících se v praxi na požářištích. Výstupem práce budou výsledky laboratorního zkoumání, tabulky hodnot zatížení ochranných

filtrů, grafy a analýzy chemických látek, které jsem naměřil při praktických pokusech. V závěru práce stanovím minimální požadavky na ochranné prostředky dýchacích cest vyšetřovatelů požárů, na základě provedených chemických analýz zplodin hoření, s návrhem změn interního předpisu Hasičského záchranného sboru ČR.

4 METODIKA

Diplomovou práci jsem rozdělil do více částí. V první, teoretické části, jsem provedl analýzu látek, které se mohou vyskytovat na požářišti [26]). V druhé, praktické části, jsem provedl měření v laboratoři, kde jsem analyzoval škodlivé látky po spálení zkušební vzorku látek, které tvoří běžné vybavení domácnosti. Jako místo praktického výzkumu jsem zvolil technické zařízení MV – generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR - Technický ústav požární ochrany v Praze. V další, praktické části jsem provedl zkoumání vzorku ochranných filtrů, zastoupených ve vybavení vyšetřovatelů požárů. Vzorky byly podrobeny zátěži předem definovaných látek, které se ve většině případů, mohou vyskytnout na požářištích. V další části diplomové práce jsem provedl komparaci výše uvedených látek, aktuálního výstrojního vybavení vyšetřovatelů HZS ČR a vybavení vyšetřovacího automobilu (společné zásahové ochranné prostředky). V závěru diplomové práce navrhuji změnu interního aktu řízení pro zajištění maximálně možné a dostupné ochrany příslušníků HZS ČR - vyšetřovatelů požárů.

4.1. Metodika stanovení toxické vydatnosti plynných zplodin tepelného rozkladu látek.

Metodika je vypracována ke stanovení toxické vydatnosti plynných zplodin tepelného rozkladu látek a vychází z mezinárodně uznávaných technických postupů [24]:

1. Fyzikálně požárního modelu podle ČSN EN ISO 5659.
2. Postupu chemické analýzy plynů pomocí plynové kyvety Fourier transformální infračervené spektroskopie (FTIR), v souladu s DIN 5510-2 a CENTS 45 545-2 pro praktické aplikace požární bezpečnosti.

3. Z matematických modelů pro výpočet toxické vydatnosti [24, str. 3].

Tato metodika stanoví:

1. Použité přístroje a jejich obsluhu.
2. Zkušební postupy pro přípravu vzorku ke kvantitativnímu měření spekter plyných látek.
3. Výpočet toxické vydatnosti kouře ve formě CIT, FED_{celk}, LC_{50,30 min}.

Podstata metody – infračervená spektroskopie je používána k identifikaci chemické struktury látek již od 30. let 20. století. Infračerveným zářením je elektromagnetické ozáření v rozsahu vlnových délek (0,78 – 1000) μm , což odpovídá rozsahu vlnočtů (12800 - 10) cm^{-1} . Celá oblast bývá rozdělena na blízkou (13000 – 4000 cm^{-1}), střední (4000 – 200 cm^{-1}) a vzdálenou infračervenou oblast (200 – 10 cm^{-1}), přičemž nejpoužívanější je střední oblast. S rozvojem výpočetní techniky v 80. letech 20. století dochází k praktickému rozšíření infračervených spektrometrů s Fourierovou transformací (FTIR spektrometry). Jedná se o přístroje, pracující na principu interference spektra, které na rozdíl od disperzních přístrojů měří interferogram modulovaného svazku záření po průchodu vzorkem. Tyto přístroje vyžadují matematickou metodu Fourierovy transformace k získání klasického spektrálního záznamu. FTIR spektrometry vykazují celou řadu výhod. Při měření dopadá na detektor vždy celý svazek záření. Takové uspořádání umožňuje i experimenty, při nichž dochází k velkým energetickým ztrátám, tj. měření silně absorbujících vzorků [24, str. 4].

Principem metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem, při níž dochází ke změnám rotačně vibračních energetických stavů molekuly v závislosti na změnách dipólového momentu molekuly. Analytickým výstupem je infračervené spektrum „neznámé látky“, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie,

většinou vyjádřené v jednotkách absorpance (A) v závislosti na vlnočtu dopadajícího záření. Plynová kyveta je vhodná pouze pro měření plynů, které mají teplotu varu nižší, než je teplota nastavená na termostatu pro vyhřívání kyvety ($20 - 185\text{ }^{\circ}\text{C}$). Spektra plynů lze měřit kontinuálně, kdy je kyveta souvisle proplachována proudem plynů nebo diskontinuálně, kdy je vakuovaná kyveta jednorázově naplněna měřeným plynem. Možná je také kombinace obou způsobů, kdy je kyveta nejprve proplachována proudem plynů, poté jsou ventily na kyvetě uzavřeny [24, str. 4].

Postup zkoušky:

Při vlastním měření na přístroji IGS Antaris se s přístrojem nesmí pohybovat, klepat na něj, či jakýmkoliv jiným zásahem snižovat možnost detekce infračerveného pozadí. Před vlastním měřením je nutné změřit spektrum pozadí, které je potom automaticky odečítáno od naměřených spekter. FTIR spektra se snímají těmito parametry: rozsah $4000 - 400\text{ cm}^{-1}$; počet scanů 8, rozlišení $0,5\text{ cm}^{-1}$. Následně se při diskontinuálním měření po uzavření obou ventilů změří vzorek (ve 4. a 8. minutě zkoušky) a zapíše se hodnota aktuální teploty a tlaku v kyvetě. Při kontinuálním měření se volí menší počet scanů (cca 5 scanů). Automatické průběžné ukládání naměřených spekter je realizováno prostřednictvím softwaru Macros Basic [24, str. 7].

Měřené veličiny:

Analytickým výstupem je infračervené spektrum, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie, zpravidla absorpance na vlnové délce dopadajícího záření. Molekuly lze identifikovat dle charakteristických absorpčních pásů. Koncentrace dotčených analytů či toxikantů počítáme jako plochu příslušného pásu ve spektru [24, str. 8].

Interpretace výsledků:

Ideální pro identifikaci je porovnání spektra s knihovnou již dříve naměřených nebo komerčních infračervených spekter, která pomáhají k jednoznačné identifikaci zkoumané látky. Výsledkem takového porovnávání je procentuální hodnota shody zkoumaného spektra a referenčního spektra z knihovny [24, str. 11].

Protokol o výsledcích zkoušek musí obsahovat následující údaje:

- 1. Název a adresu zkušební laboratoře;*
- 2. Jednoznačnou identifikaci protokolu, každé jeho strany a počtu jeho stran,*
- 3. Jméno a adresa zákazníka;*
- 4. Popis a identifikaci předmětu zkoušení (měření), případně popis odběru vzorků;*
- 5. Hustota toku tepla a stav zapalovacího hořáku během zkoušky;*
- 6. Datum přijetí předmětu zkoušky, datum (data) provedení zkoušky a datum vystavení protokolu;*
- 7. Identifikaci zkušební metody, informaci o všech případných odchylkách od ní a veškeré další informace, které souvisejí se zkouškou nebo s podmínkami jejího provedení,*
- 8. Informaci o podmínkách, které mohou mít vliv na výsledek zkoušky;*
- 9. Výsledky zkoušky: hmotnosti vzorku před/po zkoušce, koncentrace analytů v kouři (tabulka), spektrum, hodnoty CIT nebo FED_{celk} a LC_{50, 30min}, hodnoty c₁ u každého analytu, grafický průběh koncentrací v čase;*
- 10. Jméno a podpis odpovědné osoby (uvedena na osvědčení o akreditaci);*
- 11. Prohlášení o tom, že se výsledky zkoušek týkají jen zkoušeného předmětu (případně uvedení místa, předmětu a času měření), a že bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak, než celý;*
- 12. Počet výtisků protokolů, označení neakreditovaných metod, metod zjištěných subdodavateli a metod, u kterých byl využit flexibilní rozsah akreditace [24, str. 12].*

4.2. Plynová chromatografie

Plynová chromatografie je rychlá, jednoduchá a citlivá metoda, využívaná pro analýzy vzorků z požáříšť pro důkaz výskytu akceleraantů hoření. Plynový chromatogram s hmotnostním spektrometrem, přístroj pro separaci těkavých organických látek se skládá ze tří částí: injektoru s vyhříváním, detektoru a termostatu s chromatografickou kolonou. Výsledkem analýz je protokol s vyhodnoceným chromatografem – výčtem látek, které se ve zkoumaném vzorku vyskytují (hořlavé látky, zplodiny hoření, apod.)[25, str. 47].

4.3. Použité přístroje, zařízení, popis, stručná charakteristika

4.3.1. Analyzátor plynů Testo 350

Analyzátor plynů Testo 350 (SW Easy Emission v. 2.0) je více složkový analyzátor, pracující na dvouměřících principech. Složky O₂, CO, SO₂, NO a NO₂ jsou měřeny elektrochemickými senzory, CO₂ je měřeno modulem, pracujícím na principu infračervené spektrometrie. Naměřené výsledky lze vzhledem k deklarované přesnosti měření kyslíku vyjadřovat na dvě desetinná čísla obj. %. Přesnost měření jednotlivých složek je ověřována srovnávacím proměřením přesných kalibračních plynů.

4.3.2. IGS Antaris

Analyzátor vícesložkových plynů, který je schopen simultánně analyzovat až 100 složek směsi.

4.3.3. PPB RAE 3000

Analyzátor plynů ppbRAE 3000 (UV lampa 1,6 eV, měřicí rozsah VOC 1 ppb - 1 %, neselektivní detekce VOC). Unikátní fotoionizační detektor, určený pro monitorování těkavých organických látek. Přístroj má rozšířený měřicí rozsah PID senzoru od 1 ppb do 10000 ppm. Integrovaný RF modem umožňuje přenos naměřených údajů v reálném čase.

4.3.4. Čerpadlo KNF

Jednokomorové membránové čerpadlo KNF typ N86KN.18. s chemicky odolnou membránovou vývěvou s čerpací rychlostí 6 litrů/ minutu.

4.3.5. Plynoměr Ritter TG

Bubnový plynoměr Ritter TG10/6 je použitelný pro přesné měření rychlosti a objemu proudících plynů (přesnost 0,1litru.).

4.3.6. Průtokoměr

Univerzální plováčkový průtokoměr o měř. rozsahu (0,5-4) l/min kalibrovaný na dusík.

4.3.7. Sušárna Memmert UFE 600

Univerzální horkovzdušná sušárna Memmert UFE 600 s objemem komory 120 litrů, s nucenou ventilací. Osazený mikroprocesorový regulátor Excelent je schopný regulace v rozsahu od 30 °C do 250 °C. Teplota v komoře je snímána 2 ks čtyřkanálových čidel PT 100.

4.3.8. Laboratorní váhy Kern

Laboratorní váhy Kern (váživost 600 g, přesnost 0,01 g).

4.3.9. Kouřová komora dle ISO EN 5659-2 s kónickým zářičem

Kouřová komora o objemu 509 litrů s kónickým zářičem, nad který je umístěn zkušební vzorek. Během zkoušky je tento vzorek vystaven působení sálavého toku 50 kW/m².

4.4. Popis vlastní práce – porovnání účinnosti vybraných filtrů, používaných k ochraně dýchacích cest vyšetřovatelů příčin požárů na požářišti

4.4.1. Zkouška 1 – Odolnost ochranných filtrů proti těkavým organickým látkám

Zkouška spočívá v určení zachyceného množství vybrané směsi VOC na filtrační kolonce s 10 gramy sorbentu o vnitřním průměru 16 mm než dojde k jeho prvnímu průniku. Výpočtem je potom určen objem plynu zachycený v sorbentu celého filtru a ochranná doba filtru.

Rychlost proudění testované směsi přes filtry byla regulována na 3-4 litry za minutu. To je průtok srovnatelný s klidovým objemem vzduchu, procházejícím plícemi osoby bez fyzické zátěže.

Vybrané složky VOC: Benzen (B), Toluen (T), Tetrachlorethylen (TCE) a n-Hexan.

Koncentrace plynné směsi (B+T+TCE+n-Hexan) = 60 µl VOC / 1 litr plynné směsi.

Směs VOC obsahuje zástupce složek základních skupin látek, vyskytujících se ve zplodinách hoření (aromáty, n-alkany, chlorované uhlovodíky). Zkušební koncentrace byla optimalizována s ohledem na délku zkoušky a koncentrace VOC vyskytující se na požářišti v době, kdy tam pracují vyšetřovatelé.

Příprava testovací plyné směsi VOC:

Tedlarový vak se septovým ventilkem byl za laboratorních podmínek naplněn 100 litry dusíku čistoty 5.0 z tlakové láhve. Objem dusíku ve vaku byl stanoven plynoměrem s přesností 0,1 litrů. Potom byl uzavřen plynový ventilek a postupně dávkováno 1,5 ml n-hexanu, 1,5 ml benzenu, 1,5 ml toluenu a 1,5 ml tetrachlorethylenu. Aby se veškeré dávkované kapaliny beze zbytku odpařily, byl celý vak po dobu cca 20-30 minut kondiciován v horkovzdušné sušárně při teplotě 50 °C. Odběr plynu z vaku byl prováděn při laboratorní teplotě 20 °C



Obrázek 1 - Plnění tedlarového vaku dusíkem, zdroj vlastní.

Příprava filtrů:

Filtry byly rozebrány, jejich vnitřní složení bylo zdokumentováno a byla zjištěna hmotnost aktivního uhlí každého typu testovaného filtru.

Pomůcky a chemikálie:

1. Benzen p. a. čistoty (Lachema).
2. Toluén p.a.
3. Tetrachlorethylen technický.
4. n-Hexan čistoty pro GC.
5. dusík pro ECD, čistoty 5.0.
6. Tedlarový vak o objemu 100 litrů.
7. PE sušící kolonky, silikonové a PTFE hadičky, hadicové propojky a redukce.
8. Jednokomorové membránové čerpadlo typ KNF.
9. Bubnový plynoměr Ritter TG 10/6.
10. Univerzální plováчковý průtokoměr o měř. rozsahu (0,5-4) l/min kalibrovaný na dusík.
11. Horkovzdušná sušárna Memmert UFE 600.
12. Analyzátor plynů ppbRAE 3000 (měř. rozsah VOC 1 ppb - 1 %, neselektivní detekce VOC).
13. Laboratorní váhy Kern.

Postup zkoušky:

Plynná směs o koncentraci 60 mg VOC/litr byla čerpána přes kolonku naplněnou 10 g aktivního uhlí a ucpávkami ze skelné vaty (viz schéma na obrázku 2) rychlostí 3 - 3,5 l/min. Na výstupu z kolonky byl zařazen analyzátor plynů ppbRAE se samostatným čerpadlem, kterým byla kontinuálně měřena koncentrace VOC v plynu přečištěném filtrací. Po dosažení koncentrace 100 ppm VOC ve výstupním plynu bylo ukončeno prosávání, byl zvážen hmotnostní přírůstek aktivního uhlí (množství nasorbovaných VOC). Z tohoto přírůstku hmotnosti byly vypočítány objemy plynů pročištěných náplní

filtračních kolonek, nasorbovaná množství VOC a následně i ochranné doby jednotlivých typů filtrů za předpokladu klidového objemu vzduchu procházejícím plícemi osoby bez fyzické zátěže (tj. 6 - 8 l/min) viz vztahy č. 1-3.

Analýza VOC byla prováděna PID analyzátozem plynů ppbRAE s UV lampou 1,6 eV, umožňující kontinuální měření koncentrací těkavých organických látek v rozsahu 1 ppb - 1 % obj. Od každého typu filtru byly provedeny celkem tři zkoušky.

Vztah 1:

$$V_{VOC/kol} = \frac{\Delta m_{VOC} \times 1000}{c_{VOC}}$$

kde:

$V_{VOC/kol}$ = objem plynné směsi v litrech prosátý přes kolonku do průniku filtru (konc. VOC = 100 ppm)

Δm_{VOC} = hmotnostní přírůstek náplně kolonky (g)

c_{VOC} = koncentrace VOC v plynné směsi (mg/litr)

Vztah 2:

$$m_{VOC/filtr} = \frac{\Delta m_{VOC}}{m_{sorb}} \times m_{sorb/filtr}$$

kde:

$m_{VOC/filtr}$ = hmotnost VOC nasorbovaných na celý filtr (g)

Δm_{VOC} = hmotnostní přírůstek náplně kolonky

m_{sorb} = hmotnost sorbentu v kolonce (g)

$m_{sorb/filtr}$ = hmotnost sorbentu v celém filtru (g) – předem zjištěná experimentálně

Vztah 3:

$$t_{ochr} = V_{VOC/filtr} \times \frac{N_{filtrů}}{Q_{dýchání}}$$

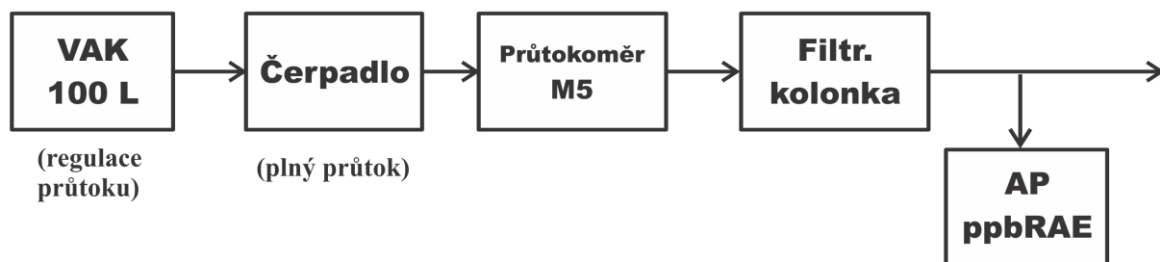
kde:

t_{ochr} = vypočítaná ochranná doba filtru (platí pouze pro testovanou koncentraci VOC - 60 mg/litr).

$V_{VOC/filtr}$ = teoretický objem prosátého přes celý filtr do jeho průniku (litr).

$N_{filtrů}$ = počet filtrů v masce (2 ks)

$Q_{dýchání}$ = objem vzduchu, procházející plícemi osoby bez zátěže (8 litrů/min)



Obrázek 2 - Schéma zapojení měřící sestavy pro test záchytu VOC, zdroj vlastní.



Kol. VOC - schéma

Kolonka na VOC

Diferenční vážení hm. př. AC

Obrázek 3 - PE kolonka s obsahem 10 g AC a její příprava, zdroj vlastní.

4.4.2. Zkouška 2 – Odolnost ochranných filtrů proti dráždivým látkám (SO₂)

Zkouška byla provedena k určení účinnosti filtrace vybraných dráždivých plynů ze zplodin hoření simulovaných kalibrační plynou směsí. Byla testována zádrž SO₂ při prosávání kalibračního plynu s obsahem SO₂ 970 ppm přes 1 gram sorbentu umístěný v kolonce o vnitřním průměru 5 mm.

Pomůcky a chemikálie:

1. Kalibrační plyn M189 - 10 litrová tlaková láhev (dodavatel Siad a.s.) - složení použitého kalibračního plynu: 1910 ppm CO, 2,84 % CO₂, 290 ppm NO a 970 ppm SO₂ v dusíku.
2. Redukční ventil dvoustupňový s výstupním tlakem 2,5 bary.
3. Pausterovy pipety, skelná vata (CRS), silikonové a PTFE hadičky, hadičkové fittinky.
4. AP Testo 350 (SW Easy Emission v. 2.0 + NB na sběr dat).
5. Kuličkový průtokoměr (rotometr) Aalborg M201 (měřící rozsah 0,2 – 1,5 litr/min).
6. Laboratorní váhy Kern

Postup zkoušky:

Kalibrační plyn (konc. SO₂ 970 ppm) byl tlačěn přes plastovou kolonku (vyrobenou z PE Pasteurovy pipety o objemu 3 ml) naplněnou 1g aktivního uhlí zatěsněného ucpávkami ze skelné vaty (viz schéma na obrázku 4) rychlostí regulovanou redukčním ventilem na cca 2 l/min. Na výstupu z kolonky byl zařazen analyzátor plynů Testo 350 s interním čerpadlem, kterým byla kontinuálně měřena koncentrace SO₂. Po dosažení koncentrace 200 ppm SO₂ ve výstupním plynu bylo ukončeno prosávání kolonky a vypočítán objem

plynu, prošlý přes kolonku/filtr podle vztahu č. 4 a ochranné doby jednotlivých typů filtrů podobně jako u předcházejících zkoušek (VOC).

Analýza SO₂ byla prováděna senzorovým analyzátozem plynů Testo 350 umožňující kontinuální měření koncentrací plynných složek O₂, CO₂, CO, NO, NO₂, SO₂ v rozsahu jednotek ppm až desítek objemových procent. Každá zkouška byla provedena 3 x pro každý typ OF.

Vztah 4:

$$V_{SO_2/filtr} = \frac{Q_{celk} \times t_{prunik,200\ ppm}}{60} \times \frac{m_{sorb/filtr}}{m_{sorb/kolona}}$$

kde:

$V_{SO_2/filtr}$ = teoretický objem kal. plynu v litrech prosátý přes celý filtr do jeho průniku

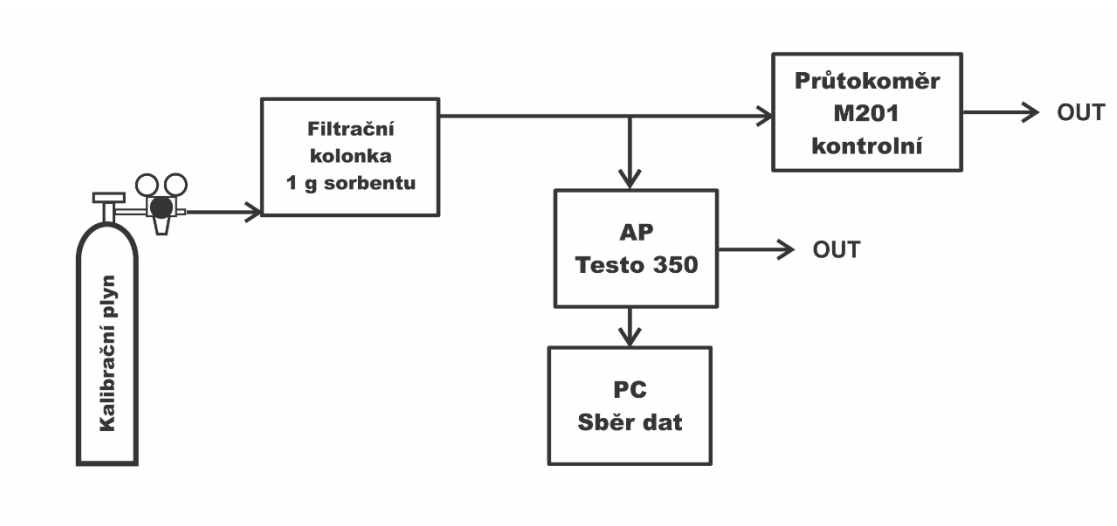
$t_{prunik,200ppm}$ = čas od začátku zkoušky do okamžiku, kdy koncentrace SO₂ dosáhne 200 ppm (s)

c_{VOC} = koncentrace VOC v plynné směsi (mg/litr)

$m_{sorb/kolona}$ = hmotnost sorbentu v kolonce (g)

$m_{sorb/filtr}$ = hmotnost sorbentu v celém filtru (g)

60 = koeficient přepočtu minuty/vteřiny



Obrázek 4 - Schéma zapojení měřicí sestavy pro test záchytu SO₂, zdroj vlastní.

4.4.3. Zkouška 3 – Odolnost ochranných filtrů proti zplodinám hoření hořlavého souboru pevných látek

Zkouška spočívala v určení účinnosti filtrace složek vybraných zplodin hoření hořlavého souboru pevných látek. Hořlavý soubor – vzorek reprezentující běžné zastoupení materiálů z bytových interiérů, je těleso o rozměrech 7,5 x 7,5 x 2 cm, které je složeno z 13 g dřevotřísky (lamina), 8 g PVC kabelové chráničky, 4,5 g PES tkaniny a 2,5 g PUR měkké pěny. Celková hmotnost zkušební vzorku směsi pevných látek je tedy 28 g.



Obrázek 5 - Zkušební vzorek, zdroj vlastní.

Jako spalovací zařízení je vybrána kouřová komora o vnitřním objemu 509 litrů - zařízení ke stanovení optické hustoty kouře dle ISO EN 5659-2 s kónickým zářičem. Vzorek směsi pevných látek popsany výše je zapálen sálavým teplem kónického zářiče o výkonu 50 kW/m². Vzniklé zplodiny hoření rozprostřené do objemu komory 509 litrů měly teplotu cca 50 - 75 °C. Výsledky chemických analýz zplodin hoření jsou uvedeny v tabulkách 3 a 5.



Obrázek 6 – Komora, zdroj vlastní.



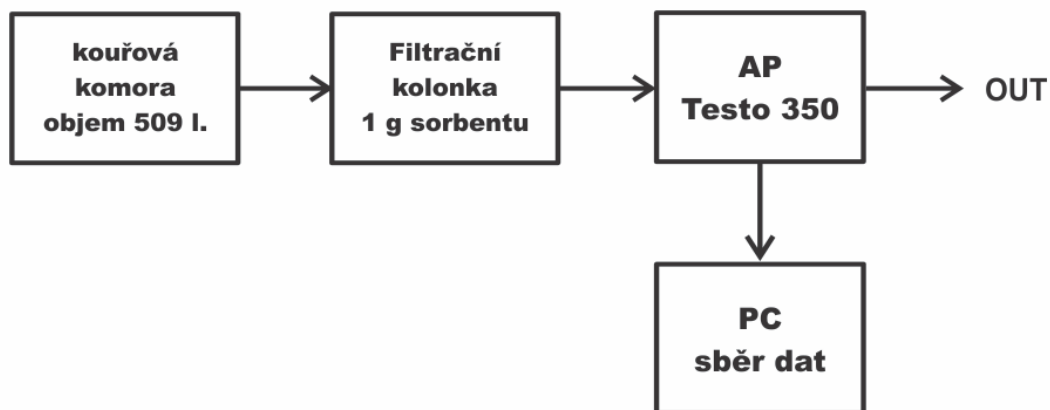
Obrázek 7 - Analyzátor plynů TESTO 350 XL, zdroj vlastní.

Pomůcky a chemikálie:

1. Kouřová komora - zařízení dle ISO EN 5659-2.
2. Pasteurovy pipety, skelná vata (CRS), silikonové a PTFE hadičky, hadičkové fittinky.
3. AP Testo 350 (SW Easy Emission v. 2.0 + NB na sběr dat).
4. Laboratorní váhy Kern

Postup zkoušky:

Zplodiny hoření připravené v kouřové komoře byly nasávány vnitřním čerpadlem AP Testo 350. Po cca 2 minutách od začátku nasávání byla do vzorkovacího vedení vložena filtrační kolonka naplněná 1g aktivního uhlí z testovaných filtrů, zatěsněného ucpávkami ze skelné vaty (viz schéma na obrázku 8). Vzorkování plynu probíhalo na plný výkon čerpadla maximální rychlostí 1 litr/minutu. Složení filtrovaného plynu bylo kontinuálně měřeno analyzátozem plynu Testo 350 a data byla ukládána do PC. Byly sledovány koncentrace složek CO, CO₂, SO₂ a NO. Každá zkouška byla provedena 1 x pro každý typ OF.



Obrázek 8 - Schéma zapojení měřicí sestavy pro test záchytu složek ZH, zdroj vlastní.

4.5. Použité statistické metody

4.4.1. SWOT analýza podmínek výkonu služby vyšetřovatelů požárů

SWOT analýza představuje přehled silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb.

Slabé stránky (Weaknesses) podmínek výkonu služby:

1. Nízká četnost zdokonalovacích kurzů.
2. Chybějící výpočetní technika na místě události.
3. Vybavení VP prostředky na ochranu dýchacích cest.

Silné stránky (Strenghts) podmínek výkonu služby:

1. Vzdělání (většina vyšetřovatelů má vysokoškolské vzdělání).
2. Financování potřeb (výbava služebního vozu, výstroj vyšetřovatelů požárů).
3. Vyšetřovací automobil (nový, bezpečný, prostorný).

Příležitosti (Opportunities) podmínek výkonu služby:

1. Nové technologie (detekce nebezpečných látek, termokamera).
2. Dotace na kotle (nižší teplota nových eko-kotlů, modernější zařízení).
3. Postupné dovybavení domácností detektory kouře.

Hrozby (Threats) podmínek výkonu služby:

1. Meteorologická situace (sjízdnost komunikací).
2. Časté změny legislativy v ČR.
3. Vznik sociálně vyloučených lokalit (možné vyšší riziko požarovosti).

Tabulka 1 - SWOT analýza, zdroj vlastní

Silné stránky	bodování	váha	výpočty
vzdělání VP	0,4	4	1,6
financování potřeb	0,4	3	1,2
vyšetřovací vůz	0,2	4	0,8
Slabé stránky			3,6
chybějící výpočetní technika na místě události	0,2	-3	-0,6
četnost zdokonalovacích kurzů	0,1	-3	-0,3
vybavení VP prostředky ochranou dýchacích cest	0,7	-5	-3,5
Příležitosti			-4,4
Nové technologie (detekce NL) pro VP	0,25	3	0,75
Dotace na kotle (nižší teplota spalin)	0,25	4	1
domácnosti - postupné vybavování prostředky detekce kouře	0,5	4	2
Hrozby			3,75
meteorologické podmínky	0,3	-3	-0,9
změny legislativy	0,2	-3	-0,6
vznik sociálně vyloučených lokalit	0,5	-4	-2
			-3,5

Interní = -0,8, Externí = 1,75. Výsledek = 0,95.

Východiska ke zlepšení:

1. Další financování potřeb (vybavení ochrannými prostředky, vybavení vyšetřovacího automobilu).
2. Vyšší možnosti vzdělávání vyšetřovatelů požárů.
3. Preventivně výchovná činnost zaměřená na různé cílové skupiny.
4. Zvýšení informovanosti vyšetřovatelů o rizicích přenosných chorob (např. žloutenky) a nutnosti používání ochrany dýchacích cest.

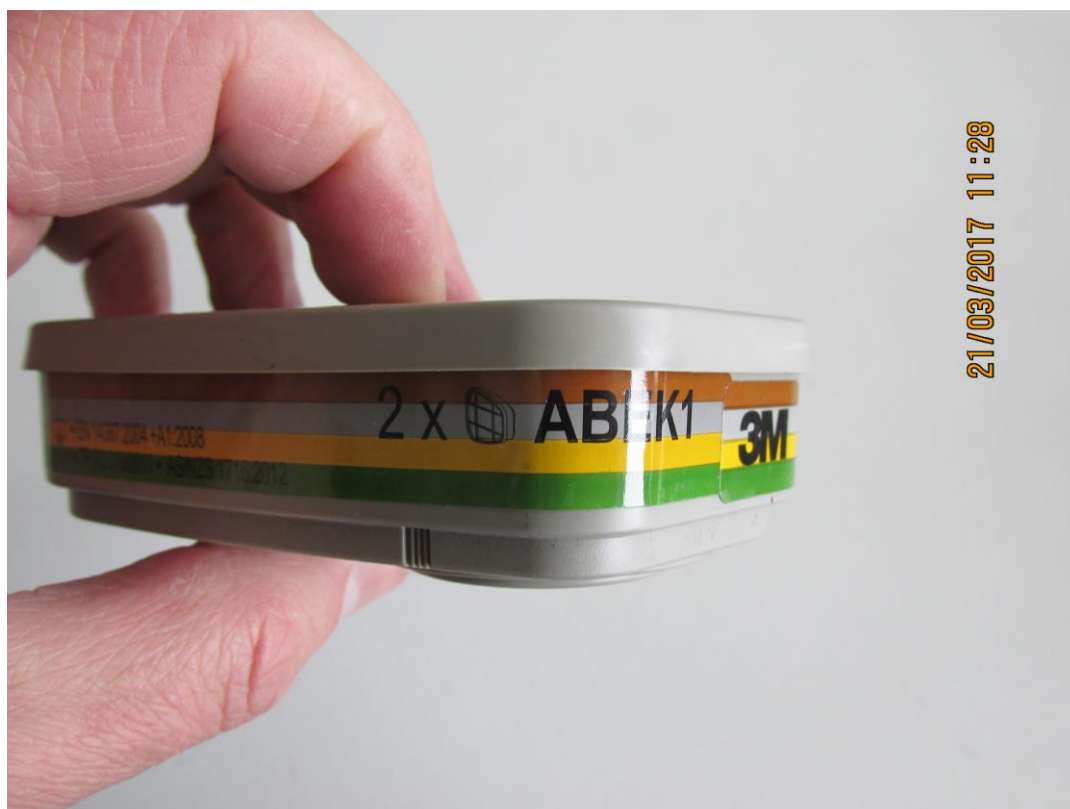
5. VÝSLEDKY - ZÁVĚRY:

V práci byly hodnoceny tyto vybrané typy ochranných filtrů:

1. 3M ABEK1 s obsahem sorbentu (aktivního uhlí) 70 g.
2. 3M ABE1 s obsahem sorbentu AC 58 g.
3. SCOTT PRO2 A1B1E1K1 P3 R s obsahem AC 61 g.
4. SCOTT PRO2 A1B1E1 P3 R s obsahem AC 62 g.



Obrázek 9 - Filtry PRO2 SCOTT, zdroj vlastní.



Obrázek 10 - Filtr ABEK1 3M, zdroj vlastní.

5.1. Výsledky ze zkoušky 1 – VOC

Účinnost porovnávaných filtrů pro těkavé organické látky v ovzduší. Při zkouškách byly zjištěny parametry filtračních náplní, uvedené v tabulce 2.

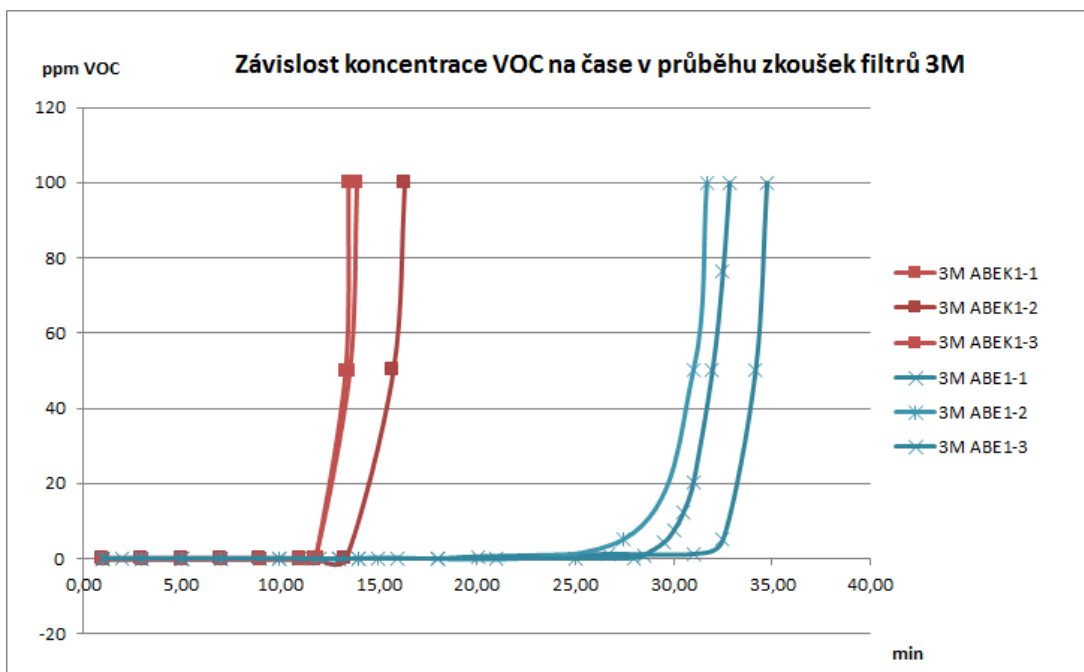
Tabulka 2 - Parametry filtračních náplní, zdroj vlastní

Filtr	průnikový objem plynné směsi [litr]	zádrž VOC [g/filtr]	Q_{celk} [litr/min]	ochranná doba 2 filtrů [min]
3M ABEK1	194	11,6	3,2 – 3,4	48
3M ABE1	296	17,7	3,0 – 3,3	74
SCOTT PRO2 A1B1E1K1 P3	156	9,3	3,0	39
SCOTT PRO2 A1B1E1 P3	126	7,6	3,2 - 3,8	32

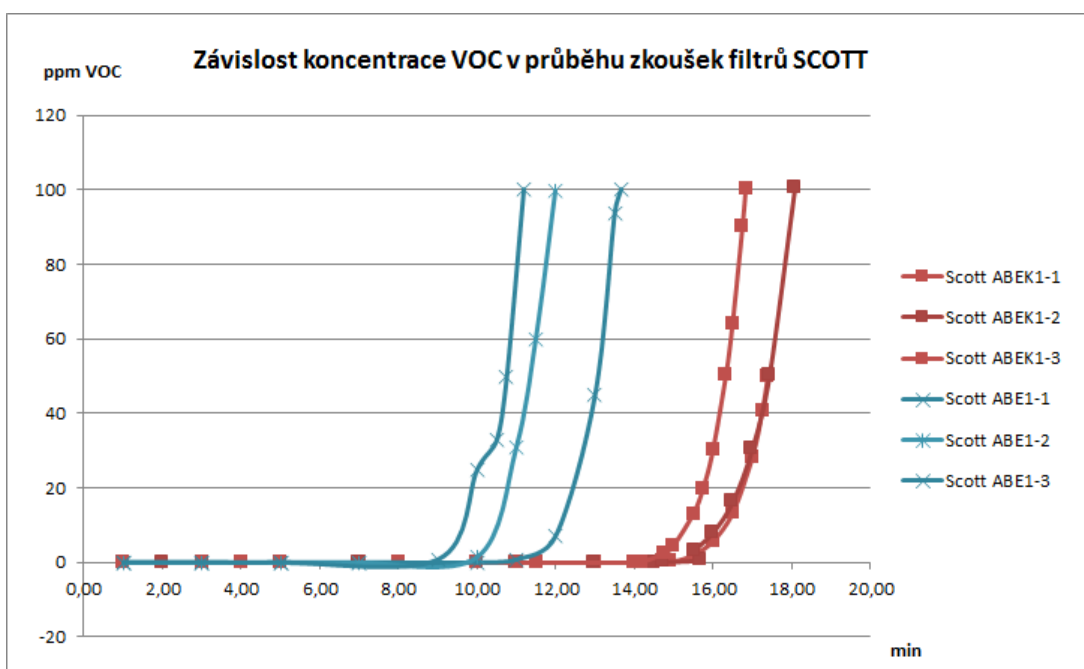
Q_{celk} = průtok plynné směsi filtrem

Tabulka 3 - Podrobné výsledky jednotlivých zkoušek, zdroj vlastní.

Ozn. sorbentu filtru	c_{VOC} [mg/litr l]	Δm_{VOC} [g]	$m_{\text{sorb.}}$ [g]	$m_{\text{sorb/filtr}}$ [g]	$m_{\text{VOC/filtr}}$ [g]	$V_{\text{VOC/kol}}$ [litr]	$V_{\text{VOC/filtr}}$ [litr]	t_{ochr} [min]
3M ABEK1	60	1,68	10	70,37	11,8	28,0	197	49
3M ABEK1	60	1,69	10	70,37	11,9	28,2	198	50
3M ABEK1	60	1,59	10	70,37	11,2	26,5	186	47
průměr:		1,65			11,6	27,6	194	48
3M ABE1	60	3,18	10	58,25	18,5	53,0	309	77
3M ABE1	60	3,1	10	58,25	18,1	51,7	301	75
3M ABE1	60	2,86	10	58,25	16,7	47,7	278	69
průměr		3,05			17,7	50,8	296	74
SCOTT ABEK1	60	1,52	10,01	61,13	9,3	25,3	154,7	38,7
SCOTT ABEK1	60	1,61	10	61,13	9,8	26,8	164,0	41,0
SCOTT ABEK1	60	1,46	10,01	61,13	8,9	24,3	148,6	37,2
průměr		1,53			9,3	25,5	156	39
SCOTT ABE1	60	1,31	10	62,37	8,2	21,8	136	34
SCOTT ABE1	60	1,17	10	62,37	7,3	19,5	122	30
SCOTT ABE1	60	1,17	10	62,37	7,3	19,5	122	30
průměr		1,22			7,6	20,3	126	32



Obrázek 11 - Závislost koncentrace VOC v průběhu zkoušek filtrů 3M, zdroj vlastní.



Obrázek 12 - Závislost koncentrace VOC v průběhu zkoušek filtrů Scott, zdroj vlastní.

5.2. Výsledky ze zkoušky 2 – SO₂

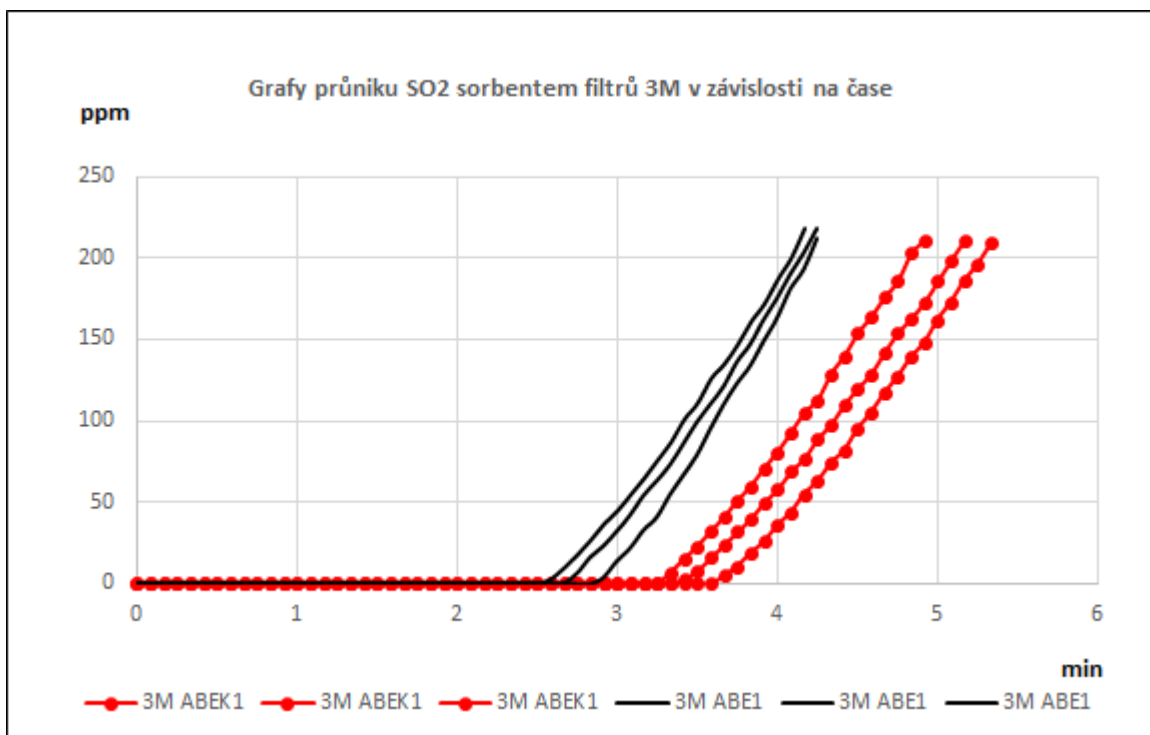
Účinnost porovnávaných filtrů na těkavé organické látky v ovzduší. Při zkouškách byly zjištěny parametry, uvedené v tabulce 4.

Tabulka 4 - parametry filtračních náplní, zdroj vlastní.

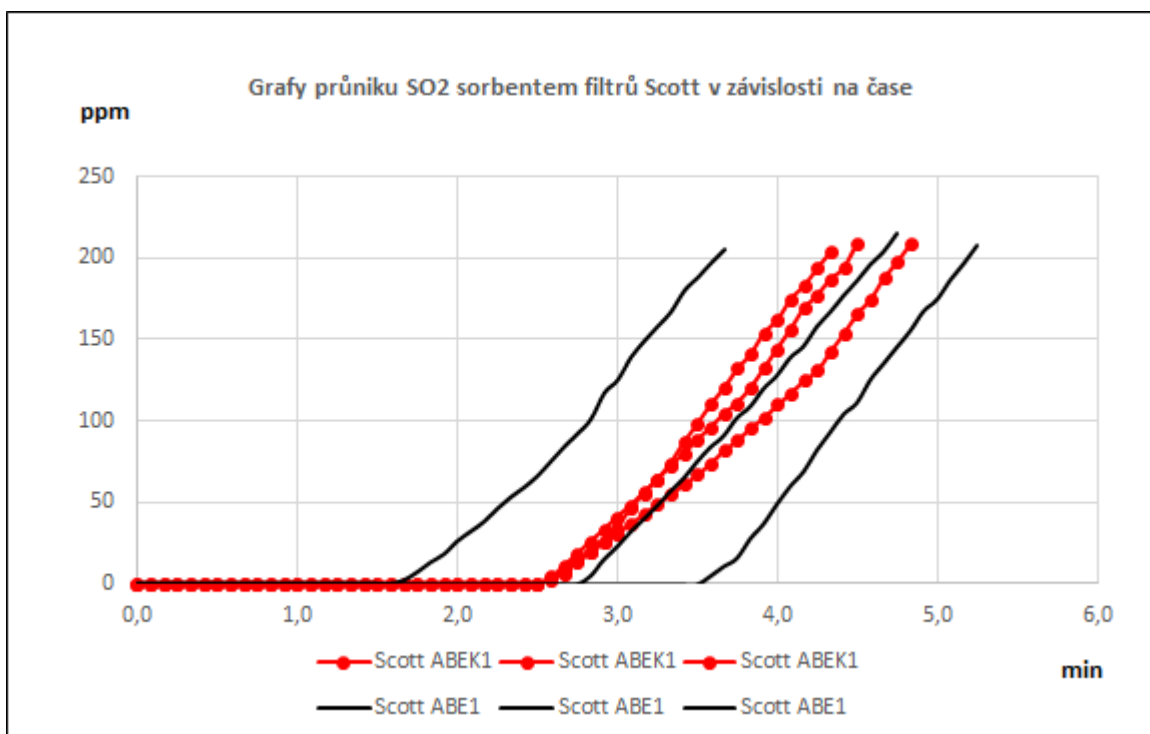
Filtr	průnikový objem filtru [litr]	Q _{celk.} [litr/min]	ochranná doba 2 filtrů [min]
3M ABEK1	677	1,97	169
3M ABE1	480	1,97	120
SCOTT PRO2 A1B1E1K1 P3	547	1,97	137
SCOTT PRO2 A1B1E1 P3	554	1,97	139

Tabulka 5 - Podrobné výsledky z jednotlivých zkoušek, zdroj vlastní.

Filtr	m _{sorb/kolona} [g]	m _{sorb/filtr} [g]	Q _{celk} [l/min]	t _{prunik,200ppm} [s]	V _{SO2/kolona} [l]	V _{SO2/filtr} [l]	t _{ochr} [min]
3M-ABEK1	1,08	70,37	1,97	310	10,2	663	166
3M-ABEK1	1,07	70,37	1,97	320	10,5	691	173
3M-ABEK1	1,00	70,37	1,97	293	9,6	677	169
průměr				308	10,1	677	169
3M-ABE1	1,02	58,25	1,97	251	8,2	471	118
3M-ABE1	1,01	58,25	1,97	259	8,5	490	123
3M-ABE1	1,02	58,25	1,97	256	8,4	480	120
průměr				255	8,4	480	120
Scott-ABEK1	1,01	61,13	1,97	292	9,6	580	145
Scott-ABEK1	1,00	61,13	1,97	262	8,6	526	131
Scott-ABEK1	1,00	61,13	1,97	266	8,7	534	133
průměr				273	9,0	547	137
Scott-ABE1	1,00	62,37	1,97	220	7,2	451	113
Scott-ABE1	1,00	62,37	1,97	315	10,3	645	161
Scott-ABE1	1,01	62,37	1,97	280	9,2	568	142
průměr				272	8,9	554	139

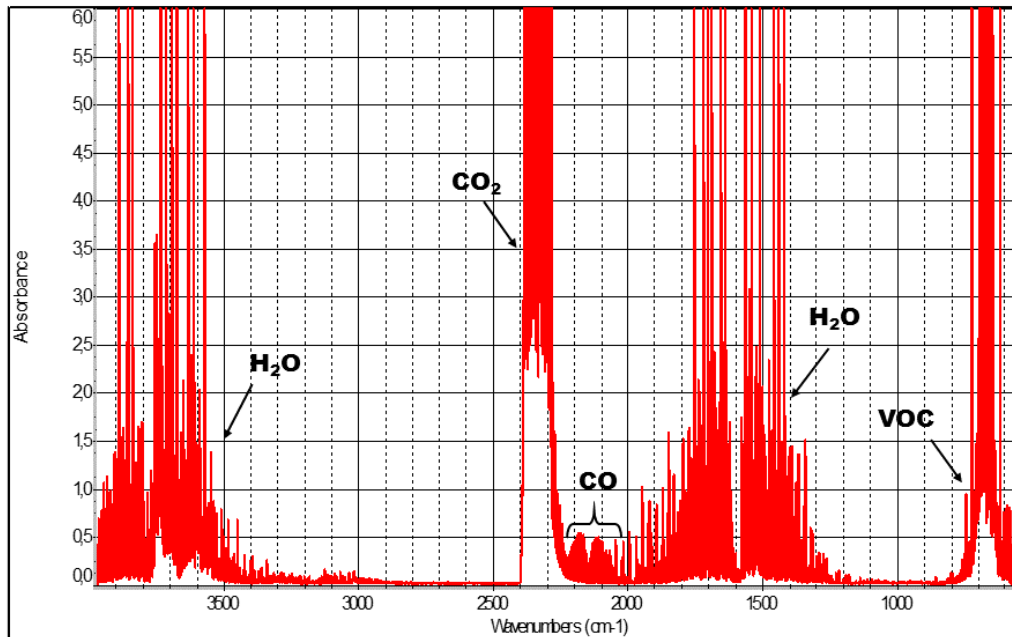


Obrázek 13 - Závislost konc. SO₂ v průběhu zkoušek filtrů 3M, zdroj vlastní.

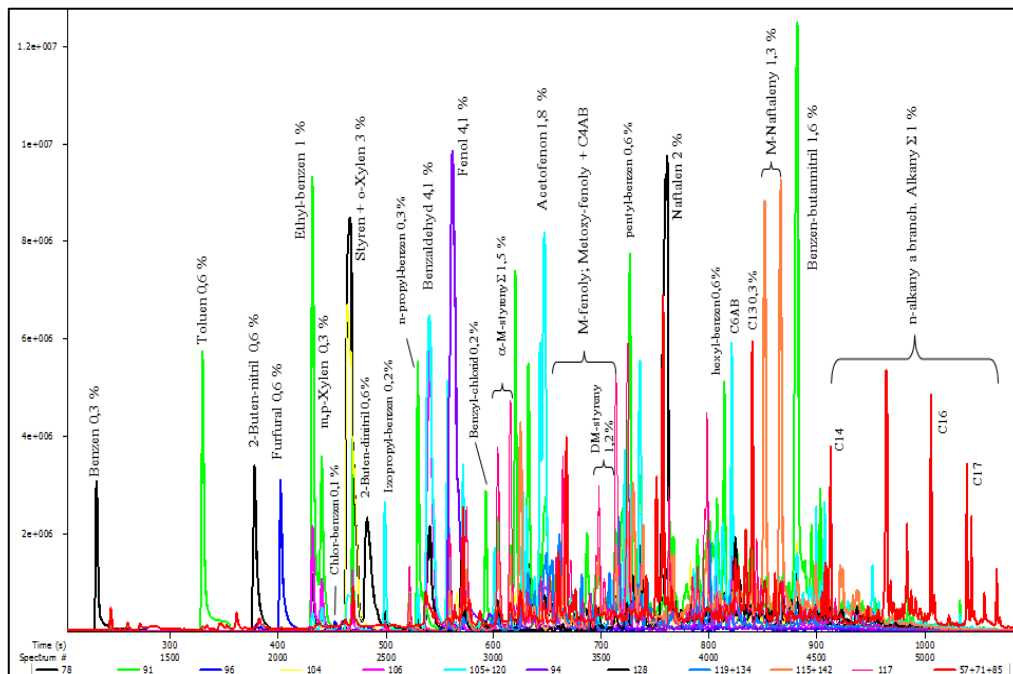


Obrázek 14 - Závislost konc. SO₂ v průběhu zkoušek filtrů Scott, zdroj vlastní.

5.3. Výsledky ze zkoušky 3 – Zplodiny hoření



Obrázek 15 - Kvalitativní složení zplodin hoření zjištěné FTIR analýzou, zdroj TUPO Praha.



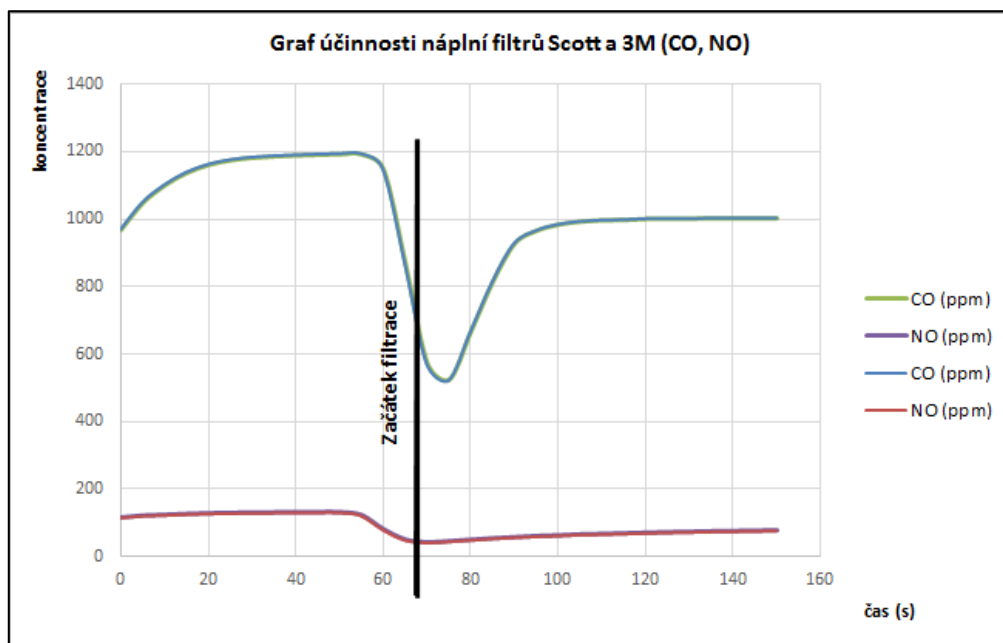
Obrázek 16 - Kvalitativní složení zplodin hoření zjištěné chromatografickou analýzou (GCMS-SPME), zdroj TUPO Praha.

Porovnávání účinnosti filtrů vůči VOC při expozici ZH

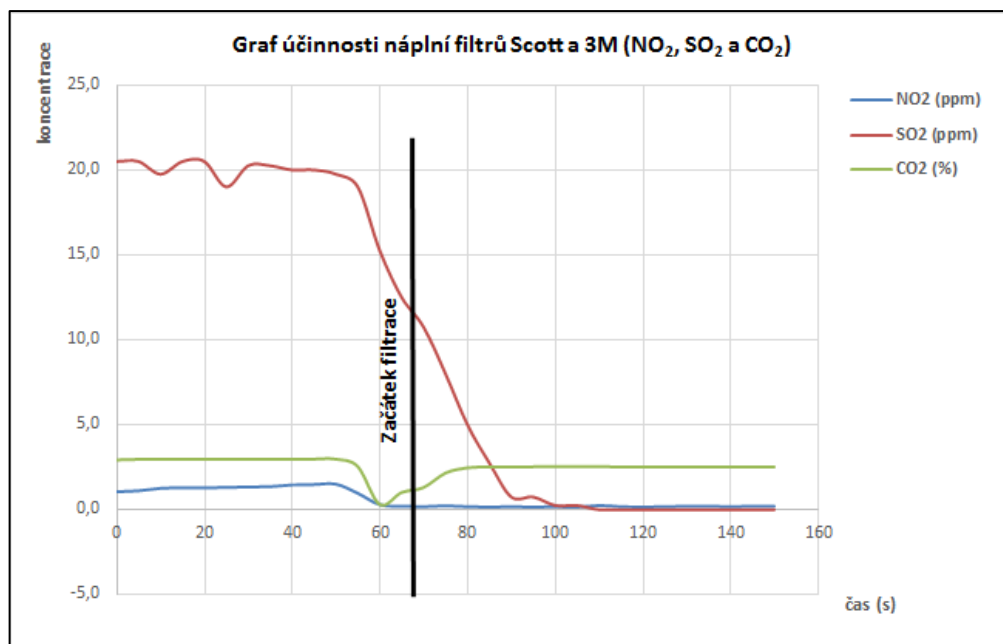
Co se týče zkoušení záchytu VOC ze ZH, bylo zvoleno malé množství sorbentu v testovacích kolonkách. Proto koncentrace VOC stoupala prakticky od začátku zkoušky a zadrž se tedy nedá vyhodnotit. Dalším důsledkem špatného nastavení parametrů filtrace (množství sorbentu vs. průtok ZH) je velká relativní chyba stanovení (hodnocena jako RSD). Do budoucna je naplánováno zopakování tohoto pokusu s větším množstvím AC v kolonkách. Pokus proběhne ještě před plánovanou publikací závěrů této práce v odborném periodiku 112.

Porovnávání účinnosti filtrů vůči základním plynným toxikantům při expozici ZH

Grafické výsledky stanovení účinnosti náplní filtrů vůči dalším anorganickým složkám ZH.



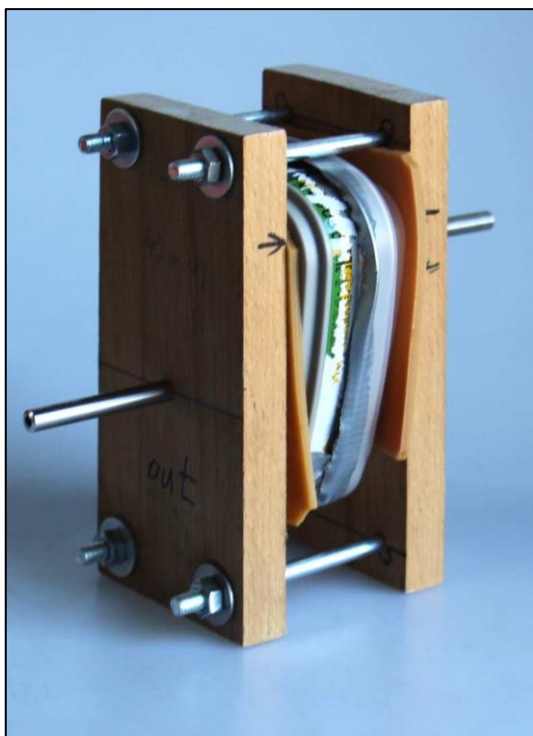
Obrázek 17 - Graf účinnosti filtrů Scott a 3M vůči CO,NO, zdroj vlastní.



Obrázek 18 - Graf účinnosti filtrů Scott a 3M vůči NO₂, SO₂ a CO₂, zdroj vlastní.

Pomocné postupy, optimalizace metod:

Nejprve bylo záměrem posuzovat ochranné vlastnosti kompletních filtrů. Proto byly připraveny přípravky pro těsné uchycení kompletních filtrů 3M a Scott v proudu testovaných plynů. Prototypy držáků byly vyrobeny z dostupných materiálů, jak zobrazují obrázky 19 a 20.



Obrázek 19 - Metody zatěsnění členitého povrchu ochranných filtrů firmy 3M, zdroj vlastní.



Obrázek 20 - Metoda zatěsnění kompletních ochranných filtrů Scott, zdroj vlastní.

Protože doba prosávání plynu přes kompletní filtry byla i přes několikanásobně zvýšenou koncentraci složek, než došlo k průniku prvního podílu testovaných složek, neúnosně dlouhá, bylo přistoupeno k hodnocení pouze určitého podílu náplně filtru. Jednotlivé filtry byly rozebrány a sorbent, jenž tvoří jejich hlavní zachytávací náplň, byl dávkován do zkušebních kolonek. Bylo optimalizováno

množství použitého sorbentu a průtok plynu kolonkou s ohledem na reprodukovatelnost dosažených výsledků.

Optimalizace koncentrace VOC

testovaný filtr – ABEK1

směs sorbovaná na filtru:

M40: 40 mg/m³ VOC – 10 litrů (0,7 litr M600)

M400: 402 mg/m³ VOC – 47 min * 0,25 = cca 11 litrů (6,7 litr M600)

M600: 603 mg/m³ VOC – 36 min * 0,25 = cca 9 litrů M600

Σ M1-M3 = 16,4 litrů plynu; množství VOC --- 989 mg

rychlost sorpce = Q_{ppbRAE} – 250 ml/min (interní čerpadlo ppmRAE)

analýza výstupu filtru: PID analyzátor – ppbRAE

M600 = 60 µl VOC / 1 litr plynné směsi

5.4. Vyhodnocení přínosu práce – závěry ze zkoušek

Všechny testované filtry vykazovaly dostatečnou sorpční kapacitu proti VOC, SO₂ (deklarované složky).

Protože koncentrace VOC, SO₂ použité v testovacích plynných směsích byla cca o dva řády vyšší, než jsou běžné reálné koncentrace VOC, SO₂ přítomné na požářišti v době pobytu vyšetřovatele požárů, bude také reálná ochranná

doba použitých filtrů několikanásobně vyšší, než doba vypočítaná z experimentálních výsledků.

Testované filtry též částečně chrání proti CO, NO, CO₂ ve zplodinách hoření.

Mezi filtry obou výrobců 3M a Scott není jednoznačný rozdíl v jejich sorpční kapacitě tedy ani v jejich účinnosti. Mezi typem filtru K1/E1 není v rozsahu provedeného zkoumání jednoznačný rozdíl v jejich sorpční kapacitě tedy ani v jejich účinnosti. Zkoušky na zjištění účinnosti filtrů proti amoniaku nebyly prováděny, protože amoniak se ve zplodinách hoření běžných požárů nevyskytuje.

6. DISKUZE

V rámci literární rešerše bylo zjištěno, že interní akty řízení HZS ČR stanoví minimální vybavenost příslušníků osobními ochrannými prostředky, podmínky jejich využití, vlastnosti a kritéria, které musí tyto prostředky splňovat. Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 14. 8. 2014, kterým se stanoví podmínky pro poskytování osobních ochranných prostředků příslušníkům a občanským zaměstnancům určuje, že vyšetřovatelé požáru mají být vybaveni následujícími prostředky: zásahový oděv I, zásahový oděv II. (jako alternativu je možné poskytnout pracovní stejnokroj II, provedený ve variantě A), přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech, kukla pro hasiče, doplňky zásahového oděvu – souprava (nátělník a spodky v dlouhém provedení), zásahová obuv pro hasiče, ochranné rukavice pro hasiče, ochranné rukavice proti mechanickým rázům a svítilna. Výše uvedené prostředky jsou prostředky ve výhradním užívání příslušníka [9, Čl. 3].

6.1. Zásahový oděv I.

Zásahový oděv I. musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená ve vyhlášce č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Podrobné požadavky na tento oděv viz str. 34 této diplomové práce. Další upřesnění těchto požadavků lze nalézt v:

1. ČSN EN ISO 13688:2014 – Ochranné oděvy – Obecné požadavky.
2. ČSN EN 469:2006 + A1:2007 – Ochranné oděvy pro hasiče – Technické požadavky pro ochranné oděvy pro hasiče.
3. EN 1149-5:2008 – Ochranné oděvy – Elektrostatické vlastnosti.
4. EN 343:2004+A1:2008 – Ochranné oděvy – Ochrana proti dešti.

5. IEC 61482-2:2009 – Ochrana proti tepelným účinkům elektrického oblouku.

Analýzou Technických podmínek – zásahový oděv pro hasiče, jakožto součástí zadávacích podmínek při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že zásahový oděv I. ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.2. Zásahový oděv II.

Zásahový oděv II., alternativně pracovní stejnokroj II., provedený ve variantě A, musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria uvedená ve vyhlášce č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Podrobné požadavky na tento ochranný prostředek viz str. 35 této diplomové práce. Další upřesnění těchto požadavků lze nalézt v:

1. EN ISO 13688:2014 – Ochranné oděvy – Obecné požadavky.
2. EN 13034:2005 + A1:2009 – Ochranný oděv proti kapalným chemikáliím - Požadavky na provedení pro ochranné oděvy proti chemikáliím poskytující omezenou ochranu proti kapalným chemikáliím (typ 6 a prostředky typu PB).
3. EN 1149-5:2008 – Ochranné oděvy – Elektrostatické vlastnosti.
4. EN ISO 11611:2015 – Ochranné oděvy při použití při svařování a příbuzných postupech.
5. EN ISO 11612:2015 – Ochranné oděvy – Oděvy na ochranu proti teple a plameni – Minimální technické požadavky.

Analýzou Certifikátů od dodavatele pracovního stejnokroje II., jakožto součástí dodací dokumentace při pořizování tohoto osobního ochranného

prostředku bylo zjištěno, že pracovní stejnokroj II. ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.3. Přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech

Přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená ve vyhlášce č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Podrobné požadavky na přilby viz str. 33 této diplomové práce. Další upřesnění těchto požadavků lze nalézt v EN 443:2008 typ B – Přilby pro hašení požárů ve stavbách a jiných provozech a EN 14458:2004.

Analýzou Technických podmínek – přilba pro hasiče, jakožto součásti zadávacích podmínek při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.4. Kukla pro hasiče

Kukla pro hasiče musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená v Pokynů generálního ředitele č. 38/2014. Podrobné požadavky na kukly pro hasiče lze nalézt v ČSN EN 13911:2005 - Ochranné oděvy pro hasiče – Požadavky a metody zkoušení pro kukly pro hasiče.

Analýzou Certifikátů od dodavatele kukel pro hasiče, jakožto součásti dodací dokumentace při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že kukla pro hasiče ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.5. Doplnky zásahového oděvu – souprava

Doplněk zásahového oděvu musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená ve vyhlášce č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Podrobné požadavky na tento oděv viz str. 36 této diplomové práce. Další upřesnění těchto požadavků lze nalézt v:

1. ČSN EN ISO 13688:2014 – Ochranné oděvy – Obecné požadavky.
2. ČSN EN ISO 14116:2016 – Ochranné oděvy – Ochrana proti ohni – Materiály a sestavy materiálů s omezeným šířením plamene.
3. ČSN EN 11612:2015 – Ochranné oděvy – Oděvy na ochranu proti teple a plameni – Minimální technické požadavky.

Analýzou Technických podmínek pro pořízení věcného prostředku požární ochrany č.j.:MV-6740-2/PO-IZS-2015 – Doplněk zásahového oděvu, jakožto součásti zadávacích podmínek při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že doplněk zásahového oděvu ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.6. Zásahová obuv pro hasiče

Zásahová obuv pro hasiče musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená v Pokynu generálního ředitele č. 38/2014. Podrobné požadavky pro na zásahovou obuv pro hasiče lze nalézt v:

1. ČSN EN 15090:2012 – Obuv pro hasiče (s určitým omezením v bodech 4.1, 4.2, 4.3, 6.3.1 a tabulce 4).

2. ČSN EN ISO 17249 – Bezpečnostní obuv odolná proti pořezání řetězovou pilou (s omezením třídy prořezu min. 2).
3. ČSN EN ISO 20345:2008 – Osobní ochranné prostředky – Bezpečnostní obuv (s omezením odolnosti proti uklouznutí).

Analýzou Technických podmínek pro zásahovou obuv pro hasiče, jakožto součásti zadávacích podmínek při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že zásahová obuv pro hasiče ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.7. Ochranné rukavice pro hasiče

Ochranné rukavice pro hasiče musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená v Pokynu generálního ředitele č. 38/2014. Podrobné požadavky na ochranné rukavice pro hasiče lze nalézt v:

1. ČSN EN 659:2004 + A1:2008 – Ochranné rukavice pro hasiče.
2. ČSN EN 420:2004 + A1 – Ochranné rukavice – Všeobecné požadavky a metody zkoušení.
3. ČSN EN 388:2004 – Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům.
4. ČSN EN 407:2004 – Ochranné rukavice proti tepelným rizikům (teplu a/nebo ohni).

Analýzou Technických podmínek pro zásahové rukavice pro hasiče, jakožto součásti zadávacích podmínek při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že ochranné rukavice pro hasiče ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

6.8. Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům

Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům musí pro zařazení do výstroje příslušníků splňovat kritéria, uvedená v Pokynu generálního ředitele č. 38/2014. Podrobné požadavky na ochranné rukavice lze nalézt v ČSN EN 388:2004 – Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům.

Analýzou Certifikátu od dodavatele ochranných rukavic, jakožto součásti dodací dokumentace při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že ochranné rukavice proti mechanickým rizikům ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených norem.

Společné zásahové prostředky, obvykle součást vybavení služebního vozidla, se předávají při výměně směny. Dle výše uvedeného pokynu se v případě vyšetřovatelů požárů prakticky jedná o izolační dýchací přístroj, respirátor, ochranný oděv proti dešti, vestu s nápisem HASIČI, lékařské rukavice pro jednorázové použití.

Izolační dýchací přístroj zahrnuje nosič s popruhy, pneumatický systém s redukčním a pojistným ventilem, výstražným zařízením s ukazatelem tlaku a spojovacími hadicemi. Tento se nachází ve vyšetřovacím automobilu, dle vyhlášky č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, musí splňovat požadavky:

1. Nařízení vlády č. 21/2003, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky.
2. Nařízení vlády č. 26/2003, kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení.

3. ČSN EN 136:1998 – Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Obličejové masky – Požadavky, zkoušení, značení.

Analýzou Technických podmínek pro pořízení věcného prostředku požární ochrany č.j.:MV-92121-1/PO-IZS-2016 – Izolační dýchací přístroj vzduchový, jakožto součásti zadávacích podmínek při pořizování tohoto osobního ochranného prostředku bylo zjištěno, že izolační dýchací přístroj ve vybavení Hasičského záchranného sboru – vyšetřovatelů požárů, splňuje požadavky výše uvedených předpisů a norem.

Na další společné zásahové prostředky (respirátor, ochranný oděv proti dešti, vesta s nápisem HASIČI, lékařské rukavice pro jednorázové použití) nejsou stanoveny Technické podmínky Ministerstva vnitra – generálního ředitelství HZS České republiky.

V praktické části diplomové práce jsem analyzoval látky, které se mohou na požářišti vyskytovat. Vycházel jsem jednak z hodnot, které byly reálně naměřené [26] a dále z výsledků měření v laboratoři Technického ústavu požární ochrany v Praze. Výrobce filtrů podrobuje tyto ochranné prostředky zátěži látek, které jsou uvedeny v ČSN EN 14387+A1:2008 Ochranné prostředky dýchacích orgánů. Těmito látkami jsou cyklohexan, chlor, sulfan, kyanovodík, oxid siřičitý a amoniak. Z těchto látek jsem si pro měření vybral oxid siřičitý. Ochrana proti této látce byla dostatečná (při porovnání s normovými požadavky). Dále byla testována ochrana před dalšími látkami, které ve výše uvedené normě nejsou zmíněny. Jednalo se o benzen, toluen, tetrachlorethylen a n-hexan (tři z těchto látek byly zjištěny měřením na požářišti [26]). Protože byla koncentrace výše uvedených látek o cca 2 řády vyšší, než jsou reálné koncentrace na požářišti v době pobytu vyšetřovatele požárů, bude také reálná

ochranná doba použitých filtrů několikanásobně vyšší, než doba vypočítaná z experimentálních výsledků.

Jako základní ochranný prostředek na ochranu dýchacích cest, je v pokynu GŘ HZS ČR 38/2014 [9] uveden respirátor. Tento prostředek je vhodný do prašného prostředí jako ochrana před pevnými částicemi. Ochranu před aerosolem nebezpečných látek, vyskytujících se na požářišti, neposkytuje žádnou. Z důvodu chybějícího uvedení ochranných filtrů, jako základní ochrany dýchacích cest vyšetřovatelů požárů, navrhuji do platného pokynu GŘ HZS ČR 38/2014 [9] doplnění této účinné pracovní pomůcky jako povinného osobního ochranného prostředku ve výhradním užívání. S ohledem na provedená zkoumání dále navrhuji specifikaci filtrů minimálně A1,B1,E1,K1 P3.

7. ZÁVĚR

Analýzou interních předpisů bylo zjištěno, že vyšetřovatelé požáru mají být vybaveni následujícími prostředky: zásahový oděv I, zásahový oděv II. (jako alternativu je možné poskytnout pracovní stejnokroj II, provedený ve variantě A), přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech, kukla pro hasiče, doplňky zásahového oděvu – souprava (nátělník a spodky v dlouhém provedení), zásahová obuv pro hasiče, ochranné rukavice pro hasiče, ochranné rukavice proti mechanickým rázům a svítilna. Výše uvedené prostředky v aktuálním vybavení Hasičského záchranného sboru ČR splňují požadavky norem, které stanoví podmínky provedení prostředků (např. vlastnosti použitých materiálů, apod.). Jako základní ochrana dýchacích cest vyšetřovatelů požáru je v interním předpisu stanoven respirátor. Z důvodu chybějícího uvedení ochranných filtrů, jako základní ochrany dýchacích cest vyšetřovatelů požárů, navrhuji do platného pokynu GŘ HZS ČR 38/2014 [9] doplnění této účinné pracovní pomůcky jako povinného osobního ochranného prostředku ve výhradním užívání. S ohledem na provedená zkoumání dále navrhuji specifikaci filtrů minimálně A1,B1,E1,K1 P3.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Její význam
DP	Diplomová práce
CIT	konvenční index toxicity
FED _{celk}	celková frakční účinná látka
LC _{30,50min}	letální koncentrace 50 o 30 min. expozici a 14-ti denní podexpozici
AC	Aktivní uhlí (Activated Carbon)
AP	Analyzátor plynů
FTIR	Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací
GC	Plynová chromatografie
SPME	Způsob vzorkování VOC mikroextrakcí na pevné bázi (Solid Phase MicroExtraction)
MS	Hmotnostní spektrometrie
NB	PC notebook
OF	Ochranný filtr
PE	Polyethylen
PID	Fotoionizační detektor
PTFE	Polytetrafluorethylen (teflon)

RSD	Relativní standardní odchylka
TCE	Tetrachlorethylen
UV	Ultrafialová (v UV oblasti světelného spektra)
VOC	Těkavé organické látky (Volatile organic Compound)
ZH	Zplodiny hoření

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
2. Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.
3. Sbíрка interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR – částka 49/2014. *Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 3. 11. 2014, kterým se mění Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR č. 46/2013, kterým se stanoví postup Hasičského záchranného sboru ČR při zjišťování příčin vzniku požárů.*
4. KISLINGER, Radek. *Požárně technické charakteristiky a technické informace pro potřeby ZPP*. Vydání první. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-9.
5. BARTLOVÁ, Ivana. *Nebezpečné látky I*. Vydání druhé. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-59-3.
6. BALOG, Karol, KVARČÁK Miloš. *Dynamika požáru*. Vydání první. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. ISBN 80-86111-44-X.
7. MASAŘÍK, Ivo. *Plasty a jejich požární nebezpečí*. Vydání první. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-16-7.
8. MATĚJKA, Jiří et. al. *Chemická služba*. Vydání první. MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2012. ISBN 978-80-87544-09-9.
9. Sbíрка interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR – částka 38/2014. *Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 14. 8. 2014, kterým se stanoví podmínky pro poskytování osobních ochranných prostředků příslušníků a občanským zaměstnancům HZS ČR.*

10. VOJTA, Zdeněk, RUCKÝ, Emil. *Osobní ochranné pracovní pomůcky*. Vydání první. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-19-1.
11. SÝKORA, Vlastimil. *Prostředky pro ochranu dýchacích cest*. Vydání první. MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2008. ISBN 978-80-86640-95-2.
12. ČSN EN 388 (832350). *Ochranné rukavice proti mechanickým rázům*. Praha: ČNI, 2004.
13. ČSN EN 659 + A1 (832366). *Ochranné rukavice pro hasiče*. Praha: ČNI, 2008.
14. ČSN EN 13911 (832802). *Ochranné oděvy pro hasiče – Požadavky a metody zkoušení pro kukly pro hasiče*. Praha: ČNI, 2004.
15. ČSN EN 15090 (832506). *Obuv pro hasiče*. Praha: ČNI, 2012.
16. ČSN EN 443 (832144). *Přilby pro hašení ve stavbách a dalších prostorech*. Praha: ČNI, 2008.
17. Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů.
18. Vyhláška č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Účinnost 24. 4. 2014.
19. *Bojový řád jednotek požární ochrany*. MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006. ISBN 80-86111-91-1.
20. ČSN EN 143. *Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Filtry proti částicím – Požadavky, zkoušení a značení*. Praha: ČNI, 2001.
21. Česká technická norma. ČSN EN 14387+A1. *Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Protiplýnové a kombinované filtry – Požadavky, zkoušení a značení*. Praha: ČNI, 2008.

22. DONAHUE Michael L. *OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH PROGRAMS FOR FIRE INVESTIGATORS* [online]. Maryland, 2006. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.fireengineering.com/articles/print/volume-159/issue-6/features/occupational-safety-and-health-programs-for-fire-investigators.html>
23. Příručka Národní asociace požární ochrany (NFPA) pro vyšetřovatele požárů s pořadovým číslem 921 [online]. 2017 [cit. 2017-04-20]. Dostupné z : <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards?mode=code&code=921>
24. Metodika TÚPO č. 01-09, postup B: Stanovení vydatnosti plyných zplodin tepleného rozkladu/hoření – metoda s fyzikálním požárním modelem kouřové komory a s plynovou kyvetou. Vydání třetí. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR - TÚPO, 2014.
25. PEKAR, Silvestr Stanislav. et. al. *Zjišťování příčin požárů v rámci státního požárního dozoru*. Vydání první. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. ISBN 978-80-7385-107-1.
26. VAŠÁK, Miloslav. *Nebezpečí intoxikace a kontaminace vyšetřovatele požárů při práci na požářišti*. Praha, 2016. Diplomová práce. Policejní akademie ČR v Praze. Fakulta Bezpečnostního managementu. Katedra krizového řízení.

10. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Plnění tedlarového vaku dusíkem, zdroj vlastní.	55
Obrázek 2 - Schéma zapojení měřicí sestavy pro test záchytu VOC, zdroj vlastní.....	59
Obrázek 3 - PE kolonka s obsahem 10 g AC a její příprava, zdroj vlastní.	59
Obrázek 4 - Schéma zapojení měřicí sestavy pro test záchytu SO ₂ , zdroj vlastní.....	62
Obrázek 5 - Zkušební vzorek, zdroj vlastní.	63
Obrázek 6 – Komora, zdroj vlastní.	64
Obrázek 7 - Analyzátor plynů TESTO 350 XL, zdroj vlastní.	64
Obrázek 8 - Schéma zapojení měřicí sestavy pro test záchytu složek ZH, zdroj vlastní.....	66
Obrázek 9 - Filtry PRO2 SCOTT, zdroj vlastní.....	69
Obrázek 10 - Filtr ABEK1 3M, zdroj vlastní.	70
Obrázek 11 - Závislost koncentrace VOC v průběhu zkoušek filtrů 3M, zdroj vlastní.....	72
Obrázek 12 - Závislost koncentrace VOC v průběhu zkoušek filtrů Scott, zdroj vlastní.	72
Obrázek 13 - Závislost konc. SO ₂ v průběhu zkoušek filtrů 3M, zdroj vlastní.	74
Obrázek 14 - Závislost konc. SO ₂ v průběhu zkoušek filtrů Scott, zdroj vlastní.....	74
Obrázek 15 - Kvalitativní složení zplodin hoření zjištěné FTIR analýzou, zdroj TUPO Praha.....	75
Obrázek 16 - Kvalitativní složení zplodin hoření zjištěné chromatografickou analýzou (GCMS-SPME), zdroj TUPO Praha.	75
Obrázek 17 - Graf účinnosti filtrů Scott a 3M vůči CO,NO, zdroj vlastní.	76

Obrázek 18 - Graf účinnosti filtrů Scott a 3M vůči NO ₂ , SO ₂ a CO ₂ , zdroj vlastní.....	77
Obrázek 19 - Metody zatěsnění členitého povrchu ochranných filtrů firmy 3M, zdroj vlastní.....	78
Obrázek 20 - Metoda zatěsnění kompletních ochranných filtrů Scott, zdroj vlastní.....	78

11. SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - SWOT analýza, zdroj vlastní.....	67
Tabulka 2 - Parametry filtračních náplní, zdroj vlastní.....	71
Tabulka 3 - Podrobné výsledky jednotlivých zkoušek, zdroj vlastní.....	71
Tabulka 4 - parametry filtračních náplní, zdroj vlastní.....	73
Tabulka 5 - Podrobné výsledky z jednotlivých zkoušek, zdroj vlastní.	73

