



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Studies

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

**System zajištění provozuschopnosti věcných  
prostředků chemické a technické služby HZS  
Pardubického kraje**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Studijní program:**

**OCHRANA OBYVATELSTVA**

**Autor:** Bc. Petr Kožený, DiS.

**Vedoucí práce:** Ing. Lenka Brehovská, Ph.D.

České Budějovice 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci „**Systém zajištění provozuschopnosti věcných prostředků chemické a technické služby HZS Pardubického kraje**“ vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Lenky Brehovské, Ph.D., pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 14. 8. 2017

Bc. Petr Kožený, DiS.

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Lence Brehovské, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a ochotu při vypracování diplomové práce. Velký dík patří Ing. Tomáši Čapounovi, CSc., a kolegům z HZS Pardubického kraje za pomoc při realizaci výzkumu. Dále chci poděkovat rodině za trpělivost.

# **System zajištění provozuschopnosti věcných prostředků chemické a technické služby HZS Pardubického kraje**

## **Abstrakt**

Cílem diplomové práce je vyhodnotit kontaminaci vybraných provozních prostorů chemickými látkami na požárních stanicích HZS Pardubického kraje. Zvýšená kontaminace těchto prostorů nebezpečnými chemickými látkami může být důsledkem mnoha faktorů, a to od technických až po organizační, což může v konečném důsledku negativně ovlivňovat zdraví hasičů.

Teoretická část práce uvádí základní informace o organizaci, úkolech a systému zajištění provozuschopnosti věcných prostředků chemické a technické služby. Dále jsou uvedeny poznatky o možných rizicích kontaminace věcných prostředků a o kontrole chemických látek v pracovním prostředí.

Ve výzkumné části je hodnocena kontaminace ovzduší 13 vybraných prostorů za běžného provozu a 1 cíleně kontaminovaný prostor. Jako měřicí postup je ve všech vybraných prostorech zvolen odběr vzorků ovzduší na adsorpční trubičky se sorbentem Tenax. Stanovení chemických látek ve vzorcích je provedeno pomocí termodesorpčního zařízení a plynového chromatografu s hmotnostním detektorem. V kontaminovaných prostorech je dále proveden odběr vzorků do odběrových vaků s následnou analýzou pomocí infračervené spektrometrie. Celkem je uskutečněno 42 odběrů vzorků ovzduší na adsorpční trubičky Tenax a 2 odběry do odběrových vaků. V hodnocených prostorech je zjištěno množství organických těkavých látek, z nichž nejčastěji je identifikován benzen a toluen. Z identifikovaných anorganických plynů je při jednom odběru zjištěn sulfan, jehož koncentrace výrazně překročila hygienické limity stanovené českou legislativou.

Zjištěné výsledky mohou nejen ovlivnit systém zajištění provozuschopnosti věcných prostředků, ale také přispět k celkovému snížení expozice hasičů nebezpečným chemickým látkám.

## **Klíčová slova**

expozice; hasičský záchranný sbor; chemická látka; chemická služba; integrovaný záchranný systém; kontaminace; provozní prostory; technická služba

# **Securing Chemical and Technical Services Material Equipment Operability of the Pardubice Region Fire and Rescue Service**

## **Abstract**

The aim of the diploma thesis is to assess contamination by chemical substances of selected operating premises at the FRS stations of the Pardubice Region. Elevated contamination by dangerous dangerous chemical substances of the mentioned premises can be results of many factors, from technical to organisational ones, and as a final consequence of this, it may influence firefighters' health negatively.

The theoretical part of the thesis presents basic information about the organisation, duties and securing the operability of chemical and technical services material equipment. Furthermore, knowledge of possible risks of contamination of material equipment and about inspections of the chemicals in operating environment are presented.

In the survey part, air contamination of 13 selected areas is assessed during everyday operations and once in an intentionally contaminated area. As the measuring procedure in all the selected areas, air sampling through adsorption tube with Tenax sorbent was used. Specifying the chemical substances in the samples is implemented by the means of a thermodesorption equipment and a gas chromatograph with a mass spectrometer. Furthermore, sampling in sample bags with following analysis by the means of infrared spectroscopy is implemented in contaminated areas. There are 42 air sampling in Tenax adsorption tubes and 2 air sampling in sample bags implemented altogether.

Numbers of volatile organic substances is identified in the surveyed areas, most of them benzene and toluene. From identified inorganic gases hydrogen sulfide is discovered in one case, which concentration exceeded strongly the hygienic standards set by the Czech legislation.

The identified results not only can influence securing the operability of material equipment but also contribute to a general reduction of firefighters' exposure to dangerous chemical substances.

## **Keywords**

contamination; chemical service; chemical substance; exposure; fire and rescue service; integrated rescue system; operating premises; technical service

# OBSAH

ÚVOD.....	8
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Hasičský záchranný sbor České republiky .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Chemická a technická služba HZS ČR .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Vznik chemické a technické služby HZS ČR .....	12
1.2.2 Úkoly chemické a technické služby HZS kraje .....	14
<b>1.3 Věcné prostředky chemické služby a technické služby HZS ČR.....</b>	<b>14</b>
1.3.1 Zajištění provozuschopnosti věcných prostředků chemické a technické služby HZS ČR .....	16
1.3.2 Kontaminace věcných prostředků zplodinami hoření.....	18
1.3.3 Švédský model pro omezení kontaminace u hasičů.....	21
<b>1.4 Provozní prostory chemické a technické služby HZS ČR.....</b>	<b>23</b>
1.4.1 Požadavky na provozní prostory CHS a TS dle Řádu služeb .....	23
1.4.2 Požadavky na prostory chemické a technické služby dle ČSN 73 5710. 24	
<b>1.5 Chemické látky v pracovním prostředí a jejich kontrola.....</b>	<b>25</b>
1.5.1 Hygienické limity pro chemické látky v České republice .....	26
1.5.2 Karcinogeny v pracovním prostředí.....	28
1.5.3 Způsoby měření chemických látek v ovzduší .....	28
1.5.4 Omezení kontaminace pracovních prostorů.....	29
1.5.5 Omezení kontaminace stanic – návrh stanice Willingboro.....	30
<b>1.6 Chemická a technická služba HSZ Pardubického kraje .....</b>	<b>31</b>
1.6.1 Provozní prostory chemické služby HZS Pardubického kraje.....	32
1.6.2 Provozní prostory technické služby HZS Pardubického kraje.....	36
<b>2 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÁ OTÁZKA .....</b>	<b>38</b>
<b>2.1 Dílčí cíle .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 Výzkumná otázka.....</b>	<b>38</b>
<b>3 METODIKA VÝZKUMU.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Výběr provozních prostorů .....</b>	<b>39</b>
3.1.1 Kontaminace ovzduší při běžném provozu – výběr provozních prostorů .....	39
3.1.2 Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů – výběr provozních prostor .....	42

3.2	<b>Simulace požárního zásahu a provedení kontaminace ovzduší provozních prostorů .....</b>	<b>44</b>
3.3	<b>Postup při odběru vzorků z ovzduší .....</b>	<b>45</b>
3.3.1	Kontaminace ovzduší při běžném provozu – postup odběrů vzorků .....	46
3.3.2	Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů – postup odběru vzorků.....	47
3.4	<b>Laboratorní analýza.....</b>	<b>49</b>
3.4.1	Trubičky Tenax – analýza vzorků.....	49
3.4.2	Odběrové vaky – analýza vzorků.....	50
4	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>52</b>
4.1	<b>Kontaminace ovzduší při běžném provozu .....</b>	<b>52</b>
4.1.1	Stanice Pardubice .....	53
4.1.2	Stanice Chrudim.....	60
4.1.3	Stanice Svitavy.....	63
4.1.4	Stanice Přelouč.....	66
4.1.5	Stanice Holice .....	68
4.1.6	Kancelář krajského ředitelství HZS Pardubického kraje .....	70
4.1.7	Garáž pro požární techniku stanice Pardubice .....	71
4.1.8	Shrnutí výsledků kontaminace ovzduší za běžného provozu.....	72
4.2	<b>Výsledky simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů .....</b>	<b>76</b>
4.2.1	Stanice Vysoké Mýto .....	77
5	<b>DISKUZE .....</b>	<b>80</b>
5.1	<b>System odběru a analýzy vzorků .....</b>	<b>80</b>
5.2	<b>Posouzení kontaminace ovzduší za běžného provozu .....</b>	<b>82</b>
5.3	<b>Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů .....</b>	<b>88</b>
5.4	<b>Návrhy opatření pro snížení kontaminace a expozice .....</b>	<b>92</b>
5.4.1	Úprava dispozičního řešení stanic.....	93
6	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>96</b>
7	<b>SEZNAM LITERATURY.....</b>	<b>98</b>
8	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>106</b>
9	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>107</b>
10	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>108</b>
11	<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>111</b>

## ÚVOD

Některé studie naznačují, že hasiči mají vyšší pravděpodobnost onemocnění některými druhy rakoviny než zbytek populace (LeMaster et al., 2006; Pukkala et al., 2014; Daniel et al., 2015; Glass et al., 2016). V březnu roku 2015 se uskutečnilo v Bruselu na půdě Evropského parlamentu jednání, které se zabývalo ohrožením hasičů karcinogenními látkami. Jednání se účastnili poslanci Evropského parlamentu, vědečtí pracovníci a zástupci některých odborných institucí. Během tohoto jednání byly účastníkům předloženy vědecké studie a důkazy o rostoucím výskytu rakoviny mezi hasiči. Důvodem je jejich vystavování se toxickým zplodinám hoření, které při zásahu nejen dýchají, ale absorbují je i kůží nebo očima. Podle účastníků jednání se rakovina stala největším strašákem a hrozbou nejen pro hasiče v Evropě, ale po celém světě (Poc, 2015).

Při požáru dochází k vývoji značného množství zplodin hoření a následně ke kontaminaci požární techniky, věcných prostředků požární ochrany i samotných hasičů. K vystavení hasičů zplodinám hoření dochází nejenom na požářišti, ale také při návratu na požární stanici (Laitinen et al., 2016). Zatímco hasiči v Evropě, ale i po celém světě mají zpracované postupy pro údržbu prostředků kontaminovaných chemickými, biologickými, jadernými nebo radioaktivními noxy, údržba prostředků kontaminovaných zplodinami hoření je často podceňována (Helgesen, 2010). Do vnitřních prostorů požárních stanic se však z kontaminovaných věcných prostředků uvolňují škodlivé zplodiny hoření a množství z nich může v ovzduší překračovat hygienické limity (Bursíková et al., 2013). Některé nebezpečné chemické látky, které se z těchto prostředků uvolňují, jsou toxické nebo karcinogenní a mohou nepříznivě ovlivňovat zdraví hasičů (Fent et al., 2015; Kirk a Logan, 2015; Alexander a Baxter, 2016).

Hasičské sbory v některých zemích si uvědomují potencionální rizika, a proto vytvořily programy pro omezení míry kontaminace hasičů zplodinami hoření. Jedná se o soubor komplexních opatření, v nichž významnou roli hraje změna přístupu k systému zajištění provozuschopnosti kontaminovaných prostředků při návratu na stanici (Magnusson a Hultman, 2015). Nejnovější vědecké poznatky se promítají i do změn ve výstavbě požárních stanic (Ericksson, 2014).



Výzkum zaměřený na lepší pochopení toho, kde a proč se vyskytuje nejvyšší expozice hasičů, může přispět ke snížení její úrovně. Jedním z možných významných zdrojů expozice hasičů je jejich činnost po likvidaci požáru, kdy se nebezpečné chemické látky, zvláště pokud k tomu dojde v uzavřených prostorech, uvolňují z kontaminovaných věcných prostředků. Provozoschopnost věcných prostředků kontaminovaných při zdolávání požáru zajišťuje u Hasičského záchranného sboru České republiky především chemická a technická služba, a to v určených provozních prostorech, které mohou být jedním z míst expozice hasičů po požáru. Zvýšená kontaminace těchto prostorů může být důsledkem nedostatečné údržby věcných prostředků, špatného technického stavu prostorů nebo nedostatečných organizačních nebo režimových opatření. Před případnými změnami je nutné posoudit stávající stav, tedy jak jsou provozní prostory kontaminovány. Cílem předložené práce je vyhodnotit kontaminaci vybraných provozních prostorů chemické a technické služby chemickými látkami na požárních stanicích HZS Pardubického kraje. Byly stanoveny dva dílčí cíle, které umožňují komplexnější zhodnocení zkoumané problematiky. Výzkumná část předložené práce hodnotila míru kontaminace ovzduší vybraných provozních prostorů za běžného provozu a cíleně kontaminované provozní prostory. Na základě výsledků dílčích cílů mohou být navržena některá opatření, a to od jednodušších režimových a organizačních opatření po sofistikovanější a finančně náročnější řešení. Může tak být zodpovězena výzkumná otázka, jakým způsobem lze omezit kontaminaci provozních prostorů chemické a technické služby HZS Pardubického kraje nebezpečnými látkami. Zjištěné údaje a výsledky předložené práce mohou posloužit jako zdroj informací a inspirace pro další rozsáhlejší výzkum expozice hasičů nebezpečným chemickým látkám a jejich zdravotních dopadů.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 *Hasičský záchranný sbor České republiky*

Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen „HZS ČR“) je ve smyslu § 4 odst. 1 zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, (dále jen „zákon č. 239/2000 Sb.“) jednou ze základních složek integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“). Kromě HZS ČR a jednotek požární ochrany zařazených do plošného pokrytí území kraje jednotkami požární ochrany (dále jen „JPO“) patří mezi tyto složky poskytovatelé zdravotnické záchranné služby a Policie České republiky.

HZS ČR je jednotný bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je v souladu s platnou legislativou chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi (dále jen „MU“) a krizovými situacemi (dále jen „KS“) (zákon č. 320/2015 Sb.). HZS ČR se podílí na zajišťování bezpečnosti České republiky (dále jen „ČR“), plnění a organizování úkolů požární ochrany, ochrany obyvatelstva, civilního nouzového plánování, IZS, krizového řízení a dalších úkolů v rozsahu a za podmínek stanovených zákonem č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky (dále jen „zákon č. 320/2015 Sb.“) a jinými právními předpisy (zákon č. 320/2015 Sb.).

HZS ČR tvoří (zákon č. 320/2015 Sb.):

- generální ředitelství,
- hasičské záchranné sbory krajů,
- záchranný útvar,
- škola.

Úkoly HZS ČR plní (zákon č. 320/2015 Sb.):

- příslušníci HZS ČR (dále jen „příslušník“) ve služebním poměru podle zákona č. 361/2003 Sb., o služebním poměru příslušníků bezpečnostních sborů (dále jen „zákon č. 361/2003 Sb.“),
- zaměstnanci České republiky (dále jen „zaměstnanec“) zařazení v HZS ČR v pracovním poměru podle zákona č. 262/2006 Sb., zákoník práce (dále jen „zákon č. 262/2006 Sb.“)

Ve služebním poměru bylo k 31. 12. 2016 evidováno u HZS ČR 9626 příslušníků, z toho 6507 směnových příslušníků zařazených v jednotkách Hasičských záchranných sborů krajů (dále jen „HZS kraje“) a 1074 zaměstnanců (HZS ČR, 2017a).

HZS ČR a JPO zařazené v plošném pokrytí území jsou součástí systému požární ochrany ČR, který je v ČR zřízen zákonem č. 133/1985 Sb., o požární ochraně (dále jen „zákon č. 133/1985 Sb.“). § 65 odst. 1 zákona č. 133/1985 Sb., definuje čtyři základní druhy JPO (zákon č. 133/1985 Sb.):

- jednotka hasičského záchranného sboru, zřízená jako jednotka HZS kraje, jednotka generálního ředitelství nebo jednotka záchranného útvaru hasičského záchranného sboru,
- jednota sboru dobrovolných hasičů obce (dále jen „JSDH obce“),
- jednotka hasičského záchranného sboru podniku (dále jen „HZS podniku“),
- jednota sboru dobrovolných hasičů podniku (dále jen „JSDH podniku“).

V § 66 odst. 1 zákona č. 133/1985 Sb., je uvedeno, že jednotka HZS kraje je součástí HZS kraje. Jednotky HZS kraje jsou na území kraje dle § 3 odst. 1 vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnostech jednotek požární ochrany (dále jen „vyhláška č. 247/2001 Sb.“) dislokovány na stanicích. Jejich rozmístění, početní stav a předurčenost pro záchranné práce určuje Ministerstvo vnitra - generální ředitelství HZS ČR (dále jen „MV-GŘ HZS ČR“) (vyhláška č. 247/2001 Sb.).

## **1.2 Chemická a technická služba HZS ČR**

Povolání hasiče je veřejností neodmyslitelně spjato se zdoláváním požárů. Hasiči se vždy snažili chránit před nebezpečnými projevy požáru, stejně tak používali různé technické vybavení, ať pro dopravu vody k hašení, nebo pro přístup co nejbližší k ohnisku požáru. V současnosti jsou hasiči především univerzální záchranáři, kteří řeší široké spektrum zásahové činnosti. JPO jsou vybavovány moderní a sofistikovanou požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany (dále jen „prostředek“). To klade zvýšené požadavky nejenom na odbornou připravenost hasičů, ale také na systém zajištění provozuschopnosti těchto prostředků. Provozuschopnost zajišťují v jednotkách HZS krajů podle § 5 vyhlášky č. 247/2001 Sb. tzv. speciální služby, a to chemická, technická, strojní, informační a spojová služba (vyhláška č. 247/2001 Sb.). V následující části budou uvedeny základní informace o dvou z těchto speciálních služeb, a to o chemické (dále jen „CHS“) a technické službě (dále jen „TS“).

### **1.2.1 Vznik chemické a technické služby HZS ČR**

Předchůdcem dnešní CHS a TS byla tzv. protiplynová služba. Ta se původně vyvinula v JPO z nutnosti péče o ochranu hasičů a jejich ochranné prostředky (Koncepte chemické služby HZS ČR, 2005). Počátky protiplynové služby u JPO úzce souvisí se zavedením ochrany dýchací cest. Vývoj těchto prostředků je nedílně spojen s hasičským povoláním, záchrannou činností v důlních prostorech a potápěčskou činností. U českých hasičů došlo k rozšíření prostředků ochrany dýchacích cest na přelomu 19. a 20. století. Například první záznam o používání těchto prostředků u pražských hasičů je z roku 1903. Ve výzbroji v tehdejší době převažovaly plynové masky s různými univerzálními nebo speciálními filtry na různé chemické látky (Žižka, 1991). Pro vztah protiplynové služby k problematice ochrany dýchacích cest a haváriím v chemickém průmyslu do sebe tato služba vývojem zahrnula problematiku prostředků týkajících se nebezpečných látek (dále jen „NL“) – zprvu pro jejich detekci, poté pro dekontaminaci zasahujících hasičů či osob zasažených při MU. V komplexu ochrany hasičů před NL tato služba pečovala i o oživovací a ochranné prostředky, např. křísicí přístroje, vyváděcí a evakuační masky pro osoby zasažené při MU, potápěčskou techniku a prostředky pro práci ve výšce a nad volnou hloubkou (Koncepte chemické služby HZS ČR, 2005). 2. ledna 1996 byl Sbírkou pokynů Vrchního požárního rady ČR č. 1 vydán Řád chemicko-technické služby v požární ochraně, jímž byla založena chemicko-technická služba (dále jen „Řád CHTS“). K jejím hlavním úkolům patřilo zejména:

- *„zabezpečování akceschopnosti prostředků CHTS zařazených do vybavení jednotky požární ochrany pro zajištění zásahů, jejich provozování, umístování a uskladňování, včetně vedení předepsané dokumentace o jejich provozu a revizích,*
- *navrhování a podíl na zabezpečení vybavení potřebnými prostředky CHTS“* (MV - ředitelství HZS ČR, 1996).

CHTS začala zabezpečovat široké spektrum činností spojených s technickým zabezpečením JPO a s přibývajícimi prostředky u JPO se začala vyjadřovat k prostředkům, jako jsou např. tlakové požární hadice, přenosné žebříky, hasicí přístroje, záchranná zařízení, stejnokrojové výstrojní součástky, hasiva, armatury, prostředky první pomoci apod., které vzhledem k jejich charakteru po řadu let nebylo možné zařadit do jiných služeb. Se zavedením a postupným rozšiřováním potápěčské

činnosti v rámci HZS ČR po roce 1995 a rozšiřováním činností v oblasti práce ve výškách a nad volnou hloubkou CHTS zabezpečovala také technickou vybavenost těchto činností (Koncepte chemické služby HZS ČR, 2005).

Vzhledem k aktuálnosti hrozby teroristických útoků po roce 2001 a možného zneužití všech typů NL bylo nezbytné CHTS rozdělit a vygenerovat samostatné služby s odpovídající kompetenční a odbornou úrovní. CHTS byla často chápána jako „údržbářský servis“ a technická stránka jejích úkolů do značné míry předstihovala odborné zaměření na NL a úkoly související s aplikací chemie, radiologie a biologie (Koncepte chemické služby HZS ČR, 2005). V roce 2005 byla vydána MV – GŘ HZS ČR Koncepte chemické služby HZS ČR, která stanovila strategii a základní směr vývoje CHS do roku 2009.

Záměrem bylo rozdělit CHTS na dvě samostatné služby, a to CHS a TS. CHS se měla specializovat pouze na prostředky a činnosti související s problematikou MU s výskytem NL. TS měla zabezpečovat ostatní prostředky, které v JPO neměly přímou vazbu k zásahům na NL a tlaková zařízení.

Na konci roku 2006 byl:

- Pokynem generálního ředitele HZS ČR č. 21 ze dne 21. 12. 2006 vydán Řád technické služby HZS ČR (dále jen „Řád TS“),
- Pokynem generálního ředitele HZS ČR č. 30 ze dne 22. 12. 2006 vydán Řád chemické služby HZS ČR (dále jen „Řád CHS“).

Rozdělením CHTS na dvě samostatné služby došlo k prudkému rozvoji především CHS. V souvislosti se zásahy s výskytem NL patří HZS ČR v současnosti k nejlépe vybaveným hasičským sborům v Evropě (Matějka et al, 2012). TS dále funguje prioritně jako služba hasičům v oblasti technického zabezpečení a zabezpečení provozuschopnosti prostředků.

Na konci roku 2016 byl vydán Pokynem generálního ředitele HZS ČR č. 62 ze dne 21. 12. 2016 Řád technické služby HZS ČR a na začátku roku 2017 byl vydán Pokynem generálního ředitele HZS ČR č. 6 ze dne 31. 1. 2017 Řád technické služby HZS ČR.

Nový Řád TS a Řád CHS (dále jen „Řád CHS a TS“) reflektují změny, kterými prošla CHS a TS za posledních 10 let v jak organizačním, tak operačním řízení. Řády byly zpřehledněny, došlo k úpravě terminologie, změnily se některé kompetence apod. Organizace, úkoly a fungování CHS a TS se ale zásadním způsobem nezměnily.

### ***1.2.2 Úkoly chemické a technické služby HZS kraje***

Plnění úkolů CHS a TS zabezpečuje podle § 5 odst. 1, 2 a 7 vyhlášky č. 247/2001 Sb. HZS kraje v souladu s Řádem CHS a TS, které upravují jednotný výkon služeb, stanovují základní úkoly při udržování provozuschopnosti prostředků a vymezují jejich jednotné používání. Podle Řádů CHS a TS při plnění úkolů CHS a TS postupují i ostatní organizační složky HZS ČR (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017).

HZS kraje plní na úseku CHS a TS zejména tyto úkoly:

**V organizačním řízení** zajišťuje a udržuje provozuschopnost prostředků, usměrňuje po odborné stránce činnost v rámci JPO a poskytuje jim podporu v rámci své územní působnosti, zpracovává plány odborné přípravy a podílí se na jejich provádění a ověřování v JPO v rámci své územní působnosti, vytváří podmínky k uplatňování zásad bezpečnosti práce a ochrany zdraví na pracovišti (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017). CHS má navíc v organizačním řízení úkoly, které se týkají jejího odborného zaměření na NL, kdy poskytuje informační a odbornou podporu JPO (MV-GŘ HZS ČR, 2017).

**V operačním řízení** se CHS podílí především na činnostech souvisejících s jejím zaměřením na NL, jako jsou průzkumu, označování a vytyčování oblastí s výskytem NL na místě zásahu, varování a evakuaci obyvatelstva, poskytování odborné podpory při zásahu JPO v prostředí s výskytem NL, dekontaminaci hasičů a prostředků požární ochrany, zasažených osob v místě zásahu apod. (MV-GŘ HZS ČR, 2017).

**TS se v operačním řízení** podílí na odborném dohledu nebo činnosti JPO při MU s použitím prostředků TS (MV – GŘ HZS ČR, 2016).

Uvedené úkoly plní v jednotkách HZS krajů velitel JPO, technik s odborností technik CHS nebo TS, technik s odborností hasič technik-CHS nebo TS (dále jen „technik CHS nebo TS“), uživatel prostředku nebo osoba pověřená (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017).

### ***1.3 Věcné prostředky chemické služby a technické služby HZS ČR***

JPO tvoří mimo jiné požární technika a prostředky (vyhláška č. 247/2001 Sb.). Minimální vybavení stanic HZS kraje vybranou požární technikou a vybranými prostředky je uvedeno v příloze 5. vyhlášky č. 247/2001 Sb.

Prostředky se rozumí dle § 1 písm. c) vyhlášky č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) (dále jen „vyhláška č. 246/2001 Sb.“), „*prostředky používané k ochraně, záchráně a evakuaci osob, k hašení požáru a prostředky používané při činnosti jednotky požární ochrany při záchranných a likvidačních pracích a ochraně obyvatelstva při plnění úkolů civilní ochrany, popřípadě při činnosti požární hlídky*“ (vyhláška č. 246/2001 Sb.).

Podle § 24 odst. 2 zákona 133/1985 Sb., je Ministerstvo vnitra oprávněno mimo jiné stanovit prováděcím právním předpisem technické podmínky prostředků. V souladu s § 8 odst. 1 vyhlášky č. 247/2001 Sb., lze prostředky do vybavení jednotek zařadit jen v případě, že vyhovují stanoveným technickým podmínkám. Nejsou-li technické podmínky právním předpisem stanoveny, platí technická norma nebo mezinárodní technické pravidlo (vyhláška č. 247/2001 Sb.). Pro případy, kdy nejsou na prostředky stanoveny technické podmínky právním předpisem nebo pro ně není vydána platná technická norma nebo mezinárodní technické pravidlo, stanovuje Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 26 ze dne 13. června 2011, o vydávání technických podmínek pro vybranou požární techniku a vybrané prostředky požární ochrany, že vybraná požární technika a vybrané prostředky mohou být zařazeny do vybavení jednotek HZS krajů, pokud vyhovují technickým podmínkám vydaným MV-GŘ HZS ČR. Technické podmínky pro vybranou požární techniku a vybrané prostředky jsou vydávány v Katalogu technických podmínek HZS ČR (HZS ČR, 2017b).

Prostředky CHS a TS jsou uvedeny v příloze 1. řádu CHS a TS.

**Mezi prostředky CHS patří (MV-GŘ HZS ČR, 2017):**

- hasiva,
- dekontaminační prostředky,
- neutralizační, sorpční a emulgační látky a prostředky,
- speciální věcné prostředky, jako jsou detekční a měřicí prostředky, čerpadla na NL,
- prostředky na olejové havárie, separátory, odlučovače,
- osobní ochranné prostředky a osobní výstroj,
- plnicí zařízení tlakových lahví a náhradní tlakové lahve,
- prostředky pro práci pod vodní hladinou.

**Mezi prostředky TS patří (MV-GŘ HZS ČR, 2016):**

- prostředky pro hašení a čerpání,
- prostředky pro technické činnosti,
- prostředky pro práci ve výšce a nad volnou hloubkou,
- prostředky pro práci na vodní hladině,
- ochranné prostředky pro hasiče (dále jen „OOP“).

Vybrané prostředky, které jsou zásadní v souboru ochrany hasičů, patří mezi vyhrazené prostředky ve smyslu § 1 písm. e) vyhlášky č. 246/2001 Sb., kdy jsou pro ně stanoveny technické podmínky zvláštním právním předpisem, a to vyhláškou č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany (dále jen „vyhláška č. 69/2014 Sb.“) (vyhláška č. 246/2001 Sb.). Tato vyhláška stanovuje v přílohové části mimo jiné technické podmínky vybraných prostředků CHS a TS, jimiž jsou (vyhláška č. 69/2014 Sb.):

- autonomní dýchací přístroj s otevřeným okruhem na tlakový vzduch (dále jen „dýchací přístroj“), jehož technické podmínky jsou uvedeny v příloze č. 3 této vyhlášky,
- přilba pro hašení ve stavbách a dalších prostorech (dále jen „zásahová přilba“), jejíž technické podmínky jsou uvedeny v příloze č. 4 této vyhlášky,
- ochranný oděv pro hasiče (dále jen „zásahový oděv I“), jehož technické podmínky jsou uvedeny v příloze č. 5 této vyhlášky,
- ochranný oděv pro hasiče pro likvidaci požárů v otevřeném terénu (dále jen „zásahový oděv II“), jehož technické podmínky jsou uvedeny v příloze č. 6 této vyhlášky,
- doplněk zásahového oděvu I a II (dále jen „doplněk“), jehož technické podmínky jsou uvedeny v příloze č. 7 této vyhlášky.

### ***1.3.1 Zajištění provozuschopnosti věcných prostředků chemické a technické služby HZS ČR***

Jedním z základních úkolů CHS a TS je zajišťování provozuschopnosti prostředků, jež úzce souvisí s akceschopností JPO, již se podle § 18 vyhlášky č. 247/2001 Sb. rozumí „organizační, technická a odborná připravenost sil a prostředků k provedení zásahu“ (vyhláška č. 247/2001 Sb.). JPO je mimo jiné akceschopná, pokud má za účelem provedení zásahu připravenou požární techniku



a prostředky a jsou splněny podmínky pro jejich použití podle § 8 odst. 2 až 5 vyhlášky č. 247/2001 Sb. (vyhláška č. 247/2001 Sb.).

Provozní schopností prostředku je dle Řádu CHS a TS: „stav, kdy je zajištěna jeho technická připravenost k bezpečnému použití. Provozní schopnost se zajišťuje pravidelnou údržbou, opravami a prováděním kontrol, revizí, kalibrací a ověřením ve stanovených termínech“ (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017).

Prostředky mohou JPO použít jenom tehdy, pokud je provedena kontrola provozuschopnosti (vyhláška č. 247/2001 Sb.), již se podle Řádu CHS a TS rozumí „pracovní postup, kterým se ověřuje provozuschopnost prostředku. Součástí kontroly prostředku je jeho prohlídka, případně zkouška funkčnosti nebo zkouška parametrů“ (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017).

Podle způsobu provedení lze kontroly prostředků rozdělit na (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017):

- odborné kontroly, které provádí technik nebo osoba pověřená,
- uživatelské kontroly, které provádí uživatel.

Není-li výrobcem nebo vnitřním předpisem stanoveno jinak, provádí se následující kontroly prostředků (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017):

- kontrola před zařazením k JPO,
- kontrola před použitím,
- kontrola po použití – pokud během použití došlo k poruše provozuschopnosti nebo byl prostředek používán nestandardně nebo v extrémních podmínkách (prostředí s výskytem NL, prachu, sypkých hmot, silné znečištění apod.),
- kontrola v pravidelných intervalech nebo podle podmínek stanovených výrobcem,
- kontrola při střídání směn.

O kontrolách, revizích a provozu prostředků CHS a TS se vede dokumentace, a to v rozsahu stanoveném v Řádu CHS a TS. Dokumentace prostředků se vedou elektronickou formou v počítačovém programu určeném MV-GŘ HZS ČR, kterým je v současné době program IKIS II. od firmy RCS Kladno. Protokoly o revizích nebo kalibrační protokoly se vedou v listinné podobě (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017).

### **1.3.2 Kontaminace věcných prostředků zplodinami hoření**

Jednou z nejdůležitějších činností CHS a TS je zajištění provozuschopnosti prostředků kontaminovaných zplodinami hoření. Expozice nebezpečných chemických látek (dále jen „NCHL“) uvolněných z prostředků může představovat značné nebezpečí z pohledu akutních nebo chronických účinků na zdraví hasičů (National Fire Protection Association, 2017).

Kouřové plyny a vysoká teplota jsou dva nejdůležitější faktory ohrožující člověka při požáru. Samotný prostor hoření představuje složitý, velmi těžko definovatelný systém. Kromě uvolňování světla a tepla provází hoření i vznik zplodin hoření. Je to směs různých látek, které mohou být od netoxických až po vysoce toxické. Požáry stavebních a konstrukčních hmot, vnitřního vybavení budov nebo dopravních prostředků mohou uvolňovat při tepelném rozkladu stovky různorodých látek a lze jen velmi těžko předpovědět, jak bude tato směs na lidský organizmus působit. Vzniká koktejl NCHL, z nich jsou mnohé vysoce toxické a karcinogenní (Dvořák et al., 2007). Nebezpečí z toxických zplodin hoření závisí nejen na druhu a množství hořícího materiálu, ale také na podmínkách rozkladu, tzn. koncentraci kyslíku nebo jiného oxidovačla, teplotě a intenzitě tepelného záření, tedy zda dochází k rozkladu doutnáním, bezplamenným oxidačním nebo pyrolýzám rozkladem, plamenným hořením při rozvíjejícím se požáru nebo plně rozvinutém s malým přístupem vzduchu (Brumovská, 2008).

Zplodiny hoření mohou mít akutní nebo chronické zdravotní dopady. Obavy vzbuzují především některé chemické látky kvůli jejich respirační toxicitě (Fabian et al., 2010):

- asfyxianty jako jsou oxid uhelnatý, oxid uhličitý a sulfan apod.,
- dráždivé látky jako jsou čpavek, chlorovodík, částice, oxidy dusíku, fenol a oxid siřičitý apod.,
- alergeny,
- karcinogeny jako jsou azbest, benzen, styren, polycyklické aromatické uhlovodíky – (dále jen „PAU“), některé těžké kovy apod.

Dalším rizikovým faktorem, kterému se věnuje zvýšená pozornost, je vystavení se dýchacelným částicím v ultrajemném rozsahu (částice menší než 0,1 mikronů), které byly detekovány v kouři. Vystavení se těmto plynným nebo pevným látkám je spojeno s akutními a chronickými účinky, které pravděpodobně vedou ke zvýšení mortality a morbidit u hasičů (Fabian et al., 2010). Hodnocení míry expozice hasičů při požáru

je komplikováno vysokými teplotami a nepředvídatelnou povahou požáru. Expoziční cesty, jimiž se dostávají chemické látky do organismu hasičů, zahrnují především inhalační a dermální expozici. Některé NCHL, kterým jsou hasiči vystaveni, jsou velmi lipofilní a mohou se dobře absorbovat pokožkou, zvláště když je vystavená působení tepla při zdolávání požáru (Alexander, 2012).

Některé studie potvrzují, že prostředky mohou být kontaminovány velmi nebezpečnými chemickými látkami.

Studie zveřejněná (Fabian et al., 2010) zjistila, že zásahové ochranné rukavice a kukly pro hasiče použité u bytových požárů jsou kontaminovány celou řadou organických a anorganických sloučenin, z nichž některé jsou známé karcinogeny. Další organické chemické látky nalezené v největším množství na zásahových ochranných rukavicích a kuklách pro hasiče byly PAU a ftaláty. PAU jako benzo(a)antracen a benzo(a)pyren jsou potencionální nebo prokázané lidské karcinogeny (Fabian et al., 2010).

(Alexander and Baxter, 2014) provedli v roce 2014 výzkum, ve kterém charakterizovali kontaminaci zásahových osobních ochranných prostředků hasičů (dále jen „zásahové OOP“) organickými těžkými látkami s vyšší molekulovou hmotností a vyšší teplotou varu (dále jen „SVOC“). Byla posuzována expozice hasičů těmito NCHL. Vzorky zásahových oděvů kontaminovaných zplodinami hoření, včetně rukavic a kukly, byly analyzovány SVOC, včetně 20 PAU a 6 ftalátů. Zkoumané NCHL byly nalezeny alespoň v jednom vzorku zásahového oděvu. Pouze Bis(2-ethylhexyl) ftalát (DEHP) používaný k výrobě měkčeného polyvinylchloridu (PVC) byl nalezen v každém vzorku. Koncentrace DEHP byly nejvyšší z naměřených NCHL a byly 52x až 875x vyšší než nejvyšší naměřená koncentrace PAU. DEHP byl také zjištěn u většiny nepoužitých OOP, i když na mnohem nižších úrovních (Alexander and Baxter, 2014).

Studie zveřejněná v roce 2016 (Alexander and Baxter, 2016) hodnotila kontaminaci zásahových oděvů hasičů bromovaným zpomalovačem hoření, a to polybromovaným difenyléterem (PBDE). V patnácti ze sedmnácti PBDE, které byly analyzovány, se zjistily alespoň v jednom vzorku oděvu. Každý vzorek oděvu, včetně nepoužívané kukly pro hasiče a všech tří vrstev nepoužitých zásahových ochranných rukavic, vykazoval detekovatelnou koncentraci alespoň jedné PBDE (Alexander and Baxter, 2016).

Z některých uvedených výzkumů je patrné, že k vysokému riziku expozice hasičů dochází při kontaminaci zásahových OOP. Zatímco hasiči ve světě mají stanovené postupy pro zásahy s výskytem NL, kontaminace hasičů nebo prostředků zplodinami hoření nebyla do nedávné doby považována za významné riziko (Helgesen, 2010). V současné době neexistuje v zemích Evropské unie (dále jen „EU“) právní předpis nebo technická norma, která by jednotným způsobem stanovovala zásady pro údržbu, čištění a opravu zásahových OOP hasičů (Rich, 2016). Jediným dokumentem na světě, který tato kritéria stanovuje, je technická norma vydaná ve Spojených státech amerických Národní asociací protipožární ochrany (NFPA anglicky také National Fire Protection Association), a to NFPA 1851, 2014. Tato technická norma stanovuje základní kritéria pro výběr, kontrolu, čištění, dekontaminaci, opravu, skladování a vyřazování zásahových OOP (National Fire Protection Association, 2014). Vzhledem k tomu, že neexistují žádné průmyslové standardy, které by přesvědčivě a spolehlivě ukázaly, že zásahové OOP jsou odpovídajícím způsobem vyčištěné, zahájila NFPA v roce 2015 rozsáhlý projekt, který má za cíl ověřit tyto postupy. Cílem tohoto projektu, který má být ukončen v druhé polovině roku 2018, je stanovit závazné pokyny pro provádění čistících a dekontaminačních postupů účinně odstraňujících jak chemické, tak i biologické látky. Celkovým cílem tohoto projektu je zlepšit bezpečnost a zdraví hasičů tím, že se sníží expozice škodlivým látkám v nečistých nebo nedostatečně vyčištěných OOP (National Fire Protection Association, 2017).

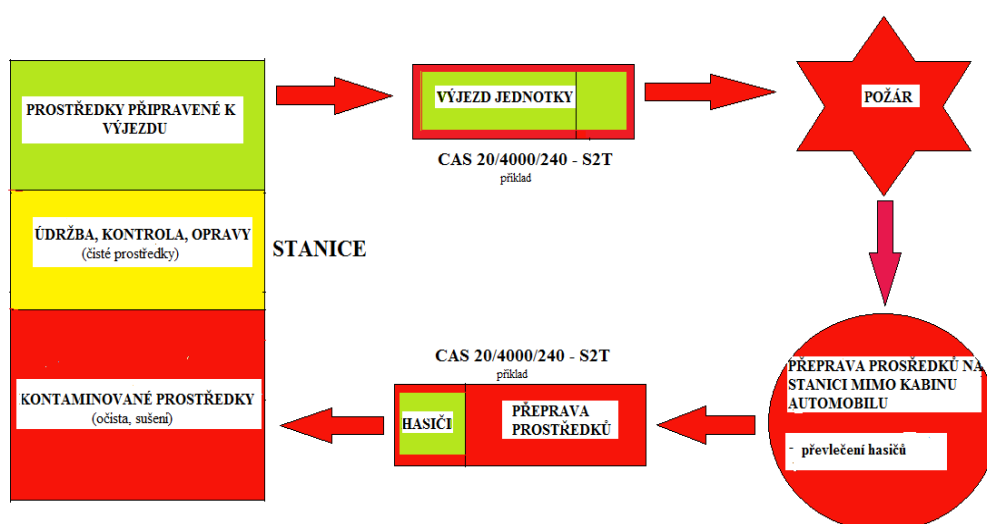
Pro potřeby HZS ČR byl Dvořákem et al. (2005) vydán Manuál k údržbě a kontrole ochranných oděvů pro potřebu HZS ČR. Ochranným oděvem je dle tohoto manuálu myšlen kabát a kalhoty (dnešní zásahový oděv I). Tento návod stanovuje provádění a četnost kontrol, základní návod k údržbě a opravám OOP. Komplexní materiál, který by poskytoval návod na zajištění provozuschopnosti prostředků kontaminovaných zplodinami hoření, u HZS ČR neexistuje. Obecný návod jak postupovat poskytují některé články Řádu CHS, ale ty jsou spíše určeny pro zajištění provozuschopnosti prostředků kontaminovaných při zásazích na NL. Dále existují obecné návody výrobců prostředků nebo výrobců technických zařízení, s jejichž pomocí se provozuschopnost těchto prostředků zajišťuje. Při údržbě prostředků se tedy vychází z doporučení výrobců prostředků nebo zkušeností a zažitých postupů jednotlivých HZS krajů.

### ***1.3.3 Švédský model pro omezení kontaminace u hasičů***

V současné době je různými hasičskými organizacemi po celém světě široce diskutována problematika dlouhodobého zdraví hasičů a úpravy postupů, které mají za cíl omezení expozice hasičů NCHL. Jednou z velmi cenných aktivit v této problematice je Skellefteå Model. Jedná se o praktická doporučení pro snížení expozice hasičů NCHL. Skellefteå model je výstupem z rozsáhlého projektu Zdravý hasič (švédsky také Friska Brandmän), který realizovala od roku 2006 Švédská asociace hasičů (BRF švédsky také Brandmännens Riksförbund) společně s několika dalšími švédskými organizacemi (Magnusson a Hultman, 2015). Projekt byl realizován na základě výsledků některých studií, které poukazyvaly na to, že u hasičů je větší statistický výskyt některých typů nádorových onemocnění než u zbytku populace. Projekt obdržel v roce 2011 prestižní ocenění Good practice award od Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (OSHA anglicky také European Agency for Safety and Health at Work) a stal se mezinárodně velmi uznávaným (European agency for safety and health at work, 2011). Hlavním cílem projektu bylo objektivizovat propojení mezi hasičskou profesí a rizikem vážné nemoci v důsledku opakovaného vystavování se neznámým škodlivým látkám. V jeho rámci provedli pracovníci a vedení Hasičského záchranného sboru Skellefteå v severním Švédsku rozsáhlé hodnocení rizik. Analyzovali činnosti, které provádějí hasiči během pracovní doby, a identifikovali situace, kdy může docházet k expozici NCHL. Na základě tohoto hodnocení vydala v roce 2015 Švédská agentura pro civilní záležitosti (MSB švédsky také Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) publikaci s názvem Healthy firefighters – The Skellefteå Model improves the work environment (Magnusson a Hultman, 2015). Zabývá se možnými zdravotními riziky způsobenými NCHL, manipulací s kontaminovanými prostředky a jejich údržbou. Přináší některé inovativní postupy, jako je uložení kontaminovaných prostředků použitých při zdolávání požáru do plastových pytlů ukládaných mimo kabinu zásahového požárního automobilu. V kabině mají hasiči pouze zásahové OOP uzavřené v plastových pytlích pro případ, že by se potřebovali převléknout kvůli dalšímu zásahu. Hasiči se převlékají ihned po likvidaci požáru do čistého oblečení. Klíčovou myšlenkou modelu je návrat na stanici ve zdravém a nekontaminovaném prostředí. Na stanici jsou plastové pytly s kontaminovanými prostředky přesunuty přímo do prostorů, v nichž se provádí jejich údržba. Tyto prostory jsou vybaveny podtlakovým ventilačním systémem, kdy je vzduch odsáván ven

z místnosti mimo prostory stanice. Po údržbě se mohou všechny prostředky vrátit zpět na požární techniku nebo do určených prostorů bez rizika pro zdraví hasičů. Všechny úkony na stanici spojené s údržbou kontaminovaných prostředků jsou prováděny v rukavicích a s ochranou dýchacích cest. Publikace uvádí velmi konkrétní postupy, jak zajišťovat údržbu kontaminovaných prostředků včetně použití některých sofistikovaných technických prostředků. Autoři publikace připouštějí, že je velmi nepravděpodobné, že by hasiči někdy pracovali v prostředí zcela bez NCHL. Ani by to nebylo prakticky možné, ale poukazují na to, že žádný hasič by neměl riskovat zdraví kvůli zanedbanému pracovnímu prostředí (Magnusson a Hultman, 2015). Princip Skellefteå Modelu je uveden na obrázku 1.

Praktickou účinnost modelu potvrdila v roce 2016 rozsáhlá studie Finského ústavu pro zdraví při práci (FIOH finsky také Työterveyslaitos), která analyzovala, zda Skellefteå model může snížit expozici hasičů NCHL (Laitinen et al., 2016). Výzkum se uskutečnil celkem na šesti stanicích v různých regionech Finska. Studie komplexně analyzovala expozici hasičů NCHL během požáru, při návratu na stanici v zásahových požárních automobilech a také během údržby prostředků. Testovaní hasiči, kteří dodržovali doporučení Skellefteå Modelu při všech pracovních činnostech, měli celkově nižší expozici PAU než hasiči, kteří doporučení tohoto modelu nedodržovali. Studie doporučuje tento model přizpůsobit potřebám finských hasičů a použít ho jako základ pro novou směrnici ke snížení jejich expozice (Laitinen et al., 2016).



Obr. 1: Princip Skellefteå modelu

Zdroj: Zpracováno autorem dle Magnussona a Hultmana, 2015

## **1.4 Provozní prostory chemické a technické služby HZS ČR**

Provozní prostory zřizují organizační složky HZS ČR pro zabezpečení provozuschopnosti prostředků CHS a TS. Slouží jako pracoviště pro provádění kontrol, údržby, oprav a skladování prostředků (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017). Minimální požadavky na vybavení provozních prostorů CHS a TS stanovují Řády CHS a TS. Při projektování nových stanic se postupuje mimo jiné podle požadavků technické normy ČSN 73 5710 požární stanice a požární zbrojnice (dále jen „ČSN 73 5710“). Tato technická norma stanovuje také minimální požadavky na nutné technické zázemí stanic. Některé prostory technického zázemí jsou zároveň provozními prostory CHS a TS.

### **1.4.1 Požadavky na provozní prostory CHS a TS dle Řádu služeb**

**Pracoviště CHS a TS se dělí na** (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017):

- základní,
- podpůrné.

**Základní pracoviště CHS a TS se skládá nejméně z** (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017):

- **mechanické dílny**, která slouží pro provádění oprav a údržby prostředků. Mechanická dílna může být nahrazena jinými dílenskými provozy v rámci JPO, pokud splní požadavky na provádění stanovených oprav a údržby prostředků,
- **zkušebního prostoru (zkušebny)**, který je určen pro provádění kontrol provozuschopnosti prostředků pomocí zkušebních, kontrolních, měřicích nebo kalibračních zařízení,
- **skladu prostředků** představujícího samostatnou místnost, která musí splňovat stanovené požadavky (např. teplota, vlhkost, tlumení UV záření) pro skladování prostředků dle pokynů výrobce.

**Pracoviště CHS se dále skládá z:**

- **mokrý dílny**, „která je vybavena minimálně manipulačním stolem, přívodem teplé a studené vody pro omytí a dezinfekci, sprchovým koutem pro omytí protichemických ochranných oděvů a místem pro sušení prostředků“ (MV-GŘ HZS ČR, 2017),

- **prostoru pro plnění tlakových lahví**, „ *který musí splňovat požadavky uvedené v příslušné technické normě*“ (MV-GŘ HZS ČR, 2017).

Základní pracoviště CHS a TS může mít dále k dispozici servisní středisko, příjmovou a výdejní místnost, plně zajišťující plynulost technologie oběhu prostředků na pracovištích služeb (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017). Základní pracoviště se zřizuje ve většině případů na stanicích HZS kraje typu C1, C2 nebo C3.

**Podpůrné pracoviště** CHS a TS nemusí mít všechny provozní prostory ve srovnání se základním pracovištěm. Základní nebo podpůrné pracoviště může být sloučeno s jinými obdobnými pracovišti. O zřízení základního nebo podpůrného pracoviště rozhoduje ředitel v závislosti na vybavení a předurčenosti JPO a typu stanice (MV-GŘ HZS ČR, 2016; MV-GŘ HZS ČR, 2017).

#### ***1.4.2 Požadavky na prostory chemické a technické služby dle ČSN 73 5710***

ČSN 73 5710 stanovuje zásady pro projektování stanic a požárních zbrojnic. Pro rekonstrukce se uplatňuje přiměřeně. Technická norma upravuje druh a velikost objektů, jejich umístění, komunikace pro požární techniku a parkoviště, zabezpečení výjezdu požární techniky na veřejnou komunikaci a specifikuje vnitřní a vnější dispozici a zvláštní vybavení stanic (Český normalizační úřad, 2006).

Prostory pro CHS tvoří dle ČSN 73 5710 sklad prostředků a dílna. Dílna má plnírnu tlakových lahví vzduchem a kyslíkem, prostory pro mokré čištění ochranných prostředků, jejich sušení a drobné opravy. Sklad hasebních látek (např. pěnidla) se navrhuje především u stanic typu C1, C2 a C3. U stanic, které jsou v okruhu do 10 km od jiné stanice s plnírnou tlakových lahví, se prostor plnění tlakových lahví nepožaduje. Prostory technického zázemí pro CHS se zřizují na požárních stanicích typu C, jak je uvedeno v tabulce 1 (Český normalizační úřad, 2006).

K údržbě prostředků TS dle ČSN 73 5710 slouží prostory pro čištění a sušení hadic skládající se z koryta pro čištění hadic a věže či obdobné konstrukce se zdvihacím zařízením pro jejich sušení. Koryto a věž pro hadice lze dle technické normy nahradit technickým zařízením, schopným provést umytí a vysušení hadic. Pro sušení hadic lze také použít cvičnou věž. Koryto pro jejich mytí zpravidla navazuje na věž pro sušení a umísťuje se v prostoru garáže pro požární techniku u stání, které je využíváno k mytí vozidel. Dílna TS včetně skladu náhradních dílů se projektuje jen na drobné opravy



a běžnou denní údržbu prostředků. Prostory pro TS se navrhují dle tabulky 1 na stanicích typu C a P (Český normalizační úřad, 2006).

Další důležitou částí stanic jsou prostory pro uložení a údržbu OOP, jako jsou zásahové oděvy, přilby, kukly, zásahové rukavice apod. Údržba těchto prostředků patří také do kompetence TS. Prostory pro uložení, praní a sušení zásahových oděvů a jiných pracovních oděvů a prostorů pro jejich očistu a očistu obuvi se umísťuje v blízkosti nástupního prostoru pro hasiče. Tyto prostory musí být vytápěné a větrané a musí se navrhovat odděleně pro každou směnu. Šatny se navrhují s průchozími sprchami mezi čistou a špinavou šatnou (hygienická smyčka). Pro každého hasiče se vyčleňuje samostatná skříňka zvlášť na pracovní a zvlášť na civilní oděv (Český normalizační úřad, 2006).

Tabulka 1: Nutné technické zázemí CHS a TS dle ČSN 73 5710

Prostor	Stanice typu C <sup>1</sup>	Stanice typu P <sup>1</sup>
Sklad speciálních hasebních látek	Ano	Ne
Sklad technických prostředků pro TS	Ano	Ano
Sklad CHS	Ano	Ne
Dílna CHS	Ano	Ne
Prostory pro čištění a sušení hadic	Ano	Ano

1) Příloha č. 3 vyhlášky č. 247/2001 Sb.

Zdroj: Zpracováno autorem dle ČSN 73 5710, 2006

### 1.5 Chemické látky v pracovním prostředí a jejich kontrola

V ovzduší provozních prostorů nelze vyloučit přítomnost NCHL. Provozní prostory CHS a TS jsou pracoviště nevýrobního charakteru a platí pro ně příslušná legislativa a požadavky pro omezování rizikových faktorů. Jedním z nich je kontaminace prostorů NCHL, a to především při zajišťování provozuschopnosti prostředků použitých při likvidaci požáru. Během této činnosti se výrazně snižuje komfort a kvalita vnitřního prostředí prostorů. Hasiči jsou obtěžováni zápachem, udržují silně znečištěné prostředky a v prostorech může docházet k uvolňování NCHL do ovzduší (Magnusson a Hultman, 2015; Laitinen et al., 2016).

### **1.5.1 Hygienické limity pro chemické látky v České republice**

Podle § 87 odst. 1 zákona č. 361/2003 Sb. je „bezpečnostní sbor povinen vytvářet podmínky pro bezpečné, nezávadné a zdraví neohrožující služební prostředí a přijímat opatření k prevenci rizik“ (zákon č. 361/2003 Sb.). § 91 zákona č. 361/2003 Sb. uvádí, že „bezpečnostní sbor je povinen zajistit, aby služebna odpovídala bezpečnostním požadavkům a hygienickým limitům a byla vybavena tak, aby podmínky pro výkon služby příslušníků odpovídaly bezpečnosti, hygieně a ochraně zdraví při výkonu služby“ (zákon č. 361/2003 Sb.). Podle § 7 odst. 1 zákona č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (dále jen „zákon č. 309/2006 Sb.“) „Jestliže se na pracovištích zaměstnavatele vyskytují rizikové faktory, je zaměstnavatel povinen pravidelně, dále bez zbytečného odkladu vždy, pokud dojde ke změně podmínek práce, měřením zjišťovat a kontrolovat jejich hodnoty a zabezpečit, aby byly vyloučeny nebo alespoň omezeny na nejmenší rozumně dosažitelnou míru“ (zákon č. 309/2006 Sb.). Při posuzování míry možné kontaminace provozních prostorů CHS a TS je nutno vycházet z nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci, (dále jen „nařízení vlády č. 361/2007 Sb.“). Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. stanovuje minimální rozsah opatření k ochraně zaměstnanců, rizikové faktory a hygienické limity pro pracovní prostředí. Při práci s chemickými látkami dochází zpravidla k jejich úniku do ovzduší a nejvýznamnější cestou vstupu látek do těla je v tomto případě inhalační cesta (Pelclová, 2014). Proto je nutno v prostorech zajistit, aby nebyly překračovány tzv. hygienické limity pro chemické látky, jimiž se rozumí přípustné expoziční limity (dále jen „PEL“) a nejvyšší přípustná koncentrace pro pracovní prostředí (dále jen „NPK-P“). PEL „je celosměnový časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jímž může být podle současného stavu znalostí exponován zaměstnanec v osmihodinové nebo kratší směně týdenní pracovní doby, aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti. Přípustný expoziční limit je stanoven pro práci, při které průměrná plicní ventilace zaměstnance nepřekračuje 20 litrů za minutu za osmihodinovou směnu“ (nařízení vlády č. 361/2007 Sb.).

U PEL se předpokládá, že ani celoživotní expozice člověka nepoškodí, a používá se k posuzování průměrné celosměnové koncentrace chemických látek (Pelclová, 2014). PEL jsou důležitým kritériem pro posuzování míry ochrany pracovníků před

nepříznivými účinky chemických látek. Jsou rozhodujícím podkladem pro projektování např. větracích systémů a pro posouzení jejich účinnosti z hygienického hlediska (Málek, 2014).

NPK – P „je taková koncentrace chemické látky, které mohou být zaměstnanci exponováni nepřetržitě po krátkou dobu, aniž by pociťovali dráždění očí nebo dýchacích cest nebo bylo ohroženo jejich zdraví a spolehlivost výkonu práce. Při hodnocení pracovního ovzduší lze porovnávat s nejvyšší přípustnou koncentrací časově vážený průměr koncentrace této látky měřené po dobu nejvýše 15 minut. Takové 15minutové úseky s průměrnou koncentrací vyšší než hodnota přípustného expozičního limitu, ale nepřesahující nejvyšší přípustnou koncentraci, smí být během osmihodinové směny nejvýše 4 s odstupem nejméně jedné hodiny. Přitom nesmí časově vážený průměr koncentrací pro celou směnu překročit hodnotu přípustného expozičního limitu“ (nařízení vlády č. 361/2007 Sb.).

Koncentrace PEL a NPK – P se udávají buď v hmotnostních koncentracích  $\text{mg}/\text{m}^3$  (takto lze vyjadřovat koncentraci plyných látek, prachů a jiných aerosolů), koncentraci plyných látek lze také udávat v objemových jednotkách ppm (anglicky také pars per milion). 1 ppm představuje 1 ml plynné látky v 1  $\text{m}^3$  (Pelclová, 2014). Seznam chemických látek a jejich hygienických limitů je uveden v příloze č. 2., nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kde je také u každé látky uveden faktor přepočtu z  $\text{mg}/\text{m}^3$  na ppm.

Jestliže nastane překročení některé limitní hodnoty chemické látky na pracovišti, je nutno zjistit jeho příčinu a co nejrychleji zavést odpovídající opatření pro nápravu situace. Po zavedení vhodných nápravných opatření se musí měření opakovat. Pokud jsou limitní hodnoty dodrženy, provádějí se podle potřeby kontrolní měření, aby se zajistilo dodržování limitů. Čím více se blíží zjištěná hodnota hodnotě limitní, tím častěji se musí měření provádět. Obecně platí zásada, že nestačí hygienické limity pro chemické látky dodržovat, ale je nutno koncentrace chemických látek v ovzduší pracovišť snižovat na co nejnižší úroveň (Pelclová, 2014). Při hodnocení možných účinků chemických látek v ovzduší na pracovníky je nutno přihlížet k tzv. aditivnímu účinku. PEL a NPK-P jsou určovány na podkladu současných vědeckých poznatků. Vychází se z údajů získaných experimentálně za kontrolovaných podmínek a také z poznatků praxe. Při tvorbě hygienických limitů jsou rovněž vyhodnocovány zdravotní dopady havarijních stavů a mimořádných expozic. Velkým problémem při stanovení limitu je skutečnost, že existují velké individuální rozdíly ve vnímavosti lidí

k jednotlivým NCHL. Výše hygienických limitů je tedy kompromisem mezi zdravotními dopady a možnostmi ekonomickými a technickými (Šamánek et al., 2008).

### **1.5.2 Karcinogeny v pracovním prostředí**

Pro chemické karcinogeny se obecně akceptuje hypotéza o jejich bezprahovém účinku a předpokládá se, že i velmi nízká expozice zvyšuje pravděpodobnost nádorových onemocnění. Proto se také u některých chemických karcinogenů ani nestanovují NPK-P a platí pro ně podstatně přísnější předpisy i limity pro koncentraci v pracovním ovzduší (jsou-li stanoveny) (Pelclová, 2014). Všechna data týkající se karcinogenů na základě výsledků experimentů, epidemiologických a klinických studií, případů mimořádných expozic apod. shromažďuje Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny v Lyonu (IARC anglicky také International Agency for Research on Cancer). IARC třídí chemické látky, fyzikální faktory a pracovní procesy podle nebezpečnosti pro člověka na základě publikovaných údajů do 4 skupin (Linhart, 2014):

- skupina 1: Látky karcinogenní pro člověka (tzv. prokázané karcinogeny),
- skupina 2 A: Látky pravděpodobně karcinogenní pro člověka,
- skupina 2 B: Látky s potenciálním karcinogenním účinkem pro člověka,
- skupina 3: Látky, které nejsou klasifikovány jako lidské karcinogeny,
- skupina 4: Látky pravděpodobně nekarcinogenní pro člověka.

Práce hasičů byla v roce 2010 IARC zařazena do skupiny 2 B (WHO, 2010).

Klasifikace chemických karcinogenů v ČR je stanovena zákonem č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích (dále jen „zákon č.350/2011 Sb.“). Mezi chemické karcinogeny, mutageny nebo látky toxické pro reprodukci se řadí látky klasifikované jako karcinogeny 1 (karcinogen prokázaný pro člověka) a 2 (pravděpodobný karcinogen), mutageny kategorie 1 a 2 a látky toxické pro reprodukci kategorie 1 a 2 (zákon č. 350/2011 Sb.).

### **1.5.3 Způsoby měření chemických látek v ovzduší**

Stanovení koncentrace chemických látek ve vdechovaném vzduchu se provádí jednak k hygienickým účelům, kdy se hodnotí míra rizika v měřených prostorech, jednak k technickým účelům, kdy se ověřuje účinnost větrání, vzduchotechnických zařízení apod. (Málek et al., 2014). Pro hygienické účely se provádí stanovení koncentrace chemických látek na pracovišti v dýchací zóně pracovníků, tj. ve výši úst

a nosu sedící nebo stojící osoby. Pracovním místem je jakékoliv místo, kde je nucen pracovník během pracovní doby pobývat. To se může během pracovní doby měnit. Koncentrace látek kolísá nejenom v čase, ale také v prostoru. Složení vnitřního ovzduší je jen výjimečně neměnné, protože na ně působení různé zdroje, např. větrání, vnější i vnitřní povětrnostní podmínky apod. Složení vnějšího ovzduší se může dále měnit uvnitř místností i mezi jednotlivými místnostmi a může být proměnlivější než venkovní ovzduší obklopující danou budovu. Odběr vzorku vnitřního ovzduší je jen obtížně opakovatelný za stejných podmínek (ČSN EN ISO 16000-1). Odběr vzorku znamená „převedení přesně změřeného objemu analyzovaného ovzduší do analyzátoru (kolektoru), které je schopno uchovat stanovenou složku (eventuálně složky) pro následnou analýzu“ (Hlavní hygienik ČR, 2007).

Metody odběru vzorků lze rozdělit na odběry aktivní, pasivní a přímý odběr vzorku. Aktivní odběry jsou založené na separaci vzorků a patří sem záchyt do roztoků (např. pro SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCHO, NH<sub>3</sub>), na pevný sorbent (např. organické těkavé látky s různými fyzikálními vlastnostmi), filtrace (např. suspendované částice) a extrakce (např. mikrobiologické faktory). Pasivní odběry využívají principy difuze a přímé odběry jsou využívány jak při měření automatizovanými systémy, tak při odběrech do kanystrů nebo plynových vaků. Mezi nejběžnější užívané principy odběru vzorků patří (Hlavní hygienik ČR, 2007):

- záchyt do absorpční kapaliny,
- záchyt adsorpcí do tubiček plněných sorbentem vhodným k adsorpci sledované látky,
- odběr do vzorkovnic (nejčastěji se používá odběrů do kanystrů, případně do tedlarových vaků).

#### **1.5.4 Omezení kontaminace pracovních prostorů**

Hygienické limity pro chemické látky by neměly být na pracovišti překračovány. Jedním ze základních opatření pro snížení míry kontaminace je zajištění dostatečné výměny vzduchu větráním, jež představuje řízenou výměnu vzduchu sloužící jak k přívodu čerstvého vzduchu, tak k odvodu vlhkosti, nadměrného tepla a v prostředí vznikajících škodlivin (Švábová, 2015). Větrání rozdělujeme na (Málek, 2014):

- větrání přirozené,
- větrání nucené,

- větrání havarijní a protipožární.

Požadavky na větrání pracovišť a výměnu vzduchu stanovuje nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a některé technické normy. Přirozeným větráním se rozumí „*proudění vzduchu ve větraném prostoru je způsobeno přirozeným rozdílem tlaku vně a uvnitř větraného prostoru vytvořeného rozdílem hustoty (teploty) vzduchu vně a uvnitř větraného prostoru i účinkem větru*“ (Zmrhal et al., 2016). Pro případy, že nelze zajistit přirozeným větráním celoroční ochranu zaměstnanců a zaručit požadované hodnoty fyzikálních, chemických i biologických parametrů ve vnitřním prostředí, musí se použít větrání nucené (nařízení vlády č. 361/2007 Sb.), které zajišťují vzduchotechnická zařízení (dále jen „VZT“) jako např. ventilátory, filtry vzduchu, vzduchotechnické rozvody včetně regulačních klapek a ochranných žaluzií na sání vzduchu, prvky regulace a řízení, filtry vzduchu apod. (Málek, 2014).

#### ***1.5.5 Omezení kontaminace stanic – návrh stanice Willingboro***

V roce 2014 publikoval architekt Paul R. Eriksson (2014) článek o návrhu stanice v americkém městě Willingboro v New Jersey (Eriksson, 2014). Paul R. Eriksson ze společnosti LeMay Erickson Willcox Architects je odborníkem na projektování a výstavbu stanic. Cílem návrhu bylo omezit expozici hasičů NCHL uvnitř stanice a vytvořit pro ně zdravé pracovní prostředí. Návrh v praxi zohledňuje nejnovější vědecké poznatky o možných zdravotních rizicích v práci hasičů.

Tato stanice byla navržena jako dvojpodlažní o celkové rozloze zhruba 3700 m<sup>2</sup> pro 19 hasičů v jedné směně. Návrh pracuje s myšlenkou vytvoření tří úrovní vystavení kontaminujícím látkám: hot zone (dále jen „červená zóna“) pro vysoké riziko kontaminace, transition zone (dále jen „žlutá zóna“) pro mírné nebezpečí a cold zone (dále je „zelená zóna“) pro nízké nebezpečí. V odborných kruzích se pro takto navržené řešení vžil název Hot zone design (Eriksson, 2014).

Navržené řešení optimalizuje schopnost řešit příjezd hasičů s kontaminovanými prostředky na stanici a zabraňuje jejich přemísťování po stanici do prostor, která mají jiné určení. Jednou z hlavních filozofií návrhu jsou přímé a bezproblémové cesty do určených provozních míst, kdy barevně označené části stanice mají jasně demonstrovat odlišný účel jednotlivých prostorů. Všechny prostory stanice, ve kterých se udržují kontaminované prostředky, jsou seskupeny do jedné oblasti, a to do červené zóny. Podobně jsou všechny obytné a kancelářské prostory sdruženy do zelené zóny.

Oblast styku mezi dvěma zónami je navržena tak, aby byla co nejmenší a nejjednodušší. Jedná se o tři koridory s přechodovými systémy tvořícími žlutou zónu (Eriksson, 2014).

V červené zóně jsou umístěny prostory, kde se provádí očista a údržba kontaminovaných prostředků. Dále jsou zde různé úložné prostory prostředků včetně prostor pro skladování a údržbu dýchacích přístrojů, skladovací místnost pro OOP, dekontaminační prostor, prádelna nebo sklad tlakových požárních hadic. Zvláštní důraz je kladen na údržbu a uložení zásahových OOP. Pro údržbu těchto prostředků je zřízena prádelna a zásahové OOP jsou skladovány v uzavřené místnosti. V obou místnostech je použito nucené větrání. Tato zóna je také vybavena WC a sprchou, aby se eliminoval přechod mezi červenou a zelenou zónou. To také snižuje četnost neúmyslného zavlečení nečistot do obytných a kancelářských částí. Všechny prostory v červené zóně jsou snadno přístupné a lehce udržovatelné (Eriksson, 2014).

V místech přechodů (žlutá zóna), jako jsou chodby a dveře, jsou umístěny prostředky zamezující přenos nečistot do zelené zóny (místa pro desinfekci rukou, zapuštěné přechodové rohože a mechanické systémy, kdy je mírný přetlak vzduchu v zelené zóně apod.). Všechna přechodová místa jsou jasně označena (Eriksson, 2014).

Navržená stanice se začala stavět v roce 2015. V současné době Paul R. Eriksson HOT zone design dále rozvíjí a zaměřuje se především na řešení přechodových částí mezi jednotlivými zónami (Bacon, 2017).

## **1.6 Chemická a technická služba HSZ Pardubického kraje**

HZS Pardubického kraje tvoří:

- krajské ředitelství HZS kraje se sídlem v Pardubicích,
- čtyři územní odbory (dále jen „ÚO“) HZS kraje – Pardubice, Chrudim, Svitavy, Ústí nad Orlicí s jednotkami HZS kraje dislokovanými na 15 stanicích.

U HZS Pardubického kraje bylo evidováno k 1. 7. 2017 celkem 475 příslušníků a 27 zaměstnanců. Rozdělení a počet příslušníků v jednotkách HZS Pardubického kraje je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Početní stavy v jednotkách HZS Pardubického kraje k 1. 7. 2017

Územní odbor HZS Pardubického kraje	Název stanice	Typ stanice <sup>1)</sup>	Skutečný početní stav v jedné směně	Celkový počet techniků CHS na jednotce	Celkový počet techniků TS na jednotce
Pardubice	PS Pardubice	C3	A-20, B-20, C-20	6	3
	PS Přelouč	P1	A-5, B-4, C-5	1	1
	PS Holice	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
Chrudim	PS Chrudim	C1	A-11, B-12, C-12	3	3
	PS Seč	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
	PS Hlinsko	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
Svitavy	PS Svitavy	C1	A-12, B-11, C-12	3	3
	PS Litomyšl	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
	PS Polička	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
	PS Moravská Třebová	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
Ústí nad Orlicí	PS Ústí nad Orlicí	C1	A-12, B-11, C-12	3	3
	PS Králky	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
	PS Lanškroun	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
	PS Žamberk	P1	A-5, B-5, C-5	1	1
	PS Vysoké Mýto	P1	A-5, B-5, C-5	1	1

1) Příloha č. 3 vyhlášky č. 247/2001 Sb.

Zdroj: Vlastní výzkum

U HZS Pardubického kraje je CHS a TS organizačně zařazena pod úsek IZS a operačního řízení, oddělení IZS a služeb.

Oddělení služeb se dále člení na:

- chemickou službu,
- technickou službu,
- strojní službu.

Celkově u HZS Pardubického kraje zajišťuje chod CHS a TS 6 příslušníků s rovnoměrným výkonem služby (dále jen „denní příslušník“). Počet techniků CHS a TS v jednotkách HZS Pardubického kraje je uveden v tabulce 2.

CHS a TS HZS Pardubického kraje zajišťuje provozuschopnost prostředků v určených provozních prostorech, které jsou rozdělené na provozní prostor CHS a TS na základní a podpůrné dle požadavků Řádů CHS a TS není u HZS Pardubického kraje v současné době upraveno interním pokynem.

### 1.6.1 Provozní prostory chemické služby HZS Pardubického kraje

Zajišťování provozuschopnosti prostředků CHS se provádí v provozních prostorech CHS, které jsou zřízeny na všech stanicích HZS Pardubického kraje.



Jako základní pracoviště CHS dle požadavků Řádu CHS můžeme považovat prostory zřízené na stanici HZS Pardubického kraje typu C3 Pardubice a stanicích typu C1 Chrudim, Svitavy a Ústí nad Orlicí. Provozní prostory CHS stanic Pardubice, Chrudim a Ústí nad Orlicí prošly v roce 2008 rozsáhlou modernizací. V roce 2014 a v roce 2016 proběhla další modernizace provozních prostor CHS stanice Pardubice, jež v současnosti představují nejmodernější provozní prostory CHS na stanicích HZS Pardubického kraje. Vybavenost a dispoziční řešení na ostatních stanicích HZS je poplatné době výstavby stanic. Nejnovější provozní prostory CHS byly zprovozněny na nově vybudované stanici typu P1 – Přelouč, která byla otevřena v roce 2016. Provozní prostory CHS jsou uzpůsobeny především zajišťování provozuschopnosti dýchacích přístrojů a protichemických ochranných oděvů, a to nejenom u HZS Pardubického kraje, ale u všech HZS krajů. Pro ilustraci – CHS HZS Pardubického kraje zajišťuje provozuschopnost 370 ks dýchacích přístrojů, z toho 100 ks je umístěno na ÚO Pardubice, 67 ks ÚO Chrudim, 84 ks na ÚO Svitavy a 119 ks na ÚO Ústí nad Orlicí.

#### **Příklad vybavení provozních prostorů chemické služby HZS Pardubického kraje**

Jako vzorové provozní prostory CHS HZS Pardubického kraje můžeme označovat prostory CHS stanice Pardubice. Některá technická a dispoziční řešení těchto prostorů, jako je vybavení mokré dílny, plnicí systém vzduchových tlakových lahví (dále jen „tlakových lahví“), systém posunu prostředků jsou postupně aplikovány ve všech provozních prostorech CHS HZS Pardubického kraje. Provozní prostory CHS stanice Pardubice jsou rozděleny do několika částí:

- mokrá dílna,
- čistá dílna, kde je podle požadavku Řádu CHS umístěna mechanická dílna, zkušební prostor a také administrativní část,
- prostor pro plnění tlakových lahví – ten sestává z kompresorovny a místa plnění tlakových lahví,
- sklad prostředků – sklady jsou rozděleny na sklad hasiv, sorbetů a některých prostředků a sklady prostředků CHS, u nichž jsou při skladování stanoveny speciální požadavky na např. stabilní teplotu, vlhkost UV záření apod.

Podrobněji bude popsáno vybavení mokré dílny a čisté dílny, což jsou nejfrekventovanější pracoviště CHS.

## Mokrá dílna

V této části je prováděna údržba znečištěných nebo kontaminovaných prostředků. Mokrá dílna slouží v podstatě jako „myčka“ a „sušička“. Celková povrchová úprava a vybavení mokrých dílen je upraveno pro práci se znečištěnými nebo kontaminovanými prostředky. Dílny jsou vybaveny odtokovými kanálky, které umožňují mytí prostředků na podlaze, a ventilátory pro odvod vlhkosti a odvětrání.



Obr. 2: Mokrá dílna CHS na stanici Pardubice

Zdroj: Vlastní výzkum

Mokrá dílna je vybavena podle obrázku 2:

1. nerezovou vanou s tlakovou sprchou pro mokrou údržbu a dezinfekci protichemických ochranných oděvů nebo rozměrnějších prostředků,
2. nerezovým dřezem s dvěma komorami a tlakovou sprchou – pro mokrou údržbu a dezinfekci obličejových masek nebo menších prostředků,
3. ultrazvukovou čističkou,
4. vysoušecí skříní ROS 03 Turbo pro sušení obličejových masek,
5. vysoušecí skříní ROS 04 Turbo pro sušení dýchacích přístrojů nebo rozměrnějších prostředků,
6. vysoušečem protichemických oděvů ROS K 4,
7. vysoušečem obuvi a rukavic ROS 09.

Mokrý dílna je dále vybavena nerezovým stolem pro odložení znečištěných nebo kontaminovaných prostředků.

### Čistá dílna

Čistá dílny slouží pro zajištění kompletace, kontrol, oprav a pravidelné údržby čistých prostředků CHS. V tomto prostoru je také umístěna administrativní část, která slouží k vedení dokumentace CHS.



Obr. 3: Čistá dílna CHS na stanici Pardubice

Zdroj: Vlastní výzkum

Základní vybavení čisté dílny tvoří podle obrázku 3:

1. Stůl pro kompletaci a údržbu prostředků CHS.
2. Vozík, kde je umístěno dílenské nářadí po montáži a servis prostředků.
3. Skříň na náhradní díly.
4. Systém pro plnění tlakových lahví (dále jen „systém“) o plnicím tlaku 20 MPa nebo 30 MPa. Toto technické zařízení odlišuje provozní prostory CHS od jiných provozních prostorů na stanicích. Systém se skládá z kompresorovny s dvěma vysokotlakými vzduchovými kompresory, zásobníků tlakových lahví, tlakového rozvodu vzduchu, plnicí lišty pro plnění tlakových lahví, ovládacího panelu a ovládání zásobníků tlakového vzduchu. Požadavky na montáž zařízení, provozní kontroly a bezpečnost provozu se řídí zvláštními právními předpisy

a technickými normami. Součástí systému je rozvod vzduchu (maximální tlak do 1 MPa) do prostoru čisté a mokré dílny CHS, který slouží k provádění odborných kontrol protichemických ochranných oděvů a k zajištění údržby znečištěných prostředků.

5. Dynamické zkušební a měřicí zařízení – tímto zařízením jsou vybaveny provozní prostory CHS stanice Pardubice a Svitavy. Je stacionární a slouží k odborným kontrolám dýchacích přístrojů. S jeho pomocí se měří těsnost a dynamické hodnoty dýchacích přístrojů a obličejových masek. Zařízení je napojeno na tlakový rozvod vzduchu. Součástí zařízení je počítač se speciálním softwarem a tiskárna. O zkoušce je zpracován protokol s naměřenými hodnotami a výsledkem zkoušky.

6. „Box“ pro odložení plněných tlakových lahví.

Čistá dílna je dále vybavena dílenským a kancelářským stolem.

### ***1.6.2 Provozní prostory technické služby HZS Pardubického kraje***

Provozní prostory TS jsou ve smyslu požadavků Řádu TS na základní pracoviště zřízeny u HZS Pardubického kraje na stanici Pardubice. Tyto prostory byly vybudovány v roce 2015. V současné době se připravuje změna dispozičního řešení a doplnění těchto prostorů o mobilním sdružené zařízení pro péči o tlakové požární hadice. Na ostatních stanicích HZS Pardubického kraje se zajišťuje provozuschopnost prostředků TS v prostorech stanic, jakou jsou garáže pro požární techniku, dílny strojní služby nebo v provozních prostorech CHS. Podle požadavků ČSN 73 5710 jsou na všech stanicích kraje zřízeny prostory pro čištění a sušení hadic. Na některých stanicích, zejména typu P1, jsou ovšem tyto prostory v nevyhovujícím technickém stavu a vyžadují nákladnou opravu.

Zajištění provozuschopnosti zásahových OOP se u HZS Pardubického kraje provádí v souladu s interním sdělením náměstka ředitele HZS Pardubického kraje č. 1 ze dne 7. ledna 2008, které stanovuje zásady zajištění údržby zásahových OOP, a to:

- Pracovní stejnokroj II Nomex.
- Záchranář II.

- Fireman III, IV, V.
- Fireman Tiger.

V souladu s návody na údržbu, které jsou součástí přílohové části dokumentu, se stanovuje u některých OOP od firma Deva, jako jsou Záchranář II, Fireman III, IV, V a Fireman Tiger, četnost reimpregnace. Ta se provádí u těch zásahových OOP, které jsou vybaveny membránou nebo impregnační úpravou. Reimpregnace se technicky zajišťuje na stanici Pardubice v průmyslové pračce a sušičce. Tyto technické prostředky jsou umístěny v místnosti, která je součástí provozních prostorů TS stanice Pardubice a je vybavena podle obrázku 4:

1. Průmyslovou pračkou Primus FS 16 s kapacitou na 16 kg prádla, v níž se provádí praní a impregnace zásahových OOP.
2. Pračkou Whirpool AWM 8000 pro praní staničního prádla.
3. Průmyslovou sušičkou Primus T16 s kapacitou na 16 kg prádla.



Obr. 4: Místnost pro údržbu OOP na stanici Pardubice

Zdroj: Vlastní výzkum

Praní zásahových OOP se provádí na jednotlivých stanicích HZS Pardubického kraje v pračkách různé kvality. Jak bylo uvedeno, průmyslová pračka a sušička jsou umístěny pouze na stanici Pardubice. Sušičkami jsou vybaveny stanice HZS typu C1 a C3. Stanice typu P1 jsou v současné době postupně dovybavovány velkoobjemovými sušicími skříněmi ROS 18/10, které zkvalitňují údržbu OOP.

## **2 CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÁ OTÁZKA**

Cílem diplomové práce je podle schváleného zadání vyhodnocení kontaminace vybraných provozních prostorů chemickými látkami na požárních stanicích HZS Pardubického kraje.

### **2.1 Dílčí cíle**

1. Vyhodnocení kontaminace ovzduší vybraných provozních prostorů při běžném provozu (dále jen „kontaminace ovzduší při běžném provozu“).
2. Simulace uložení kontaminovaných prostředků ve vybraných provozních prostorech a následné vyhodnocení kontaminace ovzduší (dále jen „simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů“).

### **2.2 Výzkumná otázka**

Jakým způsobem lze omezit kontaminaci provozních prostorů chemické a technické služby HZS Pardubického kraje nebezpečnými látkami?

### 3 METODIKA VÝZKUMU

Pro vyhodnocení stanoveného cíle práce bylo nutno nejdříve zjistit stávající stav, tedy které chemické látky se nachází v ovzduší vybraných provozních prostorů při běžném provozu, kdy v nich není prováděna údržba kontaminovaných prostředků. Následně byla zjišťována kontaminace ovzduší NCHL v cíleně kontaminovaném provozním prostoru. Tyto provozní prostory byly kontaminovány NCHL z prostředků, které byly použity při výcviku v zařízení simulujícím reálné podmínky požáru. Tímto postupem můžeme vyhodnotit, jaké kontaminaci může dojít při zajišťování provozuschopnosti prostředků CHS a TS HZS Pardubického kraje a následně provést technická nebo organizační opatření.

Pro vyhodnocení kontaminace ovzduší provozních prostorů CHS a TS stanic bylo nejdříve nutno provést jejich výběr a u zamýšlené kontaminace stanovit postup, jak bude tato kontaminace provedena.

Po výběru provozních prostorů a vypracování scénáře kontaminace provozních prostor byl stanoven měřicí postup. Tato část výzkumu se uskutečnila ve spolupráci s Ing. Tomášem Čapounem, CSc., vedoucím chemické laboratoře MV – GŘ HZS ČR, Institutu ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč (dále jen „Institut“). Zvolené metody umožnily identifikaci organických těkavých látek (dále jen „VOC“) a některých anorganických plynů v odebraných vzorcích.

#### **3.1 Výběr provozních prostorů**

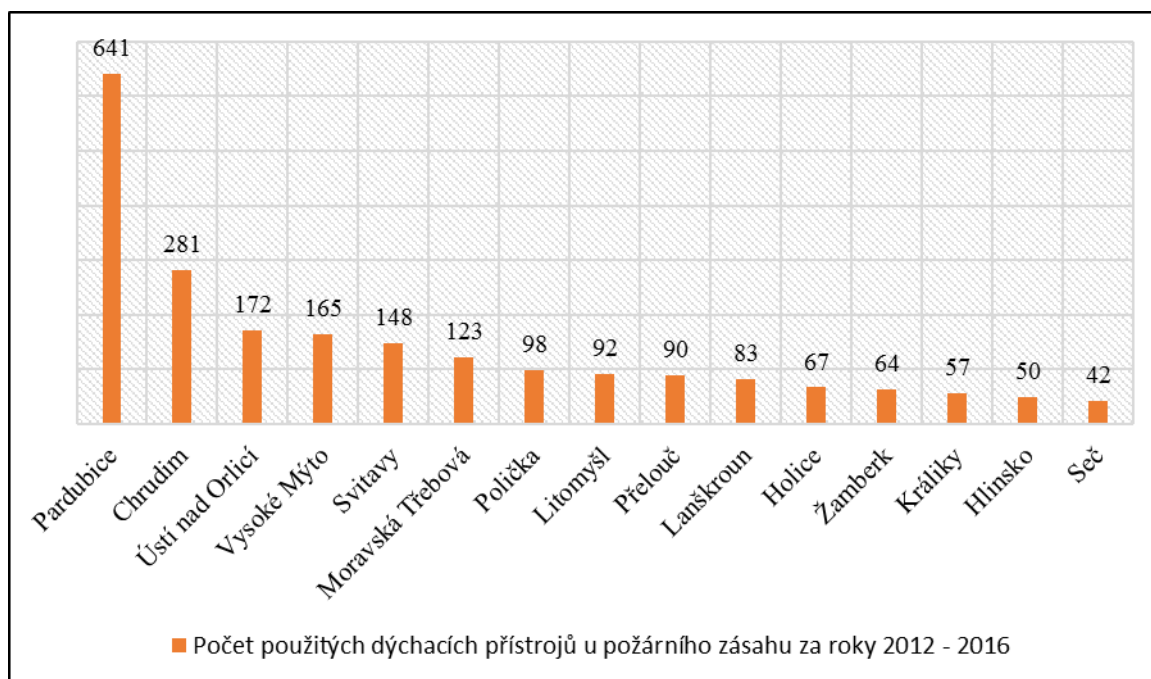
Pro provedení výzkumu byl zásadní výběr vhodných provozních prostorů. Výzkum nemohl být proveden ve všech provozních prostorech CHS a TS stanic kraje, a to s ohledem k jeho materiální a časové náročnosti. Zároveň výběr musel tvořit dostatečně reprezentativní vzorek, aby mohl být naplněn cíl práce a zodpovězena výzkumná otázka.

##### **3.1.1 Kontaminace ovzduší při běžném provozu – výběr provozních prostorů**

Provozní prostory TS určené výhradně pro zajištění provozuschopnosti prostředků TS jsou zřízeny pouze na stanici typu C3 – Pardubice. Pro vyhodnocení kontaminace ovzduší při běžném provozu byly tedy vybrány právě tyto provozní prostory.

Provozní prostory CHS dalších stanic HZS Pardubického kraje, v nichž se měl realizovat výzkum v rámci tohoto dílčího cíle, byly vybírány na základě četnosti jejich kontaminace, stáří a velikosti užitné plochy.

Četnost kontaminace provozních prostorů CHS byla hodnocena na základě četnosti použití dýchacích přístrojů u požárního zásahu, a to podle jednotlivých stanic HZS Pardubického kraje. Pro zjištění četnosti byla provedena obsahová analýza programu IKIS II. Program je určen MV-GŘ HZS ČR pro elektronické vedení dokumentace CHS, TS a strojní služby. Výsledek obsahové analýzy je uveden na obrázku 5. Pro provedení výzkumu byly vybrány provozní prostory CHS na dvou stanicích HZS Pardubického kraje, které mají nejvyšší četnost použití dýchacích přístrojů za hodnocené období.



Obr. 5: Četnost použití dýchacích přístrojů u požárního zásahu podle stanic HZS Pardubického kraje za roky 2012 až 2016

Zdroj: Vlastní výzkum

Pro hodnocení stáří a velikosti užitné plochy provozních prostorů CHS bylo na všech stanicích HZS kraje provedeno místní šetření a byla prostudovaná dostupná projektová dokumentace ke všem provozním prostorům.



Na základě získaných informací byl proveden výběr prostorů podle těchto parametrů:

1. Provozní prostory CHS na stanicích HZS Pardubického kraje, které mají první a druhou nejvyšší četnost použití dýchacích přístrojů u požárního zásahu – dle obrázku 5 jsou to provozní prostory CHS na stanici Pardubice a Chrudim.
2. Nestarší provozní prostory CHS na stanicích typu C1 a C3 HZS Pardubického kraje – tyto provozní prostory se nachází na stanici typu C1 – Svitavy, která byla postavena v roce 2000. Nejstarší provozní prostory CHS jsou u HZS Pardubického kraje na stanici typu P1 – Králíky, která je v provozu již od roku 1978. Na obrázku 5 vidíme u této stanice malý počet použitých dýchacích přístrojů u požárního zásahu za hodnocené roky. Proto byly vybrány nejstarší provozní prostory CHS na stanicích typu C1 a C3, které mají vyšší počet použité dýchací techniky a předpoklad vyšší kontaminace ovzduší.
3. Nejnovější provozní prostory CHS – nachází se na stanici typu P1 – Přelouč. Stanice je v provozu od října roku 2016.
4. Provozní prostory CHS s nejmenší užžitnou plochou – nachází se na stanici typu P1 – Holice. Celková plocha provozních prostor je 8,3 m<sup>2</sup>.

Při stanovení parametrů pro výběr provozních prostorů CHS se vycházelo z úvahy, že:

- u prvního a druhého parametru by se mohla četnost použití dýchacích přístrojů a „stáří“ provozních prostorů negativně projevit v kontaminaci prostorů NCHL,
- provozní prostory CHS na nejnovější stanici byly navrženy podle moderních standardů, proto by se tato skutečnost měla v konečném hodnocení pozitivně projevit,
- u provozních prostorů s nejmenší užžitnou plochou by se malá užžitná plocha mohla negativně projevit na míře jejich kontaminace.

Provozní prostory CHS na stanicích HZS Pardubického kraje v Pardubicích, Chrudimi a Svitavy jsou dispozičně rozděleny do několika prostorů. Výzkum byl prováděn v nejfrekventovanějších prostorech – dílnách. Stejný postup byl zvolen u provozních prostorů TS stanice Pardubice. Jednotlivé prostory byly pro přehlednost pojmenovány podle názvů uvedených v projektové dokumentaci k jednotlivým provozním prostorům.

Dále byly pro vyhodnocení kontaminace ovzduší při běžném provozu vybrány dva prostory s odlišným určením, a to kancelář na krajském ředitelství HZS Pardubického kraje a garáž pro výjezdovou techniku na stanici Pardubice. Výzkum provedený v těchto prostorech slouží k zjištění míry kontaminace vnitřního ovzduší mimo provozní prostory CHS a TS HZS Pardubického kraje

Tabulka 3: Vybrané provozní prostory CHS a TS HZS Pardubického kraje

Stanice	Místnost	Prostory dle hodnotících parametrů
Pardubice	Dílna čistá CHS	Prostory s nejvyšší četností použití dýchacích přístrojů
Pardubice	Dílna mokrá CHS	Prostory s nejvyšší četností použití dýchacích přístrojů
Chrudim	Dílna kompletovací CHS	Prostory s druhou nejvyšší četností použití dýchacích přístrojů
Chrudim	Dílna na měření CHS	Prostory s druhou nejvyšší četností použití dýchacích přístrojů
Svitavy	Dílna mokrá CHS	Nejstarší provozní prostory na stanicích typu C1 a C3
Svitavy	Dílna čistá CHS	Nejstarší provozní prostory na stanicích typu C1 a C3
Přelouč	Dílna CHS	Nejnovější provozní prostory
Holice	Dílna CHS	Provozní prostory s nejmenší užitnou plochou
Pardubice	Dílna TS	Provozní prostory TS
Pardubice	Sklad TS	Provozní prostory TS
Pardubice	Údržba OOP TS	Provozní prostory TS
Pardubice	Kancelář	Ostatní prostory
Pardubice	Garáž pro požární techniku	Ostatní prostory

Zdroj: Vlastní výzkum

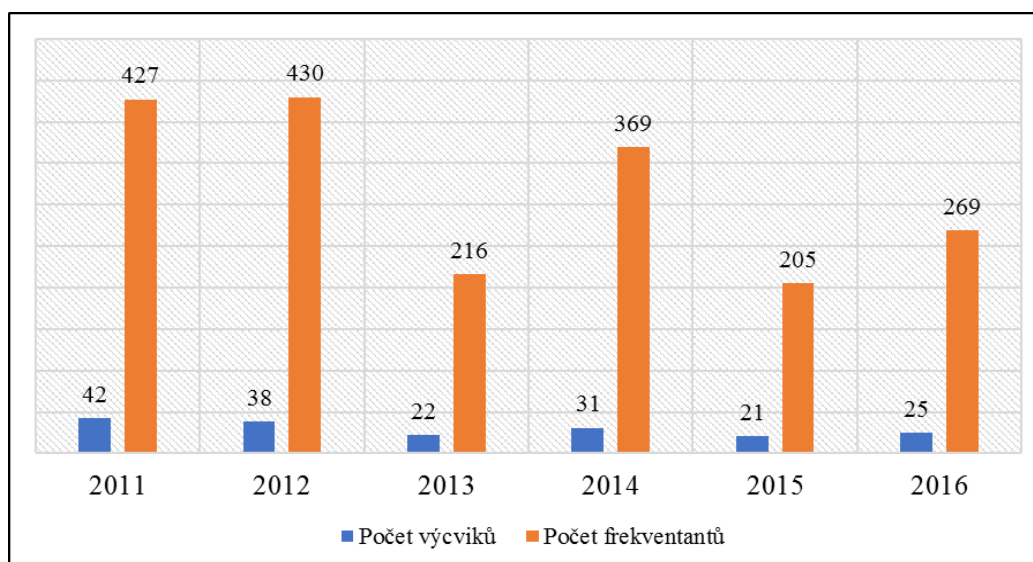
Celkově bylo pro vyhodnocení kontaminace ovzduší při běžném provozu vybráno podle tabulky 3 celkem 13 prostorů na 5 stanicích HZS Pardubického kraje a krajském ředitelství HZS Pardubického kraje.

### ***3.1.2 Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů – výběr provozních prostor***

Jako ideální pro provedení simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů se nabízelo výcvikové zařízení simulující reálné podmínky požáru, tzv. „flashover kontejner“ (dále jen „flashover kontejner“), který je umístěn v prostoru hasičského stadionu v Drábech ve Vysokém Mýtě, a provozní prostory CHS stanice typu P1 –

Vysoké Mýto. V současné době HZS ČR disponuje 6 flashover kontejnery, a to v Hamrech u Prostějova, Vysokém Mýtě, školním a výcvikovým zařízení HZS ČR v Brně, Havlíčkově Brodě, Zbirohu a Raspenavě. Ve Vysokém Mýtě je první výcviková úroveň – tzv. „základní“. Výcvik ve flashover kontejneru Vysoké Mýto probíhá na pracovištích sestavených ze standardních ISO kontejnerů, v nichž se spaluje dřevo. Výcvikové zařízení disponuje vlastními dýchacími přístroji, přilbami a tzv. převlečníky pro omezení poškození zásahových OOP při výcviku. Flashover kontejner ve Vysokém Mýtě byl dokončen na konci listopadu roku 2010 a slouží především k výcviku příslušníků HZS a členů JSDH v Pardubickém kraji. Zařízení využívají pro výcvik také příslušníci a členové JPO Královéhradeckého kraje. Počet provedených výcviků a počet frekventantů, kteří prošli výcvikovým zařízením od roku 2011 do roku 2016, je uveden na obrázku 6.

Zajišťování provozuschopnosti dýchacích přístrojů se provádí mimo výcvikový areál, a to v provozních prostorech CHS stanice typu P1 – Vysoké Mýto. Vzdálenost mezi výcvikovým zařízením a stanicí je zhruba 2,5 km. V bezprostřední blízkosti provozních prostorů CHS je oddělená hygienická smyčka určená k očištění hasičů po výcviku. Provozní prostory CHS stanice Vysoké Mýto jsou standardní a odpovídají zhruba užitečnou plochou a technickým vybavením provozním prostorům CHS na stanicích HZS Pardubického kraje typu P1.



Obr. 6: Počet výcviků a frekventantů ve „flashover kontejneru“ Vysoké Mýto za roky 2011–2016

Zdroj: Vlastní výzkum

Při součtu počtu frekventantů uvedených na obrázku 6, kteří prošli výcvikovým zařízením, a počtu použitých dýchacích přístrojů za hodnocené období uvedených na obrázku 5 je patrné, že v provozních prostorech CHS stanice Vysoké Mýto se zajišťuje provozuschopnost největšího počtu kontaminovaných dýchacích přístrojů ze všech provozních prostorů CHS na stanicích HZS Pardubického kraje.

### ***3.1.3 Simulace požárního zásahu a provedení kontaminace ovzduší provozních prostorů***

Po výběru provozních prostorů byly vypracovány dva scénáře kontaminace ovzduší prostorů CHS na stanici Vysoké Mýto. Při prvním scénáři byly provozní prostory kontaminovány dýchacími přístroji (včetně tlakových lahví a obličejových masek) a některými součástmi zásahových OOP. Při druhém scénáři byly provozní prostory kontaminovány pouze dýchacími přístroji včetně záložních tlakových lahví a obličejových masek. Zásahové OOP mají v porovnání s dýchacími přístroji velkou adsorpční plochu a tím může ve vnitřních prostorech docházet k většímu uvolňování NCHL. Výsledky tedy mohly přinést zajímavé porovnání.

#### **Scénář číslo 1 – 16. 3. 2017**

Prostředky byly kontaminovány při výcviku 5 hasičů v aktivovaném flashover kontejneru. Doba vstupu do zařízení byla zhruba 30 minut, což odpovídá tzv. „ochranné době“ dýchacího přístroje (příloha 1). Hořlavé látky umístěné ve spalovací peci flashover kontejneru tvořily dřevěné palety, zbytky dřevěného nábytku a papírové kartony (příloha 1).

Kontaminované prostředky byly v prostorách CHS rozmístěny zhruba 45 minut od ukončení výcviku. Jednalo se o následující (příloha 2):

- 5 ks dýchacích přístrojů (včetně tlakových lahví s nomexovým ochranným obalem),
- 5 ks obličejových masek,
- 5 ks zásahových oděvů I. včetně kukel a zásahových rukavic,
- 5 párů zásahové obuvi.

## **Scénář číslo 2 – 16. 5. 2017**

Kontaminace prostředků byla prováděna při standardním výcviku ve flashover kontejneru. Výcviku se účastnilo 14 hasičů + 4 instruktoři. Hasiči během výcviku prováděli nácvik vstupu do uzavřeného objektu zasaženého požárem a pohybu v něm a procvičovali správnou manipulaci s proudnicí (příloha 1). Během výcviku každý z hasičů provedl několik vstupů s různým časovým trváním. Hořlavé látky umístěné ve spalovací peci flashover kontejneru tvořily stejně jako při prvním scénáři dřevěné palety, zbytky dřevěného nábytku a papírové kartony (příloha 1).

Kontaminované prostředky byly v prostorách rozmístěny zhruba 50 minut od ukončení výcviku. V prostorách CHS bylo rozmístěno (příloha 2):

- 11 ks dýchacích přístrojů (bez tlakových lahví),
- 18 ks tlakových lahví (bez nomexového ochranného obalu),
- 15 ks ochranných masek.

### **3.2 Postup při odběru vzorků z ovzduší**

Pro objektivitu výzkumu byly při odběru vzorků ovzduší zaznamenány některé skutečnosti, které mohly ovlivnit odběr vzorků a tím i konečný výsledek. Proto byl vypracován u všech zkoumaných prostorů záznam informací o měřeném prostoru, který je součástí příloh 8 až 19. V záznamu jsou uvedeny následující informace:

- údaje o situačním řešení místnosti,
- stavební a technická vybavenost místnosti,
- opravy a technické změny,
- podmínky v místnosti,
- prostředí okolo budov.

Dále byly u všech zkoumaných prostorů zaznamenávány aktuální podmínky během odběru vzorků:

- teplota (vnitřní a venkovní),
- vzdušná vlhkost (vnitřní a venkovní),
- venkovní klimatické podmínky během odběru (sníh nebo déšť),
- počet osob ve zkoumané místnosti,
- větrání v místnosti (otevírání dveří nebo oken),

- zda byla místnost vytápěna nebo klimatizována,
- kdy byly naposledy před odběrem vzorku v provozních prostorech udržovány kontaminované prostředky.

Teplota a vzdušná vlhkost byly zaznamenávány teploměrem s vlhkoměrem.

Umístění odběrového systému ve zkoumaných prostorech probíhalo souladu s doporučením technické normy ČSN EN ISO 16000–1 Vnitřní ovzduší – Část 1: Obecná východiska pro odběr vzorků (dále jen „ČSN ISO 16000-1“) Tato norma doporučuje v malých prostorech – do 60 m<sup>2</sup> – umístit odběrovou soupravu v místnosti nejméně 1 metr od zdi a ve výšce minimálně 1 metr nad podlahou v tzv. dýchací zóně. Všechny prostory, kde se uskutečnil odběr vzorků, měly plochu menší než 60 m<sup>2</sup> (Český normalizační úřad, 2007a).

U dílčího cíle kontaminace ovzduší při běžném provozu se předpokládala nízká expozice vnitřního ovzduší, proto dle doporučení ČSN EN ISO 16000–1 byl proveden odběr vzorku venkovního ovzduší prostoru stanice, a to bezprostředně po ukončení odběru v provozních prostorech. Mezi vnitřním a vnějším ovzduším dochází k neustálému transportu látek, a to jak infiltrací (netěsnosti), tak přímým větráním. Navíc mají hodnocené NCHL často zdroje i ve venkovním ovzduší, což může způsobovat problémy při interpretaci naměřených hodnot. Řešením je souběžné měření kvality venkovního ovzduší, kdy je kontrolní vzorek odebírán v blízkosti budovy, a to ne blíže než 1 metr a ne dále než 100 metrů (Český normalizační úřad, 2007a).

Pro odběr vzorků z ovzduší byl zvolen (příloha 3):

- odběr vzorků ovzduší odběrovým čerpadlem na adsorpční trubičky Tenax (dále jen „trubičky Tenax“),
- odběr vzorků ovzduší odběrovým čerpadlem do odběrového vaku.

### **3.2.1 Kontaminace ovzduší při běžném provozu – postup odběrů vzorků**

Pro naplnění dílčího cíle byla zvolena metoda odběru vzorků ovzduší prosáváním trubiček Tenax pomocí odběrového čerpadla:

Použité odběrové zařízení:

- odběrové čerpadlo GilAir plus (výrobní číslo S/N 20161020247, rok výroby 2016) od společnosti Sensidyne, USA,
- adsorpční trubičky Markes Stainless steel TD tubes plněné sorbentem Tenax, od firmy Markes, USA.

Postup odběru byl prováděn v souladu s přílohou č. 20 – Metodika odběru vzorků – vzorkování vzduchu Řádu CHS (dále jen „metodika odběru dle Řádu CHS“). V místech o velmi nízké koncentraci látek je nejvyšší citlivosti odběru dosahováno při nízkých hodnotách průtoku (kolem 0,5 l/min) a době prosávání 20 minut (MV-GŘ HZS ČR, 2017). Do každé trubičky bylo dle výše zmíněné metodiky prosáto celkově 10 l vzduchu.

Bezprostředně po měření byly trubičky zazátkovány a uzavřeny do skleněné nádoby, aby se minimalizovalo riziko kontaminace a znehodnocení vzorku. Následně byly vzorky uloženy do lednice a druhý den po odběru byly převezeny do chemické laboratoře Institutu na analýzu.

Celý odběrový systém byl umístěn na hliníkovém žebříku. Trubička, do které byly odebírány vzorky, byla umístěna ve výšce 1,6 metru (dýchací zóna) (příloha 3).

V každém ze zkoumaných provozních prostorů proběhly celkem dva odběry vzorků a jeden odběr vzorků se konal v prostorech s odlišným určením (kancelář, garáž pro požární techniku). Dále byly na každé ze stanic, v nichž se nacházely vybrané provozní prostory, provedeny dva odběry vzorků venkovního ovzduší. Celkově bylo v rámci výzkumu kontaminace ovzduší za běžného provozu provedeno 34 odběrů vzorků na trubičky Tenax, z toho bylo 24 odběrů provedeno ve vnitřním prostředí a 10 ve venkovním.

### ***3.2.2 Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů – postup odběru vzorků***

Pro výzkum kontaminovaných provozních prostorů byla zvolena metoda odběru vzorků ovzduší prosáváním trubiček Tenax pomocí odběrového čerpadla a odběr vzorků ovzduší do odběrových vaků.

Použité odběrové zařízení:

- odběrové čerpadlo GilAir plus (výrobní číslo S/N 20161020247, rok výroby 2016) od společnosti Sensidyne, USA,
- adsorpční trubičky Markes Stainless steel TD tubes plněné sorbentem Tenax, od firmy Markes, USA,
- odběrové vaky z fluoroplastu Tedlar o objemu 5 l od společnosti SKC, USA.

U kontaminovaných prostor se předpokládalo, že se bude odběr vzorků vnitřního ovzduší provádět ve znečištěném prostředí a mohou se zde vyskytovat vyšší koncentrace různých NCHL. Při aktivním prosávání vyšších koncentrací plynů může

dojít k přehlcení trubičky Tenax a tím ke znehodnocení odebraného vzorku. Proto byl pro na trubičky Tenax zvolen odlišný postup odběru než v případě odběru vzorků ovzduší v cíleně nekontaminovaných provozních prostorech. Byl zachován průtok 0,5 l/minutu, ale snížila se doba prosávání. Pro účely výzkumu byl zvolen následující postup:

### **Odběr vzorků na trubičky Tenax**

Při prvním odběru vzorků 16. 3. 2017 na trubičky Tenax se postupovalo následovně: nejdříve byl v prostoru bez kontaminovaných prostředků odebrán vzorek ovzduší na jednu trubičku Tenax, a to dle postupu uvedeného v metodice odběru dle Řádu CHS, tj. 0,5 l/minutu po dobu 20 minut.

Po uložení kontaminovaných prostředků do prostorů CHS a po ustálení vnitřního ovzduší byl zahájen odběr:

- na jednu trubičku Tenax 0,5 l/minutu po dobu 4 minut,
- na jednu trubičku Tenax 0,5 l/minutu po dobu 10 minut,
- dále byl proveden na jednu trubičku Tenax pasivní odběr po dobu 25 minut.

Celkem byly při prvním odběru vzorků dne 16. 3. 2017 odebrány 4 vzorky na trubičky Tenax.

Při druhém odběru vzorků 16. 5. 2017 byl postup odběru upraven, a to na základě zkušeností s odběrem a analýzou vzorků z prvního pokusu. Odběr proběhl následujícím způsobem:

- nejdříve byl v prostoru bez kontaminovaných prostředků odebrán vzorek ovzduší na jednu trubičku Tenax podle postupu uvedeného v metodice odběru dle Řádu CHS, a to 0,5 l/minutu po dobu 20 minut.

Po uložení kontaminovaných prostředků do prostorů CHS a po ustálení vnitřního ovzduší byl zahájen odběr:

- na dvě trubičky Tenax 0,5 l/minutu po dobu 10 minut,
- na jednu trubičku Tenax 0,5 l/minutu po dobu 5 minut.

Celkem byly při druhém odběru vzorků dne 16. 5. 2017 odebrány opět 4 vzorky na trubičky Tenax.

Bezprostředně po odběrech byly trubičky zazátkovány a uzavřeny do skleněné nádoby, aby se minimalizovalo riziko kontaminace a znehodnocení vzorku. Vzorky byly po odběru převezeny k analýze do chemické laboratoře Institutu.



U odebraných vzorků na trubičky Tenax se porovnály výsledky jejich identifikace před uložením kontaminovaných prostředků do prostorů CHS a následně se provedla analýza odebraných vzorků z kontaminovaného prostoru. Na základě porovnání výsledků byly stanoveny NCHL, které byly do prostorů CHS „zavlečeny“.

### **Odběr vzorků do odběrového vaku**

V kontaminovaných provozních prostorech CHS stanice Vysoké Mýto byl dále proveden odběr vzorků do odběrového vaku o objemu 5 l. Odběr vzorků proběhl pomocí odběrového čerpadla dle postupu uvedeného v metodice odběru dle Řádu CHS, a to 2 l/minutu po dobu 2,5 minuty. V každém termínu byl proveden jeden odběr do odběrového vaku.

Po odběrech byly vzorky převezeny k analýze do chemické laboratoře Institutu.

## **3.3 Laboratorní analýza**

### **3.3.1 Trubičky Tenax – analýza vzorků**

Použité laboratorní zařízení (příloha 4):

- Termodesorber TD 100 (výrobní číslo GB00K-10191) od firmy Markes, USA.
- Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem GC/MSD 7890/5975 C (výrobní číslo CN11391046/US11384708) od firmy Agilent Technologies, USA.
- Softwar GC MSD Data Analysis k identifikaci látek.

Trubičky Tenax slouží k záchytu VOC v ovzduší. Tenax patří mezi syntetické sorbenty, které jsou v současné době pro odběr vzorků z ovzduší hojně používány. Tenax je chemicky poly-2,6-difenyl-pfenylenoxid se specifickým povrchem 19 až 30 m<sup>2</sup>/g. Jedná se o mimořádně vhodný sorbent na nejvýznamnější VOC typu alkanů, aromatických uhlovodíků a chlorovaných uhlovodíků, a to jak z hlediska sorpce s ovzduší tak z hlediska následné tepelné desorpce (Čapoun et al., 2011). Zvolená metoda byla výhodná pro svoji (Čapoun a Krykorková, 2008):

- jednoduchou manipulaci a přepravu,
- možnost koncentrování analyzované složky,
- možnost získání analyzované složky v původním stavu, tzn. bez chemické přeměny.

Analýza odebraných vzorků ovzduší z trubiček Tenax byla provedena v chemické laboratoři Institutu dle platného Standardního operačního postupu SOP IO3 – Identifikace látek metodou GC/MS z roku 2015 (dále jen „SOP IO3“). SOP IO3 specifikuje postup pro identifikaci neznámých organických plynů, par, kapalin a pevných látek ve vzduchu, půdě, vodě aj. chemickou laboratoří Institutu pomocí plynového chromatografu s hmotnostním detektorem (Čapoun a Krykorková, 2015).

V termodesorpčním zařízení dochází k desorpci látek zachycených na syntetickém sorbentu Tenax a dále k jejich separaci na chromatografické koloně. Software plynového chromatografu s hmotnostním detektorem porovnává naměřená hmotnostní spektra analyzovaných látek se spektry uloženými v knihovněch a provede identifikaci neznámých organických látek ve vzorku (Čapoun, et al., 2011). U identifikovaných látek ve vzorcích byl proveden odhad koncentrací v ovzduší na základě odečtené plochy chromatografického píku. Jedná se tedy o semikvantitativní stanovení látek v ovzduší. (Čapoun a Krykorková, 2008). Mez stanovitelnosti uvedeného postupu je koncentrace zhruba 1 a 2 ppm.

### **3.3.2 Odběrové vaky – analýza vzorků**

Použité laboratorní zařízení (příloha 4):

- Multikomponentní plynový FTIR analyzátor Gaset DX-4000 (výrobní číslo 04611).

Analýza odebraných vzorků ovzduší do odběrových vaků byla provedena v chemické laboratoři Institutu dle platného Standardního operačního postupu SOP P06 – Analýza plynů a par v ovzduší multikomponentním plynovým FTIR analyzátozem Gaset DX-4000 (dále jen „SOP P03“) z roku 2005. SOP P03 specifikuje postup pro identifikaci a stanovení plynů a par v ovzduší chemickou laboratoří Institutu pomocí multikomponentního plynového FTIR analyzátoru Gaset DX-4000 (dále jen Gaset DX-4000). Gaset DX-4000 od firmy Temet Instruments Oy je přenosný infračervený spektrometr s Fourierovou transformací, který je určen k identifikaci a stanovení plynů a par ve směsích. Přístroj nasaje vzorek vzduchu do plynové kyvety, ve které je změřeno její infračervené spektrum. Činnost analyzátoru, jeho kontrola a vyhodnocování naměřených dat jsou plně řízeny a prováděny externím PC pomocí software CALCMET. Software na základě tvaru spektra a plochy píků a jejich

porovnáním se spektry uloženými v knihovnách spekter provede identifikaci plynů a par přítomných ve vzorku a výpočet jejich koncentrace (Čapoun a Krykorková, 2005).

Pracovní rozsah postupu je různý pro jednotlivé analyzované látky a závisí na citlivosti metody infračervené spektrometrie na příslušné plyny a páry. Minimální koncentrace plynů a par v ovzduší, které ještě lze stanovit, činí (Čapoun a Krykorková, 2005):

- pro plynné anorganické škodliviny zahrnující oxid uhelnatý, oxidy síry, oxidy dusíku, amoniak, halogenvodíky, kyanovodík, fosgen, sirouhlík: 2 ppm,
- pro ostatní organické plyny a páry: 4 ppm.

## 4 VÝSLEDKY

Cílem diplomové práce je vyhodnocení kontaminace chemickými látkami vybraných provozních prostorů na požárních stanicích HZS Pardubického kraje. Výsledky zjištěné postupem uvedeným v metodice práce budou v následujících kapitolách uvedeny dle stanovených dílčích cílů:

### 4.1 *Kontaminace ovzduší při běžném provozu*

V rámci výzkumu bylo ve vybraných provozních prostorech provedeno celkem 34 odběrů vzorků na trubičky Tenax, a to v provozních prostorech stanic HZS Pardubického kraje – Pardubice, Chrudim, Svitavy, Přelouč a Holice, v kanceláři krajského ředitelství HZS Pardubického kraje a garáži pro požární techniku stanice Pardubice. Z toho bylo celkem:

- 10 vzorků odebráno z venkovního ovzduší,
- 24 vzorků odebráno z vnitřního ovzduší.

Výsledky jsou uvedeny u hodnocených prostorů a ve venkovním ovzduší podle:

- identifikovaných VOC v odhadnuté koncentraci větší jak 1 ppm,
- identifikovaných VOC v odhadnuté koncentraci menší jak 1 ppm (stopové množství).

Celkový počet odběrů a podrobnosti o číslu vzorku, datu a čase odběru a místě jeho provedení jsou uvedeny v tabulce 4, kde je také záznam o teplotě, vzdušné vlhkosti, venkovní klimatické podmínky, které mohly také významným způsobem ovlivnit odběr vzorků především ve venkovním prostředí.

Tabulka 4 sloužila jako průvodka vzorku pro chemickou laboratoř Institutu. Čísla vzorků uvedená v tabulce korespondují s jejich označením uvedeným v protokolech o zkoušce č. 522 a č. 523, které vypracovala chemická laboratoř Institutu k tomuto dílčímu cíli. Protokoly jsou součástí přílohy 5.

Tabulka 4: Odebrané vzorky ve vybraných prostorech HZS Pardubického kraje

Číslo vzorku	Datum	Čas měření	Stanice	Místnost	Vnitřní / vnější ovzduší	Teplota C°	Vlhkost %	Klimatické podmínky
1	1.2.2017	9:05 - 9:25	Pardubice	Dílna čistá CHS	Vnitřní	21	35	snh
2	1.2.2017	9:30 - 9:50	Pardubice	Dílna mokrá CHS	Vnitřní	20,5	31	snh
3	1.2.2017	9:55 - 10:15	Pardubice		Venkovní ovzduší	-3,2	68	snh
4	1.2.2017	10:30 - 10:50	Pardubice	Dílna TS	Vnitřní	21,2	38	snh
5	1.2.2017	11:50 - 12:10	Pardubice	Skład TS	Vnitřní	25,3	35	snh
6	1.2.2017	12:15 - 12:35	Pardubice	Údržba OOP TS	Vnitřní	22,1	36	snh
7	2.2.2017	10:20 - 10:40	Holice	Dílna CHS	Vnitřní	14,4	41	snh
8	2.2.2017	10:42 - 11:02	Holice		Venkovní ovzduší	1,7	69	snh
9	6.2.2017	8:15 - 8:35	Chrudim	Dílna kompletovací CHS	Vnitřní	21	45	snh
10	6.2.2017	8:40 - 9:00	Chrudim	Dílna na měření CHS	Vnitřní	25	52	snh
11	6.2.2017	9:05 - 9:25	Chrudim		Venkovní ovzduší	7	56	snh
12	14.2.2017	9:30 - 9:50	Svitavy	Dílna mokrá CHS	Vnitřní	19,8	42	snh
13	14.2.2017	10:00 - 10:20	Svitavy	Dílna čistá CHS	Vnitřní	19,3	41	snh
14	14.2.2017	10:22 - 10:42	Svitavy		Venkovní ovzduší	1,5	44	snh
15	15.2.2017	9:35 - 9:55	Přelouč	Dílna CHS	Vnitřní	21,5	27	snh
16	15.2.2017	10:00 - 10:20	Přelouč		Venkovní ovzduší	15,2	44	snh
17	7.3.2017	7:20 - 7:40	Chrudim	Dílna kompletovací CHS	Vnitřní	20,7	47	děšť
18	7.3.2017	7:45 - 8:05	Chrudim	Dílna na měření CHS	Vnitřní	22,4	45	děšť
19	7.3.2017	8:10 - 8:30	Chrudim		Venkovní ovzduší	7,2	62	děšť
20	7.3.2017	9:40 - 10:00	Svitavy	Dílna čistá CHS	Vnitřní	18,3	46	
21	7.3.2017	10:05 - 10:25	Svitavy	Dílna mokrá CHS	Vnitřní	19,7	65	
22	7.3.2017	10:26 - 10:46	Svitavy		Venkovní ovzduší	7,3	44	
23	7.3.2017	12:05 - 12:25	Holice	Dílna CHS	Vnitřní	19,9	47	děšť
24	7.3.2017	12:30 - 12:50	Holice		Venkovní ovzduší	7	56	děšť
25	8.3.2017	9:10 - 9:30	Přelouč	Dílna CHS	Vnitřní	22,5	34	
26	8.3.2017	9:35 - 9:55	Přelouč		Venkovní ovzduší	6,4	43	
27	9.3.2017	7:35 - 7:55	Pardubice	Garáž pro požární techniku	Vnitřní	18,9	42	
28	9.3.2017	8:20 - 8:40	Pardubice	Dílna čistá CHS	Vnitřní	20,5	39	
29	9.3.2017	8:45 - 9:05	Pardubice	Dílna mokrá CHS	Vnitřní	20,1	40	
30	9.3.2017	9:10 - 9:30	Pardubice		Venkovní ovzduší	9,2	58	
31	9.3.2017	15:25 - 15:45	Pardubice	Kancelář - krajské ředitelství	Vnitřní	20,8	38	
32	15.3.2017	15:25 - 15:45	Pardubice	Dílna TS	Vnitřní	20,5	42	
33	15.3.2017	15:50 - 16:10	Pardubice	Skład TS	Vnitřní	23,4	38	
34	15.3.2017	16:15 - 16:35	Pardubice	Údržba OOP TS	Vnitřní	21,5	40	

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.1.1 Stanice Pardubice

V roce 1995 bylo rozhodnuto o výstavbě nové moderní stanice na místě stávající z roku 1952, spočívající v demolici původního objektu garáží a dílen a výstavbě nových

garáží a dále rekonstrukce ostatních objektů. Stanice Pardubice byla uvedena do provozu v roce 1998 (HZS ČR, 2017d).

V prosinci roku 2008 byla provedena celková rekonstrukce provozních prostorů CHS. Jejich další rekonstrukce se uskutečnila v roce 2014, kdy byla položena nová podlaha v čisté dílně, skladu prostředků a skladu hasiv. Dále došlo k úpravě vysokotlakých rozvodů vzduchu a přemístění přečerpávacího kyslíkového zařízení do nově vybudované místnosti. V roce 2016 došlo k vybavení prostorů CHS novým kompresorem a systémem plnění tlakových lahví. Prostory CHS stanice Pardubice tvoří mokrá dílna, čistá dílna, sklady, kompresorovna a místo pro plnění kyslíkových TL. Součástí komplexu prostorů CHS je sklad hasiv, sorbetů a některých prostředků, které mají samostatný vstup.

Provozní prostory TS na stanici Pardubice byly vybudovány v roce 2015 ve sklepních prostorech stanice, kde byla původně tzv. hadicová dílna a sklady. Tvoří je dílna, sklad hadic, sklad pro OOP a prostředky a místnost pro údržbu OOP, kde je umístěna průmyslová pračka a sušička.

Odběr vzorků z ovzduší prostorů CHS se realizoval v mokré dílně CHS a čisté dílně CHS. Odběr vzorků z ovzduší prostorů TS proběhl v dílně TS, skladu OOP a místnosti pro údržbu OOP. Odběr vzorků z venkovního ovzduší proběhl před vchodem do dílny CHS.

V provozních prostorech CHS a TS stanice Pardubice se uskutečnily dva odběry, a to 1. 2. 2017 a 9. 3. 2017.

- Před prvním odběrem vzorků 1. 2. 2017 proběhlo poslední použití dýchacích přístrojů u požárního zásahu 23. 1. 2017.
- Před druhým odběrem vzorků 9. 3. 2017 proběhlo poslední použití dýchacích přístrojů u požárního zásahu 4. 3. 2017.

### **Dílna čistá CHS stanice Pardubice**

Odběrový systém byl umístěn 160 cm od nejbližší stěny (příloha 20). V místnosti byla během prvního odběru 1. 2. 2017 jedna osoba a během druhého odběru 9. 3. 2017 dvě osoby. Místnost byla vytápěna radiátory a venkovní okna byla uzavřená. V místnosti se v obou termínech nevětralo minimálně hodinu před prováděným odběrem. Záznam informací o čisté dílně CHS stanice Pardubice je součástí přílohy 8.

V tabulce 5 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší čisté dílny CHS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 5: Výsledky identifikace VOC v čisté dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 1.		Odběr 2. - 9.3.2017 Číslo vzorku 28.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	2	toluen	6
isopropylalkohol	4	xyleny	7
		ethylbenzen	2

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 6 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší čisté dílny CHS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 6: Výsledky identifikace VOC v čisté dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 3.	Odběr 2. - 9.3.2017 Číslo vzorku 30.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
xyleny, ethylbenzen, styren	ethanthiol

Zdroj: Vlastní výzkum

### Dílna mokrá CHS stanice Pardubice

Odběrový systém byl umístěn 170 cm od nejbližší stěny (příloha 20). V místnosti byla během prvního i druhého odběru 1. 2. 2017 a 9. 3. 2017 jedna osoba. Místnost byla vytápěna radiátory a venkovní okna byla zavřená. V místnosti se v obou termínech nevětralo minimálně hodinu před prováděným odběrem vzorku. Součástí dílny jsou 2 ventilátory, které byly během odběru vypnuty. Záznam informací o mokré dílně CHS stanice Pardubice je součástí přílohy 9.

V tabulce 7 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší mokré dílny CHS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 7: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 2.		Odběr 2. - 9.3.2017 Číslo vzorku 29.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	3	alkylbenzeny C3	2
isopropylalkohol	5		

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 8 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší mokré dílny CHS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 8: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 2.	Odběr 2. - 9.3.2017 Číslo vzorku 29.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
ethanol, ethylacetát, benzen	kyselina octová, xyleny, pentadien, benzen, hexan

Zdroj: Vlastní výzkum

### Dílna TS stanice Pardubice

Odběrový systém byl umístěn 180 cm od nejbližší stěny (příloha 20). V místnosti byly během prvního odběru 1. 2. 2017 tři osoby a během druhého 15. 3. 2017 jedna osoba. Během obou odběrů byla místnost vytápěna radiátory a byla zavřená venkovní okna. V místnosti se v obou termínech nevětralo minimálně hodinu před prováděným odběrem vzorku. Záznam informací o dílně TS stanice Pardubice je součástí přílohy 10.

V tabulce 9 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny TS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.



Tabulka 9: Výsledky identifikace VOC v dílně TS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 4.		Odběr 2. - 15.3.2017 Číslo vzorku 32.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	2	ethanol	13

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 10 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny TS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 10: Výsledky identifikace VOC v dílně TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 4.	Odběr 2. - 15.3.2017 Číslo vzorku 32.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
isopropylalkohol, benzen, isobuten	benzen, kyselina octová, ethylacetát

Zdroj: Vlastní výzkum

### Sklad TS stanice Pardubice

Odběrový systém byl umístěn 100 cm od nejbližší stěny (příloha 20). V místnosti byla během prvního i druhého odběru 1. 2. 2017 a 15. 3. 2017 jedna osoba. Místnost je umístěna ve sklepních prostorech, není vytápěna ani není vybavena radiátory. Záznam informací o skladu TS stanice Pardubice je součástí přílohy 11.

V tabulce 11 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší skladu TS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 11: Výsledky identifikace VOC ve skladu TS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 2. - 1.2.2017 Číslo vzorku 5.		Odběr 2. - 15.3.2017 Číslo vzorku 33.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	2	ethanol	7

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 12 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší skladu TS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 12: Výsledky identifikace VOC ve skladu TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 5.	Odběr 2. - 15.3.2017 Číslo vzorku 33.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
alifatické uhlovodíky C4 - C7, benzen	kyselina octová, dimethylhydrazin

Zdroj: Vlastní výzkum

### Údržba OOP TS stanice Pardubice

Odběrový systém byl umístěn 130 cm od nejbližší stěny (příloha 20). V místnosti byla během prvního i druhého odběru 1. 2. 2017 a 15. 3. 2017 jedna osoba. V průběhu obou odběrů byla místnost vytápěna radiátory a byla zavřená venkovní okna. V místnosti se v obou termínech nevětralo minimálně hodinu před prováděným odběrem vzorku. Poslední praní zásahových OOP proběhlo u prvního odběru 5 dny před odběrem. U druhého odběru to byly 4 dny. V obou případech se jednalo o nekontaminované prostředky. Součástí místnosti je ventilátor pro odvětrávání místnosti, který byl během měření vypnut. Záznam informací o místnosti údržby OOP TS stanice Pardubice je součástí přílohy 12.

V tabulce 13 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší místnosti pro údržbu OOP TS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 13: Výsledky identifikace VOC v místnosti pro údržbu OOP TS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 6.		Odběr 2. - 15.3.2017 Číslo vzorku 33.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	1	ethanol	10
		a-pinen	1

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 14 jsou uvedeny VOC identifikované v místnosti pro údržbu OOP TS stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 14: Výsledky identifikace VOC v místnosti pro údržbu OOP TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 6.	Odběr 2. - 15.3.2017 Číslo vzorku 34.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
alifatické uhlovodíky C4 - C7, benzen	kyselina octová

Zdroj: Vlastní výzkum

### Venkovní ovzduší stanice Pardubice

Ve venkovním prostředí stanice Pardubice proběhly 2 odběry, a to 1. 2. 2017 a 9. 3. 2017. Odběrový systém byl umístěn ve vzdálenosti 350 cm od vchodu do provozních prostorů CHS stanice Pardubice. Klimatické podmínky v době odběrů jsou uvedeny v tabulce 4. V odebraných vzorcích ovzduší byly podle tabulky 15 identifikovány VOC pouze v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 15: Výsledky identifikace VOC venkovního ovzduší stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 1.2.2017 Číslo vzorku 3.	Odběr 2. - 9.3.2017 Číslo vzorku 30.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
xyleny, ethylbenzen, styren	ethanol

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.1.2 Stanice Chrudim

Stanice tehdejšího veřejného požárního útvaru byla zřízena v roce 1970 v budově zbrojnice sboru dobrovolných hasičů. Pro nedostatek garážových a služebních prostorů probíhala v letech 1973 až 1974 přístavba tří garáží a kanceláří nad nimi. V roce 1977 byla v návaznosti na přidělení techniky a zvýšení početních stavů příslušníků zahájena rekonstrukce a rozšíření stanice. Protože se jednalo o akci většího rozsahu, byla rozdělena na dvě samostatné etapy. V první šlo o zbourání původních garáží a výstavbu nových, vybudování prostorů pro veřejný požární útvar a spojovacího článku mezi novou a starou budovou. Stavba I. etapy byla ukončena v prosinci 1982. V roce 1983 byla zahájena příprava na II. etapu výstavby, do níž bylo zahrnuto vybudování nových prostorů pro plynovou kotelnu. Tato akce byla ukončena kolaudací na konci roku 1984. V roce 1998 byla zahájena postupná rekonstrukce stávající stanice (HZS ČR, 2017c). V roce 2008 byly ke stanici přistavěny nové provozní prostory CHS, jež tvoří 3 místnosti, a to kompletovací dílna, dílna na měření a mokrá dílna. Součástí komplexu prostorů CHS je kompresorovna a sklad CHS, které mají samostatné vchody z venkovní části budovy. Odběr vzorků probíhal v kompletovací dílně a dílně na měření. Odběry z venkovního ovzduší proběhly před venkovním vchodem do prostorů CHS. V provozních prostorech CHS stanice Chrudim proběhly dva odběry vzorků, a to 6. 2. 2017 a 7. 3. 2017:

- Před prvním odběrem vzorků 6. 2. 2017 byly dýchací přístroje naposledy použity u požárního zásahu 1. 2. 2017.
- Před druhým odběrem vzorků 7. 3. 2017 byly použity dýchací přístroje naposledy u požárního zásahu 4. 3. 2017.

## Dílňa kompletovací CHS stanice Chrudim

Odběrový systém byl umístěn 130 cm od nejbližší stěny (příloha 21). V místnosti byly během prvního odběru 6. 2. 2017 tři osoby a během druhého odběru 7. 3. 2017 dvě osoby. Během obou odběrů byla místnost vytápěna radiátory, byla zavřená venkovní okna a v obou termínech se nevětralo minimálně hodinu před prováděným odběrem vzorku. V místnosti se během odběru otvíraly vnitřní dveře. Záznam informací o kompletovací dílně CHS stanice Chrudim je součástí přílohy 13.

V tabulce 16 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší kompletovací dílny CHS stanice Chrudim v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 16: Výsledky identifikace VOC v dílně kompletovací CHS stanice Chrudim – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 6.2.2017 Číslo vzorku 9.		Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 17.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	4	toluen	3
benzen	2	benzen	1
isopropylalkohol	3		

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 17 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny kompletovací CHS stanice Chrudim v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 17: Výsledky identifikace VOC v dílně TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 6.2.2017 Číslo vzorku 9.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 17.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
alifatické uhlovodíky C6 - C7, cyklohexan, tetrachlorethylen	alifatické a cyklické uhlovodíky C5 - C7

Zdroj: Vlastní výzkum

## Dílňa na měření CHS stanice Chrudim

Odběrový systém byl umístěn 140 cm od nejbližší stěny (příloha 21). V místnosti byly během prvního odběru 6. 2. 2017 tři osoby a během druhého odběru 7. 3. 2017 dvě osoby. Během obou odběrů byla místnost vytápěna radiátory, byla zavřená venkovní okna a nevětralo se minimálně hodinu před prováděným odběrem vzorku. Místnost nemá u vstupu do kompletovací dílny vnitřní dveře. Záznam informací o dílně na měření CHS PS Chrudim je součástí přílohy 14.

V tabulce 17 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny na měření CHS stanice Chrudim v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 18: Výsledky identifikace VOC v dílně na měření CHS stanice Chrudim – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 6.2.2017 Číslo vzorku 10.		Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 18.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	4	toluen	4
benzen	2	benzen	2
isopropylalkohol	7		

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 19 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny na měření CHS stanice Chrudim v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 19: Výsledky identifikace VOC v dílně na měření CHS Chrudim – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 6.2.2017 Číslo vzorku 10.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 18.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
alifatické uhlovodíky C6 - C7, cyklohexan, tetrachlorethylen	alifatické a cyklické uhlovodíky C5 - C7

Zdroj: Vlastní výzkum

## Venkovní ovzduší stanice Chrudim

Ve venkovním prostředí stanice Chrudim proběhly 2 odběry, a to 2. 2. 2017 a 7. 3. 2017. Odběrový systém byl umístěn ve vzdálenosti 150 cm od vchodu do provozních prostorů CHS stanice Chrudim. Klimatické podmínky v době odběrů jsou uvedeny v tabulce 4. V odebraných vzorcích ovzduší byly podle tabulky 20 identifikovány VOC v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 20: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Chrudim – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 6.2.2017 Číslo vzorku 11.		Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 19.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
xylén	1	xylény	2

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 21 jsou dále uvedeny VOC identifikované v ovzduší stanice Chrudim v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 21: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Chrudim – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 6.2.2017 Číslo vzorku 11.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 19.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
kaprolaktam, kyselina benzoová	ethylbenzen, nonan, kaprolaktam

Zdroj: Vlastní výzkum

### 4.1.3 Stanice Svitavy

V roce 1971 byla dokončena výstavba stanice Svitavy. S dalším rozšířením požární techniky a nutností její údržby byly v letech 1988 až 1989 přistavěny dílny a další garáže. V období 1992 až 1993 byla přistavěna budova, kde bylo umístěno okresní ředitelství tehdejšího veřejného požárního útvaru, a byl upraven celý areál stanice

včetně vybudování nového heliportu, který slouží letecké záchranné službě (Generální ředitelství HZS ČR, 2017e). V roce 2008 se přistoupilo k vybudování přístavby pro zázemí jednotky nad garážemi a původní prostory pro jednotku byly upraveny a nyní jsou využívány jako kancelářské prostory ÚO Svitavy. Provozní prostory CHS stanice Svitavy byly vybudovány v roce 2000 a jsou umístěny mimo hlavní areál stanice. Prostory tvoří mokrá dílna a čistá dílna. Kompresorovna má samostatný vstup a je umístěna mimo prostory CHS. Odběr vzorků proběhl mokré a čisté dílně CHS stanice Svitavy. Odběry z venkovního ovzduší proběhly před venkovním vchodem do prostorů CHS. V provozních prostorech CHS stanice Chrudim proběhly dva odběry vzorků, a to 14. 2. 2017 a 7. 3. 2017:

- Před prvním i druhým odběrem vzorků 14. 2. 2017 a 7. 3. 2017 byly dýchací přístroje naposledy použity u požárního zásahu 27. 12. 2016.

### **Dílna mokrá CHS stanice Svitavy**

Odběrový systém byl umístěn 160 cm od nejbližší stěny (příloha 22). V místnosti byly během prvního i druhého odběru tři osoby. Během obou odběrů byla místnost vytápěna radiátory a byla zavřená venkovní okna. Při prvním odběru došlo k otevření venkovních dveří. Záznam informací o mokré dílně CHS stanice Svitavy je součástí přílohy 15.

V tabulce 22 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší kompletovací dílny CHS stanice Svitavy v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 22: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Svitavy – odhad koncentrace > 1 ppm

<b>Odběr 1. - 14.2.2017</b>		<b>Odběr 2. - 7.3.2017</b>	
<b>Číslo vzorku 12.</b>		<b>Číslo vzorku 21.</b>	
<b>Identifikované látky</b>	<b>Odhad koncentrace ppm</b>	<b>Identifikované látky</b>	<b>Odhad koncentrace ppm</b>
		toluen	3
		isopropylalkohol	2

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 23 jsou dále uvedeny VOC identifikované v ovzduší mokré dílny CHS stanice Svitavy v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.



Tabulka 23: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Svitavy – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 14.2.2017 Číslo vzorku 12.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 21.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
	benzen

Zdroj: Vlastní výzkum

### Dílna čistá CHS stanice Svitavy

Odběrový systém byl umístěn 170 cm od nejbližší stěny (příloha 22). V místnosti byly během prvního i druhého odběru tři osoby. V průběhu obou odběrů byla místnost vytápěna radiátory a byla zavřená venkovní okna, docházelo k otevírání venkovních dveří. Záznam informací o mokré dílně CHS stanice Svitavy je součástí přílohy 16.

V odebraných vzorcích ovzduší byly podle tabulky 24 identifikovány VOC pouze v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 24: Výsledky identifikace VOC v čisté dílně CHS stanice Svitavy – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 14.2.2017 Číslo vzorku 13.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 20.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
propan, formamid	kyselina octová, kyselina benzoová

Zdroj: Vlastní výzkum

### Venkovní ovzduší stanice Svitavy

Ve venkovním prostředí stanice Svitavy proběhly 2 odběry, a to 14. 2. 2017 a 7. 3. 2017. Odběrový systém byl umístěn ve vzdálenosti 180 cm od vchodu do provozních prostorů CHS stanice Svitavy. Klimatické podmínky v době odběrů jsou uvedeny v tabulce 4. V odebraných vzorcích ovzduší byly podle tabulky 25 identifikovány VOC pouze v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 25: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Svitavy – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 2.2.2017 Číslo vzorku 14.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 22.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
propan, dimethylamin	kaprolaktam, methoxyoktan

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.1.4 Stanice Přelouč

Stanice Přelouč byla slavnostně otevřena 24. října 2016. Jedná se o první stanici, která byla uvedena do provozu v Pardubickém kraji od dob trvání HZS Pardubického kraje (HZS ČR, 2017d). Prostory CHS stanice Přelouč jsou tvořeny dílnou pro zajišťování provozuschopnosti a skladování prostředků a dále kompresorovnou. Odběr vzorků proběhl v dílně.

V prostorech CHS stanice Přelouč proběhly dva odběry vzorků, a to 15. 2. 2017 a 8. 3. 2017.

- Před prvním i druhým odběrem vzorků 15. 2. 2017 a 8. 3. 2017 byly dýchací přístroje naposledy použity u požárního zásahu 12. 2. 2017.

Odběrový systém byl umístěn 170 cm od nejbližší stěny (příloha 23). V místnosti byly během prvního i druhého odběru dvě osoby. Při prvním odběru byly prostory CHS stanice Přelouč vytápěny a větrány rekuperační jednotkou s ohřevem vzduchu. Záznam informací o dílně CHS stanice Přelouč je součástí přílohy 17.

V tabulce 26 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny CHS stanice Přelouč v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 26: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Přelouč – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 15.2.2017 Číslo vzorku 15.		Odběr 2. - 8.3.2017 Číslo vzorku 25.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
		toluen	4
		benzen	1

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 27 jsou dále uvedeny VOC identifikované v dílně CHS stanice Přelouč v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 27: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Přelouč – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 15.2.2017 Číslo vzorku 15.	Odběr 2. - 8.3.2017 Číslo vzorku 25.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
isobutylen, alifatické uhlovodíky C5, benzen, toluen	alifatické a cyklické uhlovodíky C5 - C7, methylmethakrylát

Zdroj: Vlastní výzkum

### Venkovní ovzduší stanice Přelouč

Ve venkovním prostředí stanice Přelouč se uskutečnily 2 odběry, a to 15. 2. 2017 a 8. 3. 2017. Odběrový systém byl umístěn ve vzdálenosti 200 cm od venkovní stěny dílny CHS stanice Přelouč. Klimatické podmínky v době odběrů jsou uvedeny v tabulce 4. V odebraných vzorcích ovzduší byly podle tabulky 28 identifikovány ve venkovním ovzduší stanice Přelouč VOC v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 28: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Přelouč – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 15.2.2017 Číslo vzorku 16.		Odběr 2. - 8.3.2017 Číslo vzorku 26.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
		xyleny	3
		ethylbenzen	1
		hexanoly	1

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 29 jsou dále uvedeny VOC identifikované v ovzduší stanice Přelouč v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 29: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Přelouč – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 15.2.2017 Číslo vzorku 16.	Odběr 2. - 8.3.2017 Číslo vzorku 26.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
pentan, benzen, toluen, xyleny, kyselina octová	kyselina octová, ethanthiol

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.1.5 Stanice Holice

Stanice Holice byla dokončena na konci roku 1982. Všechny stavební akce byly prováděny v Akci "Z" svépomocí příslušníků, případně dobrovolných hasičů (HZS ČR, 2017d). Na konci roku 2016 byla dokončena kompletní rekonstrukce podlahy garáže. Prostory CHS bezprostředně navazují na garáž pro požární techniku. Prostor CHS tvoří jedna místnost – dílna, ve které je také umístěn vysokotlaký kompresor pro plnění tlakových lahví. V dílně CHS stanice Holice se uskutečnily odběry vzorků 2. 2. 2017 a 7. 3. 2017.

- Před prvním odběrem 2. 2. 2017 byly použity dýchací přístroje naposledy u požárního zásahu 16. 1. 2017.

- Před druhým odběrem vzorků 7. 3. 2017 byly použity dýchací přístroje naposledy u požárního zásahu 17. 3. 2017.

Odběrový systém byl umístěn 90 cm od nejbližší stěny (příloha 24). V místnosti byla během prvního i druhého odběru 2. 2. 2017 a 7. 3. 2017 jedna osoba. Během obou odběrů byla místnost vytápěna radiátorem a byla zavřená venkovní okna. Před odběrem a po dobu odběru zde byly otevřeny vnitřní dveře, které vedou do garáže pro požární techniku. Záznam informací o dílně CHS stanice Holice v příloze 18.

V tabulce 30 jsou uvedeny VOC identifikované v ovzduší dílny CHS stanice Holice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 30: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Holice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 2.2.2017 Číslo vzorku 7.		Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 2.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
toluen	5	isopentan	1
benzen	2		
isopentan	1		
methylnmethakrylát	1		

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 31 jsou dále uvedeny VOC identifikované v dílně CHS stanice Holice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 31: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Holice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 2.2.2017 Číslo vzorku 7.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 23.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
alifatické uhlovodíky C5 - C7	isohexan, benzen

Zdroj: Vlastní výzkum

## Venkovní ovzduší stanice Holice

Ve venkovním prostředí stanice Holice proběhly 2 odběry, a to 2. 2. 2017 a 7. 3. 2017. Odběrový systém byl umístěn ve vzdálenosti 180 cm od venkovní stěny dílny CHS stanice Holice. Klimatické podmínky v době odběrů jsou uvedeny v tabulce 4. V odebraných vzorcích ovzduší byly podle tabulky 32 identifikovány ve venkovním ovzduší stanice Holice VOC v odhadnuté koncentraci > 1 ppm.

Tabulka 32: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Holice – odhad koncentrace > 1 ppm

Odběr 1. - 2.2.2017 Číslo vzorku 8.		Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 24.	
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm
xylén	4	xylény	2

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 33 jsou dále uvedeny VOC identifikované ve venkovním ovzduší stanice Holice v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 33: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Holice – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 2.2.2017 Číslo vzorku 8.	Odběr 2. - 7.3.2017 Číslo vzorku 24.
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
ethylbenzen	kyselina octová

Zdroj: Vlastní výzkum

### 4.1.6 Kancelář krajského ředitelství HZS Pardubického kraje

Budova krajského ředitelství byla postavena v roce 2003. Všechny kanceláře jsou vybaveny klimatizací. Plocha kanceláře, kde byl proveden odběr vzorku, je 25,4 m<sup>2</sup>. V prostorech kanceláře proběhl jeden odběr vzorku, a to 9. 3. 2017. Odběrový systém byl umístěn 170 cm od nejbližší stěny. V místnosti byla

během odběru jedna osoba, vnitřní dveře byly zavřeny. Místnost je vybavena klimatizací, která byla během měření vypnuta. O místnosti nebyl vzhledem k informativnosti měření zpracován záznam údajů o měřeném prostoru.

V tabulce 34 jsou dále uvedeny VOC identifikované v kanceláři krajského ředitelství HZS Pardubického kraje v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 34: Výsledky identifikace VOC v kanceláři krajského ředitelství HZS

Pardubického kraje – odhad koncentrace < 1 ppm

Odběr 1. - 9.3.2017      Číslo vzorku 31.	
Identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)	
benzen, toluen, kyselina octová, ethylacetát	

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.1.7 Garáž pro požární techniku stanice Pardubice

V garáži je umístěno 12 zásahových požárních automobilů, jeden člun a jeden přívěs. Je zde nainstalováno moderní odvětrávací zařízení. Celková plocha garáží je 846 m<sup>2</sup>. V prostorech garáže proběhl jeden odběr vzorku, a to 9. 3. 2017. Měření se uskutečnilo v dopoledních hodinách bezprostředně po ranní kontrole požární techniky. V garáži byly během odběru 3 osoby. O garážích nebyl stejně jako o kanceláři zpracován záznam údajů o měřeném prostoru, a to vzhledem k informativnosti měření.

V tabulce 35 jsou uvedeny látky identifikované VOC v garáži pro požární techniku stanice Pardubice v odhadnuté koncentraci > 1 ppm a VOC identifikované v odhadnuté koncentraci < 1 ppm.

Tabulka 35: Výsledky identifikace VOC v garáži pro požární techniku stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm a < 1 ppm

Odběr 1. - 9.3.2017      Číslo vzorku 27.		
Identifikované látky	Odhad koncentrace ppm	Ostatní identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
toluen	3	alifatické uhlovodíky C5-C7, benzen

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.1.8 Shrnutí výsledků kontaminace ovzduší za běžného provozu

V následující kapitole je uveden souhrn výsledků dílčího cíle kontaminace ovzduší za běžného provozu.

V tabulce 36 je uveden souhrn VOC identifikovaných při prvním odběru vzorků spolu s odhadem koncentrací. Nejčastěji byl ve zkoumaných provozních prostorech podle uvedené tabulky identifikován toluen, a to v 8 provozních prostorech. Nejvyšší odhad koncentrace byl zjištěn u izopropylalkoholu v dílně na měření CHS stanice Chrudim, a to 7 ppm.

Tabulka 36: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při prvním odběru – odhad koncentrace > 1 ppm

Identifikovaná látka	Pardubice					Chrudim		Svitavy		Přelouč	Holice
	Dílna čistá CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna TS	Sklad TS	Údržba OOP TS	Dílna kompletovací CHS	Dílna na měření CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna čistá CHS	Dílna CHS	Dílna CHS
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
benzen						2	2				2
isopentan											1
isopropylalkohol	4	5				3	7				
methymethakrylát											1
toluen	2	3	2	2	1	4	4				5

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 37 je uveden souhrn VOC a odhad koncentrací při druhém odběru vzorků. Nejčastěji byl v provozních prostorech podle uvedené tabulky identifikován toluen, a to v 5 provozních prostorech. Nejvyšší odhad koncentrace byl zjištěn u ethanolu v dílně TS stanice Pardubice, a to 13 ppm.



Tabulka 37: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při druhém odběru – odhad koncentrace > 1 ppm

Identifikovaná látka	Pardubice					Chrudim		Svitavy		Přelouč	Holice
	Dílna čistá CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna TS	Sklad TS	Údržba OOP TS	Dílna kompletovací CHS	Dílna na měření CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna čistá CHS	Dílna CHS	Dílna CHS
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
alkylbenzeny C3		2									
benzen						1	2			1	
ethanol			13	7	10						
ethylbenzen	2										
isopentan											1
isopropylalkohol								2			
toluen	6					3	4	3		4	
xyleny	7										
α - pinen					1						

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulkách 38 a 39 je uveden celkový souhrn VOC, které byly identifikovány v odebraných vzorcích ovzduší vybraných provozních prostorů CHS a TS HZS Pardubického kraje v odhadnuté koncentraci < 1 ppm, tedy ve stopovém množství.

V tabulce 38 je uveden souhrn VOC, které byly identifikovány ve stopovém množství při prvním odběru. Nejčastěji byl v provozních prostorech podle uvedené tabulky identifikován benzen, a sice v 6 provozních prostorech.

Tabulka 38: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při prvním odběru – odhad koncentrace < 1 ppm

Identifikovaná látka	Pardubice					Chrudim		Svitavy		Přelouč	Holice
	Dílna čistá CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna TS	Sklad TS	Údržba OOP TS	Dílna kompletovací CHS	Dílna na měření CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna čistá CHS	Dílna CHS	Dílna CHS
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
alifatické uhlovodíky C5										X	
alifatické uhlovodíky C4 - C7				X	X						
alifatické uhlovodíky C5 - C7											X
alifatické uhlovodíky C6 - C7						X	X				
benzen	X	X	X	X	X					X	
cyklohexan						X	X				
ethanol	X	X									
ethylacetát	X	X									
formamid									X		
isobutylen			X							X	
isopropylalkohol			X								
propan									X		
tetrachlorethylen						X	X				
toluen										X	
trimethylbenzen	X										

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 39 je uveden souhrn VOC, které byly identifikovány ve stopovém množství při prvním odběru. Nejčastěji byla v provozních prostorech podle uvedené tabulky identifikována kyselina octová, a to v 5 provozních prostorech.

Tabulka 39: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při druhém odběru – odhad koncentrace < 1 ppm

Identifikovaná látka	Pardubice					Chrudim		Svitavy		Přelouč	Holice
	Dílna čistá CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna TS	Sklad TS	Údržba OOP TS	Dílna kompletovací CHS	Dílna na měření CHS	Dílna mokrá CHS	Dílna čistá CHS	Dílna CHS	Dílna CHS
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
alifatické uhlovodíky C5 - C7						X	X			X	
alifatické uhlovodíky C6 - C7											
benzen		X	X					X			X
cyklohexan											
dimethylhydrazin				X							
ethanol											
ethylacetát	X		X								
hexan		X									
isohexan											X
kyselina benzoová									X		
kyselina octová		X	X	X	X				X		
methylmethakrylát										X	
pentadien		X									
xyleny		X									

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulkách 40 a 41 je uveden celkový souhrn VOC, které byly identifikovány v odebraných vzorcích ve venkovním ovzduší vybraných stanic HZS Pardubického kraje v odhadnuté koncentraci > 1 ppm a < 1 ppm.

V tabulce 40 je uveden souhrn VOC, které byly identifikovány při prvním a druhém odběru ve venkovním prostředí stanic v odhadnuté koncentraci > 1 ppm. Nejčastěji byly identifikovány xyleny – při obou odběrech. Nejvyšší odhad koncentrace byl podle uvedené tabulky zjištěn při druhém odběru před provozním prostorem CHS stanice Holice, a to 4 ppm.

Tabulka 40: Souhrn látek identifikovaných ve venkovním ovzduší při prvním a druhém odběru – odhad koncentrace > 1 ppm

Identifikovaná látka	Pardubice		Chrudim		Svitavy		Přelouč		Holice		Holice
	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	Dílna CHS
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ethylbenzen								1			
hexanoly								1			
xyleny			1	2				3	4	2	

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 41 je uveden celkový souhrn VOC, které byly identifikovány v odebraných vzorcích ve venkovním ovzduší vybraných stanic HZS Pardubického kraje v odhadnuté koncentraci < 1 ppm, tedy ve stopovém množství. Bylo identifikováno množství VOC. Nejčastěji byly při obou odběrech identifikovány ethylbenzen, kaprolaktam a kyselina octová.

Tabulka 41: Souhrn látek identifikovaných ve venkovním ovzduší při prvním a druhém odběru – odhad koncentrace < 1 ppm

Identifikovaná látka	Pardubice		Chrudim		Svitavy		Přelouč		Holice		Dílňa CHS
	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	1.odběr	2.odběr	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
benzen							X				
dimethylamin					X						
ethanol		X						X			
ethylbenzen	X			X					X		
kaprolaktam			X	X		X					
kyselina benzoová			X								
kyselina octová							X	X		X	
methoxyoktan						X					
nonan				X							
pentan							X				
propan					X						
styren	X										
toluen							X				
xyleny	X						X				

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.2 Výsledky simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů

V rámci provedeného výzkumu bylo uvnitř prostorů CHS stanice Vysoké Mýto provedeno celkem 8 odběrů vzorků na trubičky Tenax a 2 odběry vzorků do odběrového vaku. Vzhledem k předpokládaným vyšším koncentracím chemických látek v ovzduší prostoru CHS nebyl prováděn odběr vzorků z venkovního ovzduší.

Výsledky jsou uvedeny podle:

- látek identifikovaných plynovým chromatogramem s hmotnostním detektorem (trubičky Tenax),
- látek identifikovaných FTIR analyzátořem (odběrový vak).

Celkový počet odběrů a podrobnosti o čísle vzorku, datu, čase a místě provedení odběru jsou uvedeny v tabulce 42.

Tabulka sloužila jako průvodka vzorku pro chemickou laboratoř Institutu. Čísla vzorků uvedená v tabulce korespondují s označením vzorků uvedených v protokolech o zkoušce č. 532 a č. 566, které vypracovala chemická laboratoř Institutu k tomuto dílčímu cíli a které jsou součástí přílohy 6.

Tabulka 42: Odebrané vzorky v provozních prostorech CHS stanice Vysoké Mýto

Číslo vzorku	Datum	Čas měření	Stanice	Místnost	Vnitřní / vnější ovzduší	Odběr	Teplota C°	Vlhkost %	Klimatické podmínky
35	16.3.2016	10:20 - 10:40	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	Pozadí dílny - 20 minut - 0,5l/min.	15,7	47	
36	16.3.2016	10:49 - 10:53	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	4 minuty - 0,5l/min.	17,6	46	
37	16.3.2016	10:55 - 11:05	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	10 minut - 0,5l/min.	17,8	46	
38	16.3.2016	10:45 - 11:10	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	Pasivní odběr 25 minut	17,6	46	
Odběr do odběrového vaku			Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	2,5 min. - 2 l/min.	19,3	59	
39	16.5.2016	10:30 - 10:50	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	Pozadí dílny - 20 minut - 0,5 l/min.	19,6	58	
40	16.5.2016	11:56 - 12:06	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	10 minut - 0,5 l/min.	19,1	59	
41	16.5.2016	12:15 - 12:25	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	10 minut - 0,5 l/min.	19,1	59	
42	16.5.2016	12:26 - 12:31	Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	5 minut - 0,5 l/min.	19,3	58	
Odběr do odběrového vaku			Vysoké Mýto	Dílňa CHS	Vnitřní	2,5 min. - 2 l/min.	19,3	59	

Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.2.1 Stanice Vysoké Mýto

Otevření areálu stanice Vysoké Mýto se uskutečnilo v roce 1993 v rekonstruovaných kasárnách, ve kterých byla umístěna do roku 1991 sovětská vojska (HZS ČR, 2017f). V roce 2010 byla dokončena v areálu hasičského stadionu ve Vysokém Mýtě výstavba flashover kontejneru. Zároveň byly zrekonstruovány provozní prostory CHS umístěné v samostatné budově mimo hlavní areál stanice. Skládají se z prostoru pro odložení kontaminovaných dýchacích přístrojů, dílny (zde se zajišťuje provozuschopnost prostředků CHS), kompresorovny a odděleného prostoru pro očistu hasičů.

Odběr vzorků proběhl v prostoru dílny CHS. Záznam informací o dílně CHS stanice Vysoké Mýto je uveden v příloze 19. Před odběrem vzorků nebylo zjišťováno, kdy naposledy před odběrem vzorků byly kontaminovány provozní prostory CHS dýchacími přístroji.

### **Scénář číslo 1 – 16. 3. 2017**

Odběrový systém byl umístěn 130 cm od nejbližší stěny, jak je uvedeno v nákresu, který je součástí přílohy 25. V místnosti se během odběru průběžně pohybovaly dvě osoby, a to po dobu nezbytně nutnou k obsluze odběrových systémů. Během odběru vzorků byla zavřená venkovní okna. V místnosti se nevětralo minimálně hodinu před prováděným odběrem vzorku a během něj se otevíraly vnitřní dveře.

V tabulce 43 je uveden celkový souhrn látek identifikovaných v odebraných vzorcích. U VOC identifikovaných ve vzorcích odebraných na trubičky Tenax byl odhad koncentrace nižší než 1 ppm. U anorganických plynů identifikovaných ve vzorcích odebraných do odběrových vaků byla nejvyšší koncentrace stanovena u oxidu uhličitého, a to 336 ppm.

### **Scénář číslo 2 – 16. 5. 2017**

Odběrový systém byl umístěn stejně jako u předchozího odběru 130 cm od nejbližší stěny. V místnosti se během odběru průběžně pohybovala jedna osoba, a to maximálně po dobu nezbytně nutnou k obsluze odběrových systémů. Během odběru vzorků byla zavřená venkovní okna, nevětralo se zde minimálně hodinu před prováděným odběrem a během něj se otevíraly vnitřní dveře.

V tabulce 43 je uveden celkový souhrn látek identifikovaných v odebraných vzorcích. U VOC identifikovaných ve vzorcích odebraných na trubičky Tenax byl odhad koncentrace opět nižší než 1 ppm. U anorganických plynů identifikovaných v odebraných vzorcích do odběrových vaků byla nejvyšší koncentrace stanovena u oxidu uhličitého, a to 266 ppm.

Tabulka 43: Souhrn látek identifikovaných v dílně CHS Vysoké Mýto při prvním a druhém odběru

Identifikovaná látka	Scénář číslo 1. - 16.3.2017		Scénář číslo 1. - 16.5.2017	
	Trubičky Tenax <sup>1</sup>	Odběrový vak <sup>2</sup>	Trubičky Tenax <sup>1</sup>	Odběrový vak <sup>2</sup>
	ppm	ppm	ppm	ppm
benzen			< 1	
ethylbenzen	< 1			
ethylmethylbenzeny	< 1			
kyselina benzoová			< 1	
kyselina octová			< 1	
metan				5
oxid uhličitý		336		266
propylbenzeny	< 1			
sulfan		56		
trimethylbenzeny	< 1			
xyleny	< 1		< 1	

1) látky identifikované plynovým chromatogramem s hmotnostním detek

2) látky identifikované FTIR analyzátozem

Zdroj: Vlastní výzkum

V tabulce 43 jsou u látek identifikovaných metodou FTIR uvedeny pouze ty, jejichž koncentrace převyšuje mez stanovitelnosti postupu. Kompletní přehled látek identifikovaných touto metodou je uveden v příloze 7. Podle přílohy bylo při prvním odběru 16. 3. 2017 identifikováno celkem 30 organických a anorganických látek, u druhého odběru 16. 3. 2017 celkem 10 látek.

## 5 DISKUZE

Být hasičem je spojeno s určitým životním stylem a prestiží u veřejností. Je to často zaměstnání celoživotní. Jednou ze skutečností, která odlišuje hasiče od jiných profesních skupin, je fakt, že hasiči jsou vystaveni zplodinám hoření, v nichž se mohou vyskytovat mimo jiné prokázané nebo podezřelé lidské karcinogeny (Austin et al., 2001). Zatímco u některých profesních skupin lze odhadnout expozici chemickým látkám na pracovištích, u hasičů je tento odhad prakticky nemožný. Hasiči jsou při požárech vystavováni stovkám různorodých látek a jejich kvantifikace je téměř nemožná. Nikdo z hasičů nemůže přesně vědět, kterým látkám nebo kterým kombinacím látek bude během svého profesního života vystaven a jaké zdravotní následky mohou tyto expozice způsobit. Cílem práce je vyhodnotit kontaminaci vybraných provozních prostorů chemickými látkami na požárních stanicích HZS Pardubického kraje, protože právě ty mohou být jedním z míst expozice hasičů po požáru. V diskuzi budou zjištěné výsledky porovnány s hygienickými limity a obdobnými výzkumy. Protože v dostupných zdrojích nebyly nalezeny výzkumy, které by zároveň hodnotily kontaminaci ovzduší provozních prostorů za normálního provozu, budou prováděné a hodnocené výsledky měření kontaminace diskutovány dle stanových dílčích cílů. Pro objektivnost výzkumu musí být také zmíněny skutečnosti, které mohly ovlivnit konečný výsledek.

### 5.1 *Systém odběru a analýzy vzorků*

Zjišťování kontaminace ovzduší je složité. Všechny dostupné měřicí metody jsou selektivní v tom, co mohou měřit a přesně kvantifikovat, žádná z nich není schopna měřit všechny přítomné chemické látky. Například VOC jako benzen nebo toluen se měří jinou metodou než formaldehyd a jiné podobné chemické látky. Výběr a rozsah metod měření a analytických přístrojů je velký a soubor identifikovaných látek závisí na citlivosti měření, jakož i selektivitě měřicí techniky. To je důvod, proč jakékoli měření chemických látek v ovzduší musí být doprovázeno popisem toho, jak byly tyto látky měřeny, aby výsledky mohly být správně interpretovány. Při neexistenci takového postupu by výsledek měření měl omezený praktický význam.

Jako hlavní měřicí postup výzkumu bylo zvoleno prosávání trubičkami Tenax pomocí odběrového čerpadla. Tento postup umožnil záchyt a identifikaci VOC, které



znečišťují ovzduší vnitřního prostředí budov téměř univerzálně. Proto se pro hodnocení kontaminace vnitřních prostor používá nejčastěji záchyt této skupiny chemických látek. Složení VOC v odebraných vzorcích závisí na použitém vzorkovacím materiálu a analytickém postupu. Metoda zvolená pro tento výzkum umožnila záchyt VOC, které mají teplotu bodu varu od zhruba 50 °C po 260 °C. Jedná se o skupinu VOC, které se ve vnitřním ovzduší budov nacházejí nejčastěji (Český normalizační úřad, 2007b).

Vzorky zachycené na trubičky Tenax byly v chemické laboratoři Institutu desorbovány v termodesorpčním zařízení a následně analyzovány plynovým chromatogramem s hmotnostním detektorem. U identifikovaných látek byl proveden odhad koncentrace stanovený na základě závislosti plochy píku a na koncentraci látky ve vzdušné směsi, zpracovaný statistickým softwarem. K odhadu koncentrace na základě plochy chromatografického píku byly pro jednotlivé skupiny látek stanoveny přepočtové koeficienty. Nejde tedy o kvantitativní stanovení látek v ovzduší, ale o stanovení semikvantitativní (Čapoun a Krykorková, 2008). Například odhad koncentrace benzenu je stanovován chemickou laboratoří Institutu na základě plochy chromatografického píku toluenu vzhledem k podobné chemické struktuře a vlastnostem obou látek. Uvedené hodnoty koncentrací identifikovaných VOC musíme tedy považovat za orientační. Mez stanovitelnosti u zvoleného postupu je koncentrace zhruba 2 ppm. Chemická laboratoř Institutu nemá tento postup akreditovaný Českým institutem pro akreditaci, jak je uvedeno v protokolech o zkoušce, které jsou součástí příloh 5 a 6. Při manipulaci se vzorky odebranými na trubičky Tenax bylo postupováno s maximální opatrností, přesto existuje značné riziko sekundární kontaminace odebraného vzorku a jeho znehodnocení pro účely analýzy (Čapoun et al., 2011). Druhou zvolenou metodou byl odběr vzorku do odběrového vaku a následná analýza metodou FTIR. Minimální koncentrace plynů a par v ovzduší, které ještě lze stanovit v odebraném vzorku, činí pro plynné anorganické škodliviny 2 ppm, pro organické plyny a páry 4 ppm. Při analýze odebraného vzorku ovzduší z CHS stanice Vysoké Mýto metodou FTIR byla stanovena řada VOC. Jejich koncentrace byla pod mezí stanovitelnosti uvedené metody. Tuto metodu také nemá laboratoř Institutu akreditovanou ČIA.

Samotná kvalita odebraných vzorků velmi závisí na momentálních podmínkách ve zkoumaném prostoru. Odběr vzorků ovlivňuje dispozice prostor, jejich vybavení, charakter větrání, teplota apod. Proto byl pro všechny měřené prostory zpracován

záznam informací o měřeném prostoru, který je součástí příloh 18 až 19, a dále byly u zkoumaných prostor zaznamenány podmínky během odběru.

Při hodnocení kontaminace ovzduší provozních prostor je v tabulce 36 uvedeno shrnutí výsledků prvního odběru a v tabulce 37 druhého odběru. V čisté dílně CHS stanice Svitavy nebyly podle výsledků uvedených v tabulkách zaznamenány žádné VOC v koncentraci větší jak 1 ppm. Během odběru došlo v obou případech několikrát k otevření venkovních dveří. To mohlo významným způsobem ovlivnit konečný výsledek. Stejná situace nastala v mokré dílně CHS stanice Svitavy při prvním odběru, a jak je patrné z tabulky 36, opět nebyly v ovzduší identifikovány žádné látky v koncentraci větší jak 1 ppm. Při prvním odběru vzorku v dílně CHS na stanici Přelouč byla v provozu rekuperační jednotka s ohřevem vzduchu. Podle tabulky 36 nebyly během prvního odběru vzorků v dílně CHS stanice Přelouč identifikovány žádné VOC. Složení vnitřního ovzduší mohlo být touto skutečností ovlivněno. Z těchto výsledků lze odvodit vliv větrání na kvalitu vnitřního ovzduší. Ostatních měřené prostory nebyly větrány minimálně hodinu před odběrem a během odběru. U stanice Holice byla podle záznamu informací o měřeném prostoru v příloze 18 před prvním odběrem dokončena oprava podlahy v garáži pro požární techniku, což mohlo také ovlivnit konečný výsledek.

## **5.2 Posouzení kontaminace ovzduší za běžného provozu**

Pro posouzení kontaminace ovzduší vybraných prostorů CHS a TS HZS Pardubického kraje je nutno porovnat výsledky měření s hygienickými limity pro pracovní prostředí dle platné legislativy. Ze stanovených limitů lze odvodit, jak jsou jednotlivé chemické látky pro člověka nebezpečné z pohledu toxicity. Čím je stanovený hygienický limit u látky nižší, tím je více vědeckých důkazů o její nebezpečnosti pro člověka. V tabulce 44 je uveden souhrn VOC, které byly v ovzduší vybraných provozních prostorů identifikovány v odhadnuté koncentraci  $> 1$  ppm. V tabulce je uveden nejvyšší odhad koncentrace, který byl ve vybraných prostorech u jednotlivých VOC zjištěn. Ve výčtu VOC nejsou uvedeny alkybenzeny, které byly identifikovány v prostorách mokré dílny CHS stanice Pardubice při druhém odběru. Jedná se o uhlovodíky, které obsahují několik navázaných alkylových funkčních skupin na jednu skupinu, která je odvozená od arenu. Mohou to být látky jako etylbenzen, toluen apod. Tyto látky jsou v tabulce uvedeny samostatně.

Tabulka 44: Hygienické limity pro pracovní prostředí – kontaminace ovzduší při běžném provozu

Identifikovaná látka	Název látky v databázi MedisAlar	Sumární vzorec	Faktor přepočtu z ppm na mg/m <sup>3</sup>	Číslo CAS	N.V. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci			Nejvyšší naměřená hodnota provozní prostory
					PEL	NPK - P	Poznámky	
					ppm	ppm		
benzen	benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3,19	71-43-2	0,9	3,1	D,I,P	2
ethanol	ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	1,89	64-17-5	531	1593		13
ethylbenzen	ethylbenzen	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	4,34	100-41-4	46	115	D	2
isopentan	iso-pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	2,94	78-78-4	1017	1525,5		1
isopropylalkohol	iso - propanol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	2,46	67-63-0	203,5	407	I	7
methymethakrylát	methyl-methakrylát	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	4,09	80-62-6	12,2	36,6	I,S	1
toluen	toluen	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	3,77	108-88-3	53,2	133		6
xyleny	xylen, směs isomerů	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	4,34	1330-20-7	46	92	D,I	7
α - pinen	α - terpenine	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	5,56	99-86-5				1
Poznámky	D - při expozici se významně oplatňuje oplátňuji pronikání kůží			P - u látky nelze vyloučit závažné pozdní účinky				
	I - dráždí sliznice (očí, dýchací cesty)			S - látka má senzibilující účinek				

Zdroj: Vlastní výzkum

Jak vidíme z tabulky 44, nejvyšší odhad koncentrace u většiny identifikovaných VOC je hluboko pod stanovenými hygienickými limity. Pouze odhad koncentrace zjištěný u benzenu překročil PEL. Benzen rozšířený v prostředí téměř univerzálně (Linhart, 2014) je zároveň z pohledu účinků na lidský organismus látka velmi nebezpečná s mimořádně závažnými chronickými účinky. Byl prokázán vztah mezi expozicemi benzenu a vznikem celé řady leukémií a lymfomy (Pelclová, 2014). Dalším významným chronickým efektem benzenu je imunotoxický efekt. Všechny agentury, které provádí klasifikaci karcinogenů, se na hodnocení benzenu jako prokazaného lidského karcinogenu shodují (Linhart, 2014).

Americký úřad pro registraci toxických látek a chorob (ATSDR anglicky také Agency for Substancec and Disease Registry) vydává tzv. list minimální úrovně rizik (MRL anglicky také Minimal Risk Level List). Jedná se o odhad denní expozice člověka reziduí nebezpečných látek, u nichž je pravděpodobné, že nedojde po stanovenou dobu expozice k měřitelnému riziku nepříznivých účinků na zdraví mimo rakovinu. Tento odhad se využívá zdravotními hodnotiteli ATSDR k identifikaci kontaminantů a možných účinků na zdraví (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2017). Tyto hodnoty nenahrazují hygienické limity pro pracovní prostředí.

MRL se odvozují pro akutní (1–14 dní), střední (15–364 dní) a chronické (365 dní a déle) trvání orální a inhalační expozice (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2017). Pro benzen byla podle současných poznatků stanovena hodnota akutního trvání expozice 0,009 ppm, střední hodnota expozice 0,006 ppm a chronická hodnota expozice 0,003 ppm (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2017). Pelclová (2015) udává, že při koncentraci do 0,47 ppm nevznikaly profesionální leukémie ani po 20 letech práce.

Ve čtyřech zkoumaných prostorech byl odhad koncentrace benzenu větší nebo roven 1 ppm. Hodnota 1 ppm odpovídá hodnotě PEL. Odhad koncentrace 1 ppm při prvním odběru překročila podle tabulky 36 dílna kompletovací a dílna na měření CHS stanice Chrudim a dílna CHS stanice Holice. Při druhém odběru podle tabulky 37 překročily opět koncentraci 1 ppm provozní prostory stanice Chrudim a dále dílna CHS stanice Přelouč. Hygienický limit benzenu by při správnosti stanoveného odhadu koncentrace při obou odběrech překročila podle tabulek 36 a 37 dílna na měření CHS stanice Chrudim. Provozní prostory stanice typu C1 Chrudim byly postaveny v roce 2008 a obě zkoumané dílny jsou v dobrém technickém stavu a vybavené standardním vybavením.

Pokud výsledky v tabulce 36 a 37, kde jsou uvedeny VOC v odhadnuté koncentraci  $> 1$  ppm, porovnáme s tabulkou 38 a tabulkou 39, kde jsou zaznamenány identifikované VOC v koncentraci  $< 1$  ppm, zjistíme, že se benzen vykytoval ve všech provozních prostorech s výjimkou čisté dílny CHS stanice Svitavy. Tato VOC se vyskytovala v koncentraci  $< 1$  ppm podle tabulky 34 i v prostorech kanceláře krajského ředitelství HZS Pardubického kraje a podle tabulky 35 v garážích pro požární techniku stanice Pardubice.

Z tabulek 36 a 37 je patrné, že nejčastěji identifikovanou VOC v odhadu koncentrace  $> 1$  ppm v ovzduší provozních prostor CHS a TS je toluen. Je to VOC, která byla identifikována ve všech provozních prostorech s výjimkou čisté dílny CHS stanice Svitavy. Nejvyšší odhad koncentrace toluenu byl stanoven při druhém odběru v čisté dílně CHS stanice Pardubice, a to 6 ppm. I nejvyšší odhad koncentrace toluenu je podle tabulky 44 hluboko pod stanovenými hygienickými limity. Toluén se ve zkoumaných prostorech opět vyskytoval téměř univerzálně, a to podle tabulky 34 ve stopovém množství v kanceláři krajského ředitelství HZS Pardubického kraje a podle tabulky 35 v garážích pro požární techniku stanice Pardubice. Expozice toluenu může

ovlivnit centrální nervový systém při akutní i chronické expozici. Příznaky inhalace toluenu zahrnují únavu, ospalost, bolest hlavy a nauzeu. Chronická inhalační expozice může způsobit podráždění horních cest dýchacích a očí, bolest v krku, závratě a bolesti hlavy. Karcinogenita u toluenu nebyla prokázána (Hazardous Substances Data Bank, 2017).

Nejvyšší odhad koncentrace ze všech identifikovaných VOC byl podle tabulky 37 stanoven u etanolu v dílně TS stanice Pardubice, a to 13 ppm. Tato koncentrace je podle tabulky 44 hluboko pod stanovenými hygienickými limity.

Některé výzkumy ukazují, že hladiny VOC jsou ve vnitřním ovzduší dvakrát vyšší než hladiny ve vnějším ovzduší (Schettler, 2008). To potvrzuje i tento výzkum. Porovnáním výsledků identifikace vzorků venkovního ovzduší (tabulka 40) s výsledky identifikace VOC ve vnitřním prostředí (tabulka 41) zjistíme celkově nižší imisní zatížení venkovních prostorů. Nepotvrdila se tedy hypotéza o možné infiltraci VOC z venkovního prostředí do vnitřních prostorů. Z hlediska výběru provozních prostorů na základě parametrů četnosti použití dýchacích přístrojů, „stáří“ provozních prostorů a velikosti užité plochy se hypotéza o možných souvislostech v kontaminaci provozních prostorů jednoznačně nepotvrdila. Hodnocené prostory jsou kontaminovány VOC téměř univerzálně, a to včetně prostorů s odlišným určením (kancelář a garáž). Provozní prostor s nejnižší kontaminací ovzduší je podle tabulek 36 a 37 čistá dílna CHS stanice Svitavy, což jsou nejstarší provozní prostory na stanicích typu C1 a C3 HZS Pardubického kraje. V ovzduší těchto prostorů nebyly identifikovány prakticky žádné VOC. Konečný výsledek ale mohl být ovlivněn otevíráním dveří v dílně při odběru vzorků a doba, kdy byla naposledy použita dýchací technika u požárního zásahu. Z pohledu nebezpečnosti identifikovaných VOC je pro lidský organismus nejhorší zjištěný výsledek v provozních prostorech CHS stanice Chrudim, tedy na stanici s druhou nejvyšší četností použití dýchací techniky. Zde byl v obou zkoumaných prostorech identifikován benzen, a to v odhadu koncentrace  $> 1$  ppm při obou odběrech.

Při porovnání výsledků výzkumu, kdy byla zjišťována kontaminace ovzduší provozních prostorů za běžného provozu, můžeme dojít k závěru, že VOC, které se vyskytovaly ve všech zkoumaných prostorech při obou odběrech, jsou benzen a toluen, s výjimkou čisté dílny CHS stanice Svitavy.

Výzkum, který by zkoumal kontaminaci vnitřních prostorů stanic za běžného provozu a se kterým by mohly být porovnány zjištěné výsledky, nebyl z dostupných

zdrojů v ČR nalezen. Výsledky tohoto dílčího cíle byly tedy porovnány s dvěma zahraničními studiemi, které hodnotí kontaminaci vnitřních prostorů stanic za běžného provozu.

V Austrálii provedli (Bott et al., 2010) výzkum, který hodnotil kontaminaci stanic emisemi z výfukových plynů. Studie byla provedena na 7 vybraných stanicích Hasičského záchranného sboru v Queenslandu (QFRS anglicky také Queensland Fire and Rescue Service). Stanice byly pro výzkum vybrány z celkového počtu 89, a to podle frekvence výjezdů, stáří a dispozičního řešení. Studie zkoumala řadu emisních produktů z výfukových plynů a získané hodnoty byly porovnány se stanovenými hygienickými limity. Zkoumané produkty zahrnovaly pevné částice ze vznětových motorů, PAU, VOC a jednoduché anorganické sloučeniny, jako je oxid uhelnatý. Studie se zaměřila na identifikaci emisí výfukových plynů v rámci běžného provozu stanice. Měření bylo prováděno za normálního provozu, a to v pěti prostorech: v prostoru pod požárním automobilem, kanceláři, ubytovacím prostorem, skříňce na osobní OOP a v úklidové místnosti. Dále bylo prováděno měření venkovního ovzduší. Pro stanovení VOC v ovzduší byly kombinovány různé měřicí postupy, a to jak aktivní, tak pasivní. Odběry VOC byly prováděny na sorbent Tenax, do odběrových vaků a byly použity kolorimetrické trubičky pro semikvantitativní stanovení benzenu v ovzduší. Ve vybraných prostorech stanic bylo tedy prováděno jedno měření několika metodami. Vyhodnocována byla přítomnost těchto VOC – hexanu, benzenu, toluenu, xylenů a aldehydů (formaldehyd, akrolein apod.). Všechny zkoumané vnitřní prostory stanic měly zjištěnou koncentraci na úrovni jednotek ppb (pers per bilion – v literatuře se udává objemová část k miliardě). Nejvyšší zjištěná koncentrace v prostorech stanic byla u hexanu 3,4 ppb, benzenu 4,7 ppb, toluenu 17 ppb, sumy xylenů 25 ppb a aldehydů 54 ppb (Bott et al., 2010). Pro možnost porovnání bude u nejvyšší zjištěné koncentrace toluenu a benzenu proveden přepočít na ppm:

- $1\text{ppm} = 1/10^6 = 10^{-6}$ ,  $1\text{ppb} = 1/10^9 = 10^{-9}$ ,
- $x^{\text{ppm}} = x^{\text{ppb}} / 1000$ ,
- $\text{Benzen}^{\text{ppm}} = 4,7 / 1000$ ,
- $\text{Benzen}^{\text{ppm}} = 0,0047\text{ ppm}$ ,
- $\text{Toluen}^{\text{ppm}} = 17 / 1000$ ,
- $\text{Toluen}^{\text{ppm}} = 0,017\text{ ppm}$ .

V prostorech kanceláří a ubytovacího prostoru pro hasiče stanic byly u toluenu a benzenu zjištěny koncentrace pod 1 ppb. Ve všech zkoumaných prostorech stanic bylo tedy zjištěno stopové množství těchto VOC (Bott et al., 2010).

V roce 2016 provedli (Laitinen et al., 2016) rozsáhlou studii, která zkoumala, zda Skellefteå model může snížit expozici hasičů škodlivým látkám (Laitinen et al., 2016). Výzkum proběhl celkem na šesti stanicích v různých regionech Finska. Studie mimo jiné hodnotila expozici ovzduší VOC u vybraných prostorů stanice za normálního provozu. Odběr vzorků z vnitřního ovzduší byl proveden do trubiček plněných sorbentem Tenax. Uskutečnil se na stanicích v šesti prostorech, a to v kabině požárního automobilu, místnosti pro údržbu dýchací techniky, skladu příslušenství, prostoru pro čištění hadic, prostoru pro údržbu OOP a místnosti pro odpočinek. Ve vybraných prostorech se prováděl jeden odběr vzorků. V ovzduší místností bylo zjištěno množství VOC. Nejčastěji identifikované VOC byly toluen, benzen, xyleny, 2-methylpentan a ethylbenzen (Laitinen et al., 2016).

Studie hodnotila celkový obsah VOC v hodnocených prostorech (TVOC) a výsledné hodnoty byly porovnávány s hygienickými limity FIOH. FIOH stanovuje pro ovzduší v pracovním prostředí TVOC  $300 \text{ mg/m}^3$  a pro prostředí v pobytových místnostech TVOC  $250 \text{ g/m}^3$ . Hodnota TVOC pro ovzduší v pracovním prostředí podle FIOH byla překročena uvnitř zásahového požárního automobilu a také v místnosti pro údržbu dýchacích přístrojů. Množství NCHL se snížilo při vstupu do čisté části stanice. Referenční hodnota pro pobytové místnosti nebyla překročena v žádné z čistých částí stanic (Laitinen et al., 2016). Hodnota TVOC nemá v ČR legislativní oporu. V ČR se stanovují hygienické limity pro jednotlivé látky. U benzenu a toluenu zjistil (Laitinen et al., 2016) tyto nejvyšší koncentrace: benzen  $1,2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  ve skladu příslušenství a v prostoru údržby OOP. U toluenu byla zjištěna nejvyšší koncentrace  $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  v prostoru pro čištění hadic. V místnosti pro údržbu dýchací techniky, což je obdoba provozních prostor CHS u HZS krajů, byla u benzenu zjištěna koncentrace  $0,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  a u toluenu  $3,2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (Laitinen et al., 2016). Pro možnost porovnání bude u nejvyšší zjištěné koncentrace toluenu a benzenu proveden přepočítání na ppm:

- benzen  $0,0012 \text{ mg/m}^3 * 0,313$  (faktor přepočtu z  $\text{mg/m}^3$  na ppm) = 0,00038 ppm,
- toluen  $0,01 \text{ mg/m}^3 * 0,266$  (faktor přepočtu z  $\text{mg/m}^3$  na ppm) = 0,00266 ppm.

V prostorech místnosti pro odpočinek byly u toluenu a benzenu zjištěny koncentrace  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . U všech ostatních identifikovaných VOC v hodnocených prostorech stanic byly zjištěny koncentrace pod 1 ppm.

Zjištěné hodnoty koncentrací VOC (Laitinena et al., 2016) a (Botta et al., 2010) jsou u benzenu a toluenu podobné a odpovídají koncentracím  $< 1$  ppm zjištěným v této práci. Tyto studie objevily výskyt těchto VOC prakticky ve všech prostorech stanic, což odpovídá zjištěným výsledkům této práce. Lze tedy říci, že na základě výsledků uvedených studií a této práce můžeme považovat tyto VOC ve vnitřních prostorech za všudypřítomné, protože byly zjištěny i v čistých prostorech, jako jsou kanceláře, nebo ubytovací prostory. Provedený výzkum v této práci zjistil u některých VOC na základě odhadu koncentrací i hodnoty vyšší než 1 ppm. Především z důvodu výskytu benzenu v těchto koncentracích bude nutno provést v některých provozních prostorech HZS Pardubického kraje další výzkum a zjistit zdroj emisí této velmi nebezpečné látky. Z výsledků identifikace VOC v jednotlivých zkoumaných prostorech můžeme odvodit vliv větrání na kvalitu vnitřního ovzduší. V prostorech, kde se během odběru vzorků větralo, nebyly ve významnějších koncentracích zjištěny žádné VOC. Bude nutné ověřit měřením účinnost přirozeného větrání a nuceného větrání.

### **5.3 Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů**

Zatímco zdroj emisí VOC v provozních prostorech CHS a TS za normálního provozu může pocházet ze stavebních materiálů, vnitřního vybavení, dezinfekčních nebo úklidových prostředků apod., při simulaci kontaminace vybraného provozního prostoru CHS byl předpoklad, že zjištěné látky v ovzduší budou pocházet z kontaminovaných prostředků. Proto byly pro odběr a analýzu vzorků ovzduší využity dvě metody, které se vhodně doplňovaly. Odběr na trubičky Tenax a následná laboratorní analýza vyniká svojí citlivostí i při velmi nízkých koncentracích. Analýzou plyných vzorků metodou FTIR lze zjistit i některé anorganické plyny. Tato metoda ovšem není vhodná pro analýzu vzorků, u nichž se předpokládá stopové množství těchto látek.

V tabulce 45 je uveden souhrn látek, které byly identifikovány v prostoru dílny CHS stanice Vysoké Mýto, a zjištěné koncentrace jsou porovnány s hygienickými limity.



Tabulka 45: Hygienické limity pro pracovní prostředí – simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů

Identifikovaná látka	Název látky v databázi MedisAlar	Sumární vzorec	Faktor přepočtu z ppm na mg/m <sup>3</sup>	Číslo CAS	N.V. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci			Nejvyšší naměřená hodnota provozní prostory ppm
					PEL	NPK - P	Poznámky	
					ppm	ppm		
benzen	benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3,19	71-43-2	0,9	3,1	D,I,P	< 1
ethylbenzen	ethylbenzen	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	4,34	100-41-4	46	115	D	< 1
ethylmethylbenzeny	2 - ethyltoluen	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>		611-14-3				< 1
kyselina benzoová	kyselina benzoová	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>		65-85-0				< 1
kyselina octová	kyselina octová	CH <sub>3</sub> COOH	2,46	64-19-7	10,2	14,3	I	< 1
metan	metan	CH <sub>4</sub>		74-82-8				5
oxid uhličitý	oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	1,8	124-38-9	5004	25020		336
propylbenzen	n-propylbenzen	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>		103-65-1				< 1
sulfan	sirovodík	H <sub>2</sub> S	1,4	7783-06-4	5	10		56
trimethylbenzen	1,3,5 - trimethylbenzen	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	4,92	108-67-8	20,4	51	I	< 1
xyleny	xylen, směs isomerů	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	4,34	1330-20-7	46	92	D,I	< 1
Poznámky	D - při expozici se významně oplatňuje pronikání kůží			P - u látky nelze vyloučit závažné pozdní účinky				
	I - dráždí sliznice (očí, dýchací cesty)			S - látka má senzibilující účinek				

Zdroj: Vlastní výzkum

Z identifikovaných látek jednoznačně překročil PEL i NPK-P při prvním odběru sulfan, a to hodnotou 56 ppm, u NPK-P více než 5násobně, u PEL dokonce více než 10násobně. Sulfan je plyn, který způsobuje především akutní účinky. Může být i při relativně nízkých koncentracích příčinou podráždění spojivek, slzení, okamžitě vyvolává iritaci horních cest dýchacích. Kromě lokálních účinků může způsobovat celkové příznaky organismu, jako jsou bolesti hlavy, zvracení, zmatenost, křeče apod. Koncentrace, která vede k ohrožení života, je zhruba 100 ppm (Pelclová, 2014).

V dílně CHS byly identifikovány některé VOC, a to v odhadu koncentrace < 1 ppm při obou odběrech.

Výsledky provedeného výzkumu můžeme porovnat se zprávou z požární zkoušky simulující možné znečištění ovzduší šaten hasičských stanic HZS ČR ochrannými oděvy kontaminovanými kouřem požáru při hasebním zásahu, který byl proveden v roce 2013 (Bursíková et al., 2013). Autoři zprávy jsou zaměstnanci MV-GŘ HZS ČR Technického ústavu požární ochrany, (dále jen „TÚPO“). Zkouška měla objektivizovat hypotézu nebezpečného znečištění ovzduší „špinavých“ šaten stanic zde uloženými

kontaminovanými zásahovými oděvy I. Požární zkouška byla realizována v podzemním krytu v areálu stanice v Praze Holešovicích. Hořlavý soubor tvořily dřevěné hranoly poskládané na kovové vaně (0,6 x 0,6 x 0,1 m) zapálené 1,3 kg n-heptanu. Na takto připravené hranici byly dále ještě: dvě křesla, opěradla sedačky, vrstva polystyrenu, PVC a kartonové krabice. Během zkoušky byly nejdříve zásahové oděvy I. kontaminovány zplodinami hoření. Požární zkouška a doba kontaminace oděvů trvala dvě hodiny. Po ukončení zkoušky byly zásahové oděvy I. přeneseny do prostor „špinavé“ šatny stanice Praha Holešovice. Měření a odběr vzorků ovzduší proběhl v průběhu požáru a v ovzduší „špinavé“ šatny. Dále byla zjišťována kontaminace zásahového oděvu I VOC. Při odběru vzorků z vnitřního ovzduší šatny bylo použito odběrové čerpadlo, čtyři adsorpční trubičky Orbo 32 naplněné aktivním uhlím a vzorkovač Radiello plněný aktivním uhlím pro pasivní odběr vzorků. Laboratoří TÚPO bylo po odběru vzorků provedeno semikvantitativní stanovení VOC.

V ovzduší „špinavé“ šatny bylo identifikováno celkem 16 VOC. Naměřené koncentrace byly porovnány s PEL a NPK-P. PEL i NPK-P překročil benzen, u něhož bylo naměřeno 24,7 ppm a furfural s hodnotou 10,3 ppm. Nejvyšší naměřené koncentrace v ovzduší šatny byly zjištěny u benzenu 24,7 ppm, thiofenu 20,2 ppm a toluenu 14,9 ppm. U ostatních látek se koncentrace pohybovaly pod 10 ppm. Zajímavé byly hodnoty zjištěné na požářišti. Zde bylo identifikováno 14 VOC. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u acetonu 16902,3 ppm, styrenu 4365,6 ppm a benzenu 4928,5 ppm (Bursíková et al., 2013). Výzkum provedený v této práci zjistil koncentrace VOC < 1 ppm, a to při všech odběrech vzorků. Rozdíly ve výsledcích této práce a zkoušky provedené (Bursíkovou et al., 2013) jsou dány mnoha faktory. Během výzkumu prováděného v této práci byly použity kontaminované prostředky, které používali hasiči při výcviku ve flashover kontejneru. Doba kontaminace hasičů byla do značné míry omezena tzv. ochrannou dobou dýchacího přístroje a v neposlední řadě schopností hasičů fyzicky zvládnout tepelný stres při výcviku. Maximální doba kontaminace prostředků tedy byla zhruba 30 minut. Při požární zkoušce provedené TÚPO byly zásahové oděvy I. zavěšeny v požárním krytu po dobu 2 hodin. Kontaminované prostředky při výzkumu této práce byly do dílny CHS přesunuty zhruba 50 minut po ukončení výcviku, což zhruba odpovídá času, kdy se skutečně dostanou do provozních prostorů stanic po reálném požárním zásahu. Ve zkoušce provedené TÚPO byly zásahové oděvy I. rozmístěny ve „špinavé šatně“ ihned po ukončení požární

zkoušky. Velké rozdíly byly ve složení hořlavého souboru. Při simulaci požárního zásahu v rámci této práce nebyly do hořlavého souboru cíleně přidány hořlavé látky, ze kterých by se mohly uvolňovat některé vysoce toxické zplodiny hoření, a to s ohledem na zdraví hasičů. Dále byla použita jiná skladba kontaminovaných prostředků. To vše v konečných výsledcích mohlo sehrát svoji roli. Z výsledků zkoušky provedené TÚPO je velmi dobře patrné, které VOC se mohou uvolňovat ze zásahových oděvů I bezprostředně po požárním zásahu a k jaké expozici hasičů může docházet v kabinách zásahových požárních automobilů.

Z výsledků výzkumu u tohoto dílčího cíle, které jsou uvedeny v tabulce 43, je patrné, že k větší kontaminaci dílny CHS Vysoké Mýto došlo při prvním odběru vzorků. Analýzou vzorků prostřednictvím FTIR bylo v ovzduší při prvním odběru identifikováno ještě množství VOC ve stopovém množství, jak vidíme v příloze 7. Rozdíl ve výsledcích může být způsoben rozdílnou skladbou kontaminovaných prostředků. Při prvním odběru vzorků byly v dílně CHS stanice Vysoké Mýto umístěny kontaminované zásahové OOP a dýchací přístroje včetně tlakových lahví s nomexovým ochranným obalem. Při druhém odběru byla do dílny umístěny pouze dýchací přístroje a tlakové lahve bez nomexového ochranného obalu. Adsorpční plocha prostředků umístěných v dílně CHS při prvním odběru byla tedy mnohem větší a NCHL se mohly desorbovat do vnitřního ovzduší dílny. Na tuto skutečnost poukazuje i výzkum (Bursíkové et al., 2013). Toto zjištění je nutno ověřit rozsáhleším výzkumem.

V roce 2015 publikovali (Fent et al., 2015) a (Kirk et al., 2015) studie, které se zaměřily na studium akumulace a uvolňování zplodin hoření ze zásahových OOP ve výhradním používání. Obě studie se orientovaly na zvýšené koncentrace řady VOC, které se mohly uvolňovat z OOP po zdolávání požáru (ve srovnání s úrovněmi VOC před zdoláváním požáru). (Kirk et al., 2015) dále zkoumali karbonylové sloučeniny, PAU s nízkou molekulovou hmotností a kyanovodík. Obě studie došly k podobným výsledkům pro uvolňování benzenu, toluenu, ethylbenzenu, xylenů a styrenů do ovzduší. Kirk et al. (2015) rovněž změřili zvýšené hladiny uvolňování methylisobutylketonu, acetaldehydu, krotonaldehydu, benzaldehydu a kyanovodíku (HCN). HCN byla měřena v koncentracích až 10x vyšších než jakákoli jiná sloučenina (Kirk et al., 2015). Fent a kol. (2015) našli vztah mezi koncentracemi benzenu, toluenu, ethylbenzenu, xylenů a styrenů u vydechovaného vzduchu hasičů po požárním zásahu a kontaminací zásahových OOP. Ve srovnání se situací před požárním zásahem

bylo naměřeno 2násobné zvýšení průměrných koncentrací těchto látek v dechu hasičů. Koncentrace benzenu, toluenu, ethylbenzenu, xylenu a styrenu z použitého zásahového OOP a koncentrace látek z dechu hasičů po požárním zásahu byly významně korelovány (Fent et al., 2015).

Výsledky výzkumu této práce a některých uvedených výzkumů jsou poměrně jednoznačné. Z kontaminovaných prostředků se uvolňují NCHL do okolního ovzduší a může docházet k expozici hasičů. Základním technickým opatřením pro omezení kontaminace ovzduší provozních prostorů CHS a TS by mělo být zajištění dostatečné výměny vzduchu větráním. V některých provozních prostorech CHS HZS Pardubického kraje se zajišťuje odvětrání axiálními ventilátory o různém výkonu. Jsou to poměrně levná a na montáž nenáročná zařízení. Dalším výzkumem bude nutno u stávajících ventilátorů v provozních prostorech CHS ověřit jejich vliv na snížení kontaminace ovzduší. V případě ověření jejich účinnosti a stanovení výkonových parametrů lze ekonomicky výhodně a bez zásadnějších stavebních úprav omezit kontaminaci ovzduší provozních prostorů NCHL.

#### **5.4 Návrhy opatření pro snížení kontaminace a expozice**

Výzkumem a zjištěnými výsledky jednotlivých dílčích cílů byla vyhodnocena kontaminace vybraných provozních prostorů na požárních stanicích HZS Pardubického kraje chemickými látkami, což je hlavní cíl diplomové práce. Z výsledků je patrné, že za určitých podmínek mohou koncentrace NCHL překročit hygienické limity. Dále se v provozních prostorech vyskytují některé NCHL, jako je např. benzen, jejichž dlouhodobé působení může negativně ovlivnit zdraví hasičů. Tato zjištění musí být podrobena dalšímu zkoumání.

Abychom mohli odpovědět na výzkumnou otázku: Jakým způsobem lze omezit kontaminaci provozních prostorů chemické a technické služby HZS Pardubického kraje nebezpečnými látkami, musíme navrhnout některá konkrétní opatření.

Na problematiku zajištění provozuschopnosti prostředků bychom měli nahlížet komplexně. Řády služeb, právní předpisy nebo technické normy představují pouze obecný pohled a poskytují základní informace. V reálných podmínkách HZS krajů je nutno tyto materiály rozpracovat a aplikovat je v praxi. Pro omezení kontaminace nejenom provozních prostor, ale také pro celkové omezení kontaminace stanic a hasičů u HZS ČR je důležitá změna myšlení. Je proto důležité hasiče informovat o možných

zdravotních rizicích expozice NCHL a opatřeních, s jejichž pomocí mohou toto riziko omezit. Předávané informace by měly reflektovat nejnovější vědecké poznatky. Když hasiči získají dostatek informací, budou se organizační nebo režimové změny v jednotkách HZS krajů snadněji zavádět. Iniciativa a změna přístupu by ale měla v první řadě vyjít od „směnových“ příslušníků jednotek HZS krajů.

Pro omezení kontaminace provozních prostorů musíme začít provádět opatření ihned po zásahu, a to okamžitým uložením kontaminovaných prostředků do neprodyšného obalu. Mohou se použít standardní zatahovací plastové pytle na odpad o objemu 60 l. Cena 1 ks pytle je zhruba 30 Kč. Tímto jednoduchým opatřením se sníží expozice hasičů a kontaminované prostředky se po příjezdu na stanici mohou jednoduše a bezpečně přenést do určených prostorů. Prostředky je důležité co nejrychleji namočit, aby se zamezila desorpce plyných látek do vnitřních prostor. Při mokré údržbě je nutné dbát doporučení výrobce prostředku.

V provozních prostorech je důležité dbát na režimová opatření. Při absenci ventilačního zařízení je nutno zajistit větrání otevřeným oknem nebo venkovními dveřmi, ale nikdy ne vnitřními dveřmi směrem do dalších prostorů stanice. Při první údržbě kontaminovaných prostředků je důležité používat OOP. Pro ochranu pokožky jsou vhodné latexové nebo nitrilové rukavice, pro ochranu dýchacích cest je nutno používat alespoň filtrační polomasku s ventilkem o filtrační účinnosti FFP 3. Tyto polomasky chrání nositele před tuhými částicemi a aerosolem. Orientační cena jedné sady těchto pomůcek je zhruba 100 Kč. Tyto prostředky jsou běžně dostupné u všech JPO. Kvalitnější ochranu dýchacích cest poskytuje polomaska se speciálními filtry. Její cena činí zhruba 500 Kč, cena za jednorázové filtry je zhruba 500 Kč. Po první údržbě prostředků je nutné si důkladně umýt ruce a opláchnout obličej.

#### **5.4.1 Úprava dispozičního řešení stanic**

Při navrhování stanic je třeba hledat způsoby, jak snížit možnou kontaminaci a vytvořit dispoziční řešení pro zajištění efektivní údržby prostředků a požární techniky. Při příjezdu jednotky na stanici se údržba kontaminovaných nebo jinak znečištěných prostředků provádí často v několika oddělených prostorech. Při přesunu prostředků dochází ke kontaminaci celé stanice včetně prostorů pro zázemí jednotky. Typickým příkladem je praní a údržba zásahových OOP, kdy jsou pračky často umístěné v prostoru pro zázemí jednotky. Celý systém zajištění provozuschopnosti tak ztrácí na

efektivitě a může ohrožovat zdraví hasičů. Bohužel v současné době ČSN 73 5710 ani Řády CHS a TS optimální rozmístění jednotlivých prostorů, včetně posunu prostředků v rámci stanice dostatečně neřeší. Jako optimální se z pohledu omezení rizika kontaminace, zefektivnění údržby a v neposlední řadě z ekonomických důvodů jeví vytvořit na stanicích jednu tzv. špinavou místnost, kde by se prováděla kompletní očista a sušení prostředků (včetně tlakových požárních hadic). Dále by bylo vhodné prostory technického zázemí stanic vizuálně rozdělit na dvě zóny, a to červenou a žlutou. Jednoznačným rozlišením by bylo na první pohled patrné, k jakému účelu jednotlivé technické prostory slouží.

V červené zóně by byly prostory určené pro údržbu kontaminovaných nebo znečištěných prostředků a požární techniky. Tuto zónu by tvořily dva prostory, a to myčka pro požární techniku a tzv. špinavá místnost. Toto řešení by zamezilo zbytečný přesun prostředků v rámci stanice, omezilo by riziko kontaminace, zefektivnilo údržbu a v neposlední řadě by tato varianta byla ekonomicky výhodná. Do špinavé místnosti by se vstupovalo z garáží pro požární techniku, v optimálním případě z myčky pro požární techniku a tato místnost by sloužila v podstatě jako „dekontaminační prostor“. Místnost by měla mít dostatečně výkonný systém větrání, který by byl oddělen od ostatních prostorů stanice. Základ vybavení místnosti by tvořil tzv. nerezový program, což je odkládací stůl, dvojdřez, vana s dostatečnou kapacitou. Nerezový program tvoří další doplňky, které zefektivňují celkový systém údržby. Dalším technickým zařízením by byla pračka vyhrazená výhradně pro údržbu zásahových OOP ve výhradním užívání. Jako minimální kvalitativní standard se jeví nákup poloprofesionálních praček, které jsou certifikovány pro komerční použití. Průmyslové pračky by měly být podle ekonomických možností jednotlivých HZS krajů na stanicích typu C. Pro údržbu tlakových hadic by mohla být místnost vybavena sdruženým mobilním zařízením pro péči o tlakové požární hadice. Mobilní systémy jako např. typ Bockermann SPZ 173 nebo SPZ 172 mají minimální nároky na prostor a provádějí efektivně čištění, tlakové zkoušky, případně předsušení hadic. Tlakové požární hadice se mohou dále dosušit v sušících skříních. Vybavení místnosti a použité materiály by měly být z lehce omyvatelných a na údržbu nenáročných materiálů. Rozměry místnosti a dimenzování vybavení je nutné přizpůsobit typu stanice. Optimální plocha špinavé místnosti s kompletním technickým vybavením je zhruba 30 m<sup>2</sup>.

Orientační cena technického vybavení místnosti:

- Nerezový program – 150 000 Kč.
- Poloprofesionální pračka na 12 kg prádla – 36 000 Kč.
- Varianta – průmyslová pračka na 20 kg prádla – 280 000 Kč.
- Zařízení pro údržbu hadic s předsušením a namáčecí vanou – 590 000 Kč.
- Sušicí skříň se sušáky obuvi a rukavic – 85 000 Kč.
- Sušicí skříň na hadice – 94 000 Kč.

Cena vybavení místnosti bez stavebních úprav s poloprofesionální pračkou představuje necelý 1000 000 Kč.

Vyčištěné a vysušené prostředky by se dále posunuly do žluté zóny, kde by se provedla jejich kompletace a odborná kontrola. Po zajištění provozuschopnosti by prostředky byly uloženy na požární techniku nebo do skladovacích prostor. Žlutou zónu by tvořily garáže pro požární techniku a technické zázemí stanice včetně šaten pro uložení zásahových OOP ve výhradním užívání.

Velmi výhodné by bylo vybudovat na stanicích tzv. sdružené prostory, tvořené špinavou místností (červená zóna), na niž by bezprostředně navazovaly čisté prostory CHS a TS (žlutá zóna), ze kterých by byl samostatný vchod do garáží pro požární techniku a do šatny pro zásahové OOP. To by umožnilo velmi jednoduché a efektivní „posunování“ prostředků jednotlivými prostory a výrazně by se snížilo riziko nežádoucí kontaminace. Zároveň by bylo toto řešení ekonomicky výhodné, protože by se nemusely budovat pro CHS a TS samostatné provozní prostory s kompletním vybavením. Ve sdružených prostorech by mohlo být technické vybavení využíváno společně CHS a TS.

Příklad návrhu sdružených prostorů CHS a TS je uveden v příloze 26. Návrh řeší celkové úpravy dispozičního a technického zázemí provozních prostorů CHS stanice HZS Pardubického kraje typu P1 Vysoké Mýto, tedy prostor s nejčastější kontaminací. Navržené řešení je aplikovatelné v různých úpravách na všech stanicích HZS Pardubického kraje.

## 6 ZÁVĚR

Rešerší odborné literatury bylo zjištěno, že existuje mnoho zahraničních výzkumů, které se snaží objektivně posoudit rizika expozice hasičů různým NCHL. Na základě výsledků těchto výzkumů provádějí některé hasičské sbory ve světě různá režimová, organizační nebo technická opatření, která mají za cíl omezit expozici a zajistit hasičům zdravější pracovní prostředí. Tato práce se zabývala jednou z činností, při které může docházet k expozici hasičů, a to zajišťováním provozuschopnosti prostředků CHS a TS v provozních prostorech CHS a TS.

Cílem předložené diplomové práce bylo vyhodnocení kontaminace vybraných provozních prostorů chemickými látkami na požárních stanicích HZS Pardubického kraje. Byly stanoveny dva dílčí cíle, kdy byla hodnocena míra kontaminace ovzduší vybraných provozních prostorů za běžného provozu a dále byla provedena simulace uložení kontaminovaných prostředků ve vybraných provozních prostorech a následné vyhodnocení kontaminace ovzduší. Tímto postupem bylo provedeno komplexnější zhodnocení zkoumané problematiky.

Stanoveným měřicím postupem byly ve vybraných provozních prostorech identifikovány VOC a některé anorganické plyny. Bylo provedeno celkem 42 odběrů vzorků na trubičky Tenax a 2 odběry vzorků do odběrových vaků. Celkem bylo hodnoceno 14 prostorů. U VOC bylo provedeno semikvantitativní stanovení látek v ovzduší, tzn. odhad koncentrací v odebraných vzorcích. Zjištěné koncentrace VOC tedy musíme brát jako orientační. Skutečná koncentrace VOC v hodnocených prostorech může být odlišná. Ve zkoumaných provozních prostorech bylo identifikováno množství VOC, ve všech se vyskytovaly benzen a toluen. Znepokojující je především výskyt benzenu vzhledem k jeho závažným účinkům na lidský organismus. Benzen a toluen jsou jedny z nejčastěji identifikovaných VOC ve srovnatelných výzkumech provedených v ČR a v zahraničí. Ze zjištěných anorganických plynů byl v kontaminovaném prostoru dílny CHS stanice Vysoké Mýto identifikován sulfan. Jeho koncentrace v době odběru činila 56 ppm. Při porovnání s hygienickými limity stanovenými českou legislativou tento plyn překročil výrazně PEL i NPK-P. Výsledky ukazují, že k větší kontaminaci provozních prostorů dochází při zajišťování provozuschopnosti kontaminovaných prostředků. Významná kontaminace NCHL byla zjištěna především v prostoru, kde byly uloženy kontaminované zásahové OOP. Z těchto prostředků se pravděpodobně NCHL určitou



rychlostí desorbují do okolního ovzduší a kontaminují okolní prostory. Výsledky práce také ukazují, jaký vliv může mít na kvalitu vnitřního ovzduší větrání. Tato zjištění bude nutno podrobit dalšímu výzkumu.

Na základě informací z dostupné odborné literatury, zjištěných výsledků, jejich porovnání s hygienickými limity a s výsledky obdobných výzkumů můžeme odpovědět na stanovenou výzkumnou otázku: Jakým způsobem lze omezit kontaminaci provozních prostorů chemické a technické služby HZS Pardubického kraje nebezpečnými látkami? Pro minimalizaci kontaminace provozních prostorů bychom museli provést poměrně zásadní technické změny nejenom provozních prostorů, ale celého systému navrhování stanic. V současné době neexistuje vzhledem k omezeným investičním prostředkům okamžité řešení této problematiky. Co můžeme udělat téměř okamžitě, to je změna přístupu k zajišťování provozuschopnosti kontaminovaných prostředků. Je nutné si uvědomit potenciální rizika a využívat poměrně jednoduché a levné prostředky, které máme k dispozici. Některá opatření doporučuje předložená práce. Tato změna v přístupu by pomohla omezit kontaminaci provozních prostorů stanic, snížit expozici u hasičů a v neposlední řadě by omezila možnost ohrožení zdraví hasičů.

Předložená práce má za cíl poskytnout informace a stimulovat další výzkum. Proto jsou na závěr práce uvedeny některé návrhy na zaměření výzkumu v oblasti omezení expozice hasičů NCHL.

- Posouzení expozice (dermální a inhalační) hasičů zplodinami hoření při skutečných požárech a ve výcvikových zařízeních HZS ČR.
- Posouzení účinnosti ochrany zásahových OOP před průnikem zplodin hoření a vyhodnocení inhalační a dermální expozice.
- Vypracování zkušební metody pro testování rezistence zásahových OOP vůči průniku zplodin hoření ve formě aerosolu a plynů a stanovení limitní hodnoty této rezistence.
- Posouzení účinnosti různých metod čištění prostředků (včetně oplachování vodou) při odstraňování některých NCHL, jakou jsou např. PAU.
- Provedení aktualizace technické normy ČSN 73 5710 v souladu s nejnovějšími odbornými poznatky.

## 7 SEZNAM LITERATURY

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2017. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances [online]. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/mrllist.asp>
2. ALEXANDER, Barbara M., 2012. *Contamination of Firefighter Personal Protective Gear* [online]. Cincinnati: University of Cincinnati [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: [https://etd.ohiolink.edu/pg\\_10?0::NO:10:P10\\_ACCESSION\\_NUM:ucin1337885489](https://etd.ohiolink.edu/pg_10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:ucin1337885489)
3. ALEXANDER, Barbara M., BAXTER, C. Stuart, 2014. Plasticizer Contamination of Firefighter Personal Protective Clothing – A Potential Factor in Increased Health Risks in Firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* [online]. Vol. 11, Iss. 5. DOI: 10.1080/15459624.2013.877142 [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15459624.2013.877142>
4. ALEXANDER, Barbara M., BAXTER, C. Stuart, 2016. Flame-retardant contamination of firefighter personal protective clothing – A potential health risk for firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* [online]. Vol. 13, Iss. 9. DOI: 10.1080/15459624.2016.1183016 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459624.2016.1183016>
5. AUSTIN, Claire. C. et al., 2001. Characterization of volatile organic compounds in smoke at municipal structural fires. *Journal of Toxicology and Environmental Health* [online]. Vol. 63, Iss. 6. DOI: 10.1080/152873901300343470 [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/152873901300343470>
6. BACON, Roger, 2017. *Decontamination Pathways in Fire Stations* [online]. Fort Worth: LeMay Erickson Willcox [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://lewarchitects.com/decontamination-pathways-fire-stations/>
7. BOTT, Raymond C. et al., 2010. *Fire fighter exposure to diesel exhaust at QFRS fire station* [online]. Queensland Fire and Rescue Service [cit. 2017-07-30]. DOI: 10.13140/RG.2.1.3921.5601.
8. BRUMOVSKÁ, Irena, 2008. *Speciální chemie pro požární ochranu: učební texty*. 3., (přepřac.) vyd. Praha: Ministerstvo vnitra, generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-86640-88-4.
9. BURSÍKOVÁ, Petra et al., 2013. *Zpráva o výsledcích požární zkoušky simulující možné znečištění ovzduší šaten hasičských stanic HZS ČR ochrannými*

*oděvy kontaminovanými kouřem požáru při hasebním zásahu.* Praha: MV-GŘ HZS ČR – Technický ústav požární ochrany.

10. ČAPOUN, Tomáš, KRYKORKOVÁ, Jana, 2008. Analýza látek v ovzduší metodou GC/MS se sorpčními trubičkami Tenax. *The Science for Population Protection*. Vol. 0.
11. ČAPOUN, T. et al., 2011. *Metodiky analýzy organických látek mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 V. Kontaminace sorpčních trubiček Tenax v mobilní chemické laboratoři.* Lázně Bohdaneč: MV-GŘ HZS ČR – Institut ochrany obavatelstva.
12. ČAPOUN, Tomáš, KRYKORKOVÁ, Jana, 2005. *Standardní operační postup SOP PO3 - Analýza plynů a par v ovzduší multikomponentním plynovým FTIR analyzátozem Gasmeter DX-4000.* Lázně Bohdaneč: MV-GŘ HZS ČR – Institut ochrany obavatelstva.
13. ČAPOUN, Tomáš, KRYKORKOVÁ, Jana, 2015. *Standardní operační postup SOP IO3 – identifikace látek GC/MS systémem EM 640.* [SOP IO3]. Lázně Bohdaneč: MV-GŘ HZS ČR – Institut ochrany obavatelstva.
14. Český normalizační úřad, 2007a. ČSN EN ISO 1600-1 Vnitřní ovzduší – Část 1: Obecná hlediska odběru vzorků. Praha: Český normalizační institut.
15. Český normalizační úřad, 2007b. ČSN EN ISO 1600-5 Vnitřní ovzduší – Část 5: Postup odběrů vzorků těkavých organických látek (VOC). Praha: Český normalizační institut.
16. Český normalizační úřad, 2006. ČSN 73 5710: *Požární stanice a požární zbrojnice.* Praha: Český normalizační institut.
17. DANIELS, Robert D et al., 2015. Exposure – response relationships for select cancer and non-cancer health outcomes in a cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950–2009). *Occupational and Environmental Medicine* [online]. **72**(10), 699-706. DOI: 10.1136/oemed-2014-102671. ISSN 1351-0711 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://oem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/oemed-2014-102671>
18. DVOŘÁK, Otto et al., 2005. *Manuál k údržbě a kontrole ochranných oděvů pro potřebu HZS ČR.* Praha: MV-GŘ HZS ČR – Technický ústav požární ochrany.
19. DVOŘÁK, Otto et al., 2007. *Nebezpečí toxicity zplodin hoření materiálů.* Praha: MV-GŘ HZS ČR. ISBN 978-80-86640-92-1.
20. ERICKSON, Paul, 2014. *Hot Zone Design: Contain the Contaminants* [online]. Firehouse.com [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <http://www.firehouse.com/article/11588372/station-design-supplement>

21. EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK, 2011. *European good practice awards 2010 - 2011: awarded and commended examples*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-929-1914-036.
22. FABIAN, T. et al., 2010. *Firefighter exposure to smoke particulates* [online]. Underwriters Laboratories Inc. [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.ul.com/global/documents/offerings/industries/buildingmaterials/fireservice/WEBDOCUMENTS/EMW-2007-FP-02093.pdf>
23. FENT, Kenneth W. et al., 2015. Volatile Organic Compounds Off-gassing from Firefighters' Personal Protective Equipment Ensembles after Use. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* [online]. Vol. 12, Iss. 6. DOI: 10.1080/15459624.2017.1334904 [cit. 2017-07-20]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459624.2015.1025135>
24. GLASS, D. C. et al., 2015. Mortality and cancer incidence in a cohort of male paid Australian firefighters. *Occupational & Environmental Medicine* [online]. Vol. 73, Iss. 11. DOI: 10.1136/oemed-2015-103467 [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <http://oem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/oemed-2015-103467>
25. Hazardous Substances Data Bank (HSDB), 2017. *The National Library of Medicine* [online]. Maryland: National Institutes of Health [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?/temp/~7jzlb0:1>
26. HELGESEN, John, 2010. *Management and decontamination of Firefighters structural protective clothing and equipment* [online]. Canberra: Churchill Trust [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: [https://www.churchilltrust.com.au/media/fellows/Helgesen\\_John\\_2010.pdf](https://www.churchilltrust.com.au/media/fellows/Helgesen_John_2010.pdf)
27. Hlavní hygienik ČR, 2007. *Metodický návod pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb.* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví České republiky [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri\\_ovzdusi/met\\_nav\\_mrereni\\_stanoveni\\_chem\\_fyz\\_bio\\_indoor.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/met_nav_mrereni_stanoveni_chem_fyz_bio_indoor.pdf)
28. HZS ČR, 2017a. *Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR: Statistická ročenka 2016* [online]. Praha: MV-GŘ HZS ČR [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky>
29. HZS ČR, 2017b. *Požadavky na věcné prostředky* [online]. Praha: MV-GŘ HZS ČR [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/pozadavky-na-vecne-prostredky.aspx>
30. HZS ČR, 2017c. *Historie a současnost* [online]. Pardubice: HZS Pardubického kraje [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/organizacni-slozky-uo-chrudim-historie-a-soucasnost.aspx>

31. HZS ČR, 2017d. *Historie a současnost* [online]. Pardubice: HZS Pardubického kraje [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/stanice-pardubice-historie-a-soucasnost-historie-a-soucasnost.aspx>
32. HZS ČR, 2017e. *Historie a současnost* [online]. Pardubice: HZS Pardubického kraje [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/uo-svitavy-historie-a-soucasnost.aspx>
33. HZS ČR, 2017f. *Historie a současnost* [online]. Pardubice: HZS Pardubického kraje [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/organizacni-slozky-uo-usti-nad-orlici-historie-a-soucasnost.aspx>
34. HZS Pardubického kraje, 2008. *Interní sdělení náměstka ředitele hasičského záchranného sboru Pardubického kraje č. 1/2008 ze dne 7. 1. 2008, kterým se vydává zajištění údržby zásahových osobních ochranných oděvů*. Pardubice: HZS Pardubického kraje.
35. KIRK, Katherine M., LOGAN, Michael B., 2015. Structural Fire Fighting Ensembles: Accumulation and Off-gassing of Combustion Products. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* [online]. **12**(6), 376-383. DOI: 10.1080/15459624.2015.1006638 [cit. 2017-04-19]. ISSN 1545-9624. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459624.2015.1006638>
36. *Koncepce chemické služby HZS ČR*, 2005. Praha: MV-HZS ČR. ISBN 80-866-4040-X.
37. LAITINEN, Juha et al., 2016. *Vähentääkö Skellefteå-malli palomiesten altistumisesta operatiivisessa työssä* [online]. Helsinki: Työterveyslaitos ja kirjoittajat [cit. 2017-07-27]. ISBN 978-952-261-644-9. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/78566059.pdf>
38. LEMASTERS, Grace K. et al., 2006. Cancer Risk Among Firefighters: A Review and Meta-analysis of 32 Studies. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* [online]. **48**(11), 1189-1202. DOI: 10.1097/01.jom.0000246229.68697.90 [cit. 2017-04-19]. ISSN 1076-2752. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>
39. LINHART, Igor, 2014. *Toxikologie: interakce škodlivých látek s živými organismy, jejich mechanismy, projevy a důsledky*. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-877-1.
40. MAGNUSSON, Stefan, HULTMAN, David, 2015. *Healthy firefighters: the Skellefteå Model improves the work environment*. Karlstad: Swedish Civil Contingencies Agency, MSB849. ISBN 978-91-7383-570-1.
41. MÁLEK, Bohuslav, 2014. *Hygiena práce*. 2., aktualiz. (v Sobotáles 1.) vyd. Praha: Sobotáles. ISBN 978-80-86817-46-0.

42. MATĚJKA, Jiří et al., 2012. *Chemická služba: učební skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky 2012. ISBN 978-80-87544-09-9.
43. MV-GŘ HZS ČR, 2006a. *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR částka 30/2006: Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 22. 12. 2006, kterým se vydává Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha: MV-GŘ HZS ČR.
44. MV-GŘ HZS ČR, 2006b. *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR částka 21/2006: Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 21. 12. 2006, kterým se vydává Řád technické služby Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha: MV-GŘ HZS ČR.
45. MV-GŘ HZS ČR, 2011. *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR částka 26/2011: Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 13. 6. 2011, o vydávání technických podmínek pro požární techniku a věcné prostředky požární ochrany*. Praha: MV-GŘ HZS ČR.
46. MV-GŘ HZS ČR, 2016. *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR částka 62/2016: Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 21. 12. 2016, kterým se vydává Řád technické služby Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha: MV-GŘ HZS ČR.
47. MV-GŘ HZS ČR, 2017. *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR částka 6/2017: Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 31. 1. 2017, kterým se vydává Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha: MV-GŘ HZS ČR.
48. MV-ředitelství HZS ČR, 1996. *Sbírka pokynů vrchního požárního rady ČR č. 1/1996 ze dne 2. 1. 1996, kterým se vydává Řád chemicko – technické služby v požární ochraně*. Praha: MV – ředitelství HZS ČR.
49. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, 2007 [online]. [cit. 2017-06-20]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 111, s. 5086-5236. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2007&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2007&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
50. Nařízení vlády č. 69/2014 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, 2014 [online]. [cit. 2017-07-20]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 26, s. 779-797. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=69/2014&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=69/2014&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
51. National Fire Protection Association, 2014. *NFPA 1851: Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting* [online]. Massachusetts: National Fire Protection

- Association [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1851>
52. National Fire Protection Association, 2017. *PPE Cleaning Validation* [online]. Massachusetts: National Fire Protection Association [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.nfpa.org/news-and-research/resources/fire-protection-research-foundation/current-projects/investigation-of-turnout-clothing-contamination-and-validation-of-cleaning-procedures>
53. PELCLOVÁ, Daniela, 2014. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., dopl. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-7380-627-9.
54. POC, Pavel, 2015. *Pavel Poc otevřel v EP téma hasičů ohrožených rakovinou* [online]. Pavelpoc.cz [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <http://www.pavelpoc.cz/pavel-poc-otevrel-v-ep-tema-hasicu-ohrozenych-rakovinou>
55. PUKKALA, Eero et al., 2014. Cancer incidence among firefighters: 45 years of follow-up in five Nordic countries. *Occupational and Environmental Medicine* [online]. **71**(6), 398–404. DOI: 10.1136/oemed-2013-101803 [cit. 2017-04-19]. ISSN 1351-0711. Dostupné z: <http://oem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/oemed-2013-101803>
56. RICH, Ivan, 2016. *Understanding PPE standards* [online]. London: Hemming Fire [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: [http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/2815/Understanding\\_PPE\\_standards.html](http://www.hemmingfire.com/news/fullstory.php/aid/2815/Understanding_PPE_standards.html)
57. SCHETTLER, Ted, 2008. *Generace v ohrožení: reprotoxické látky v životním prostředí*. Praha: Arnika. ISBN 978-80-254-5703-0.
58. ŠAMÁNEK, Jaromír et al., 2008. *Hygienické limity v pracovním prostředí - Obecná informace* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/hygienicke-limity-v-pracovnim-prostredi-obecna-informace>
59. ŠVÁBOVÁ, Květa, 2015. *Vybrané kapitoly z pracovního lékařství*. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. ISBN 978-808-7023-327.
60. Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), 2001 [online]. [cit. 2017-06-20]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 95, s. 5446–5489. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=246/2001&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=246/2001&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
61. Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, 2001 [online]. [cit. 2017-05-27]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 95, s. 5490–5532. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka>

zakonu/SearchResult.aspx?q=247/2001&typeLaw=zakon&what=Cislo\_zakona\_smlouvy

62. WHO, 2010. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 98: Painting, firefighting, and shiftwork*. Geneva: WHO Press. ISBN 978-92-832-1298-0.
63. Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, 1985 [online]. [cit. 2017-03-27]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 34, s. 674–691. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=133/1985&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=133/1985&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
64. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, 2000 [online]. [cit. 2017-04-10]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 73, s. 3461–3474. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3461>
65. Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, 2006 [online]. [cit. 2017-06-18]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 84, s. 3146–3241. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=262/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=262/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
66. Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), 2006 [online]. [cit. 2017-06-20]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 96, s. 3789–3797. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=309/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=309/2006&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
67. Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru), 2015. [online]. [cit. 2017-04-10]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 135, s. 4307–4324. ISSN 1211-1244. Dostupné z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=320/2015&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=320/2015&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
68. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů, 2011 [online]. [cit. 2017-06-20]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 122, s. 4353–4375. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=350/2011&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=350/2011&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)



69. Zákon č. 361/2003 Sb., o služebním poměru příslušníků bezpečnostních sborů, 2003 [online]. [cit. 2017-06-25]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 121, s. 5850–5910. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2003&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2003&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)
70. ZMRHAL, Vladimír et al., 2016. *Koncept větrání* [online]. Praha: České vysoké učení technické, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: [www.stavebniakademie.cz/lectureNoteDownload.spr?name=309.pdf](http://www.stavebniakademie.cz/lectureNoteDownload.spr?name=309.pdf)
71. ŽIŽKA, Jiří, 1991. Protiplynová služba PO: Historie II. *150 Hoří*. (3), 13. ISSN 0682-8467.

## 8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Simulace kontaminace prostředků 16. 3. 2017 a 16. 5. 2017.....	113
Příloha 2: Simulace kontaminace provozních prostorů CHS stanice Vysoké Mýto ....	114
Příloha 3: Odběrové prostředky a odběrový systém.....	116
Příloha 4: Laboratorní vybavení pro analýzu odebraných vzorků.....	117
Příloha 5: Kontaminace ovzduší při běžném provozu – protokoly o zkoušce č. 522 a č. 533.....	118
Příloha 6: Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů – protokoly o zkoušce č. 532 a č. 566.....	124
Příloha 7: Analýza vzorků metodou FTIR – záznam látek.....	130
Příloha 8: Záznam informací o čisté dílně stanice Pardubice.....	131
Příloha 9: Záznam informací o mokré dílně CHS stanice Pardubice .....	133
Příloha 10: Záznam informací o dílně TS stanice Pardubice.....	134
Příloha 11: Záznam informací o skladu TS stanice Pardubice .....	135
Příloha 12: Záznam informací o místnosti údržby OOP TS stanice Pardubice.....	136
Příloha 13: Záznam informací o dílně kompletovací CHS stanice Chrudim .....	137
Příloha 14: Záznam informací o dílně na měření CHS stanice Chrudim .....	138
Příloha 15: Záznam informací o dílně mokré CHS stanice Svitavy.....	139
Příloha 16: Záznam informací o dílně čisté CHS stanice Svitavy.....	139
Příloha 17: Záznam informací o dílně CHS stanice Přelouč .....	141
Příloha 18: Záznam informací o dílně CHS stanice Holice.....	142
Příloha 19: Záznam informací o dílně CHS stanice Vysoké Mýto.....	143
Příloha 20: Odběrová místa v provozních prostorech CHS a TS stanice Pardubice ....	144
Příloha 21: Odběrová místa v prostorech CH stanice Chrudim.....	146
Příloha 22: Odběrová místa v prostorech CHS stanice Svitavy .....	147
Příloha 23: Odběrové místo v prostorech CHS stanice Přelouč .....	148
Příloha 24: Odběrové místo v prostorech CHS stanice Holice.....	149
Příloha 25: Odběrové místo v prostorech CHS stanice Vysoké Mýto .....	150
Příloha 26: Návrh sdružených provozních prostorů stanice Vysoké Mýto .....	151

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Princip Skellefteå modelu.....	22
Obr. 2: Mokrý dílna CHS na stanici Pardubice .....	34
Obr. 3: Čistý dílna CHS na stanici Pardubice .....	35
Obr. 4: Místnost pro údržbu OOP na stanici Pardubice .....	37
Obr. 5: Četnost použití dýchacích přístrojů u požárního zásahu podle stanic HZS Pardubického kraje za roky 2012 až 2016 .....	40
Obr. 6: Počet výcviků a frekventantů ve „flashover kontejneru“ Vysoké Mýto za roky 2011–2016 .....	43

## 10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Nutné technické zázemí CHS a TS dle ČSN 73 5710.....	25
Tabulka 2: Početní stavy v jednotkách HZS Pardubického kraje k 1. 7. 2017.....	32
Tabulka 3: Vybrané provozní prostory CHS a TS HZS Pardubického kraje .....	42
Tabulka 4: Odebrané vzorky ve vybraných prostorech HZS Pardubického kraje .....	53
Tabulka 5: Výsledky identifikace VOC v čisté dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	55
Tabulka 6: Výsledky identifikace VOC v čisté dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	55
Tabulka 7: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	56
Tabulka 8: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	56
Tabulka 9: Výsledky identifikace VOC v dílně TS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	57
Tabulka 10: Výsledky identifikace VOC v dílně TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	57
Tabulka 11: Výsledky identifikace VOC ve skladu TS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	58
Tabulka 12: Výsledky identifikace VOC ve skladu TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	58
Tabulka 13: Výsledky identifikace VOC v místnosti pro údržbu OOP TS stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	59
Tabulka 14: Výsledky identifikace VOC v místnosti pro údržbu OOP TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	59
Tabulka 15: Výsledky identifikace VOC venkovního ovzduší stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	60
Tabulka 16: Výsledky identifikace VOC v dílně kompletovací CHS stanice Chrudim – odhad koncentrace > 1 ppm.....	61
Tabulka 17: Výsledky identifikace VOC v dílně TS stanice Pardubice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	61
Tabulka 18: Výsledky identifikace VOC v dílně na měření CHS stanice Chrudim – odhad koncentrace > 1 ppm.....	62

Tabulka 19: Výsledky identifikace VOC v dílně na měření CHS Chrudim – odhad koncentrace < 1 ppm.....	62
Tabulka 20: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Chrudim – odhad koncentrace > 1 ppm.....	63
Tabulka 21: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Chrudim – odhad koncentrace < 1 ppm.....	63
Tabulka 22: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Svitavy – odhad koncentrace > 1 ppm.....	64
Tabulka 23: Výsledky identifikace VOC v mokré dílně CHS stanice Svitavy – odhad koncentrace < 1 ppm.....	65
Tabulka 24: Výsledky identifikace VOC v čisté dílně CHS stanice Svitavy – odhad koncentrace < 1 ppm.....	65
Tabulka 25: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Svitavy – odhad koncentrace < 1 ppm.....	66
Tabulka 26: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Přelouč – odhad koncentrace > 1 ppm.....	67
Tabulka 27: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Přelouč – odhad koncentrace < 1 ppm.....	67
Tabulka 28: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Přelouč – odhad koncentrace > 1 ppm.....	68
Tabulka 29: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Přelouč – odhad koncentrace < 1 ppm.....	68
Tabulka 30: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Holice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	69
Tabulka 31: Výsledky identifikace VOC v dílně CHS stanice Holice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	69
Tabulka 32: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Holice – odhad koncentrace > 1 ppm.....	70
Tabulka 33: Výsledky identifikace VOC ve venkovním ovzduší stanice Holice – odhad koncentrace < 1 ppm.....	70
Tabulka 34: Výsledky identifikace VOC v kanceláři krajského ředitelství HZS.....	71
Tabulka 35: Výsledky identifikace VOC v garáži pro požární techniku stanice Pardubice – odhad koncentrace > 1 ppm a < 1 ppm.....	71

Tabulka 36: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při prvním odběru – odhad koncentrace > 1 ppm.....	72
Tabulka 37: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při druhém odběru – odhad koncentrace > 1 ppm.....	73
Tabulka 38: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při prvním odběru – odhad koncentrace < 1 ppm.....	74
Tabulka 39: Souhrn identifikovaných VOC vybraných prostorů CHS a TS při druhém odběru – odhad koncentrace < 1 ppm.....	75
Tabulka 40: Souhrn látek identifikovaných ve venkovním ovzduší při prvním a druhém odběru – odhad koncentrace > 1 ppm.....	75
Tabulka 41: Souhrn látek identifikovaných ve venkovním ovzduší při prvním a druhém odběru – odhad koncentrace < 1 ppm.....	76
Tabulka 42: Odebrané vzorky v provozních prostorech CHS stanice Vysoké Mýto.....	77
Tabulka 43: Souhrn látek identifikovaných v dílně CHS Vysoké Mýto při prvním a druhém odběru.....	79
Tabulka 44: Hygienické limity pro pracovní prostředí – kontaminace ovzduší při běžném provozu.....	83
Tabulka 45: Hygienické limity pro pracovní prostředí – simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů.....	89

## 11 SEZNAM ZKRATEK

ATDSR - Americký úřad pro registraci toxických látek a chorob

BRF - Švédská asociace hasičů

ČSN - česká technická norma

ČSN EN ISO - česká technická norma přejímající evropskou normu

DEHP - Bis(2-ethylhexyl) ftalát

EU - Evropská unie

FFP - filtrační účinnost

FIOH - Finský ústav pracovního zdraví

FTIR - infračervený spektrometr s Fourierovou transformací

GC/MSD - plynový chromatograf s hmotnostním detektorem

HCHNO - formaldehyd

HZS ČR - Hasičský záchranný sbor České republiky

CHS - chemická služba

CHTS - chemicko-technická služba

IARC - Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny

IZS - Integrovaný záchranný systém

JPO - jednotka požární ochrany

JSDH - jednota sboru dobrovolných hasičů

MRL - list minimální úrovně rizik

MSB – Švédská agentura pro civilní záležitosti

MU - mimořádná událost

MV-GŘ HZS ČR - Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky

NFPA - Národní asociace protipožární ochrany

NH<sub>3</sub> - čpavek

NCHL - nebezpečná chemická látka

NL - nebezpečná látka

NO<sub>x</sub> - nitrozní plyny

NPK - P - nejvyšší přípustná koncentrace pro pracovní prostředí

OOP - osobní ochranné pomůcky

OSHA – Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci

PAU - polycyklické aromatické uhlovodíky

PBDE - polybromovaných difenyléterů

PEL - přípustný expoziční limit

ppb - objemová část v miliardě

PPE - osobní ochranné pomůcky

ppm - objemová část v milionu

PVC - polyvinylchlorid

QFRS - Hasičský záchranný sbor Queensland

SO<sub>2</sub> - oxid siřičitý

SOP - standardní operační postup

SVOC - organické těkavé látky s vyšší molekulovou hmotností a vyšší teplotou varu

TS - technická služba

TÚPO – Technický ústav požární ochrany

TVOC – celkový souhrn organických těkavých látek

ÚO – územní odbor Hasičského záchranného sboru kraje

VOC - organické těkavé látky

VZT - vzduchotechnická zařízení



## **Příloha 1: Simulace kontaminace prostředí 16. 3. 2017 a 16. 5. 2017**

Hořlavé látky umístěné ve spalovací peci flashover kontejneru 16. 3. 2017



Zdroj: Vlastní výzkum

Hasiči provádějící výcvik ve flashover kontejneru 16. 3. 2017



Zdroj: Vlastní výzkum

Hořlavé látky připravené k umístění do spalovací pece flashover kontejneru 16. 5. 2017



Zdroj: Vlastní výzkum

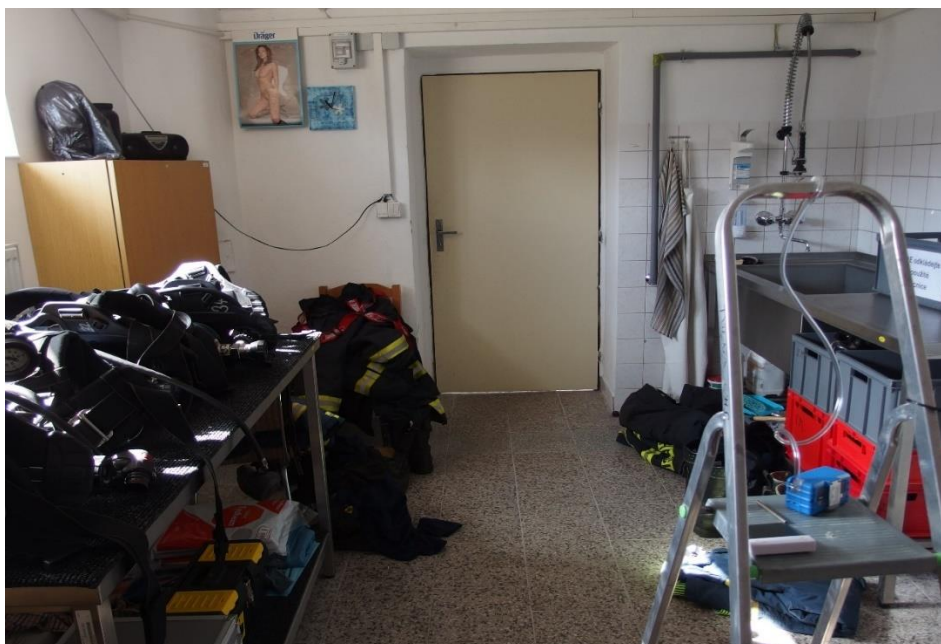
Hasiči provádějící výcvik ve flashover kontejneru 16. 5. 2017



Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 2: Simulace kontaminace provozních prostorů CHS stanice Vysoké Mýto

Kontaminované prostředky umístěné v prostorech CHS – 16. 3. 2017



Zdroj: Vlastní výzkum

Kontaminované prostředky umístěné v prostorech CHS – 16. 5. 2017



Zdroj: Vlastní výzkum

### Příloha 3: Odběrové prostředky a odběrový systém

Odběrové čerpadlo, adsorpční trubičky Tenax, odběrový vak, teploměr s vlhkoměrem a skleněná nádobka pro minimalizaci kontaminace trubiček Tenax



Zdroj: Vlastní výzkum

Odběrový systém



Zdroj: Vlastní výzkum

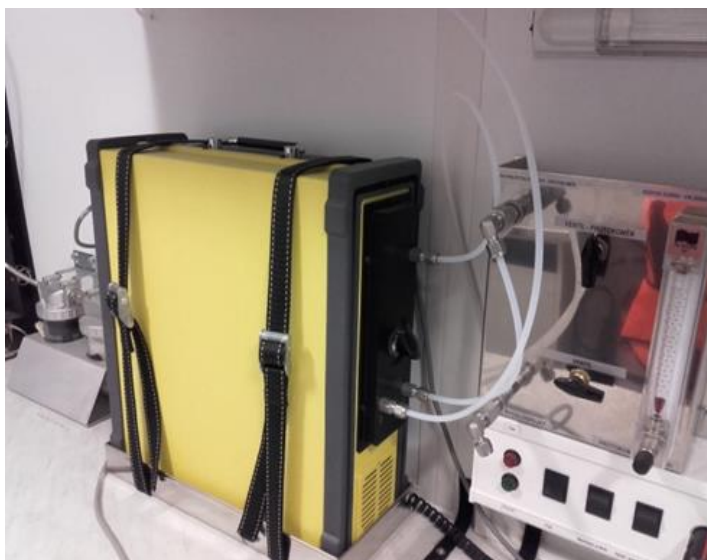
#### **Příloha 4: Laboratorní vybavení pro analýzu odebraných vzorků**

Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem a termodesorpčním zařízením pro analýzu vzorků z trubiček Tenax



Zdroj: Vlastní výzkum

Multikomponentní plynový FTIR analyzátor pro analýzu vzorků z odběrových vaků



Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 5: Kontaminace ovzduší při běžném provozu – protokoly o zkoušce č. 522 a č. 533**

Protokol o zkoušce č. 522 – část 1

MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b> <b>Č.: 522</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 1/3 Počet příloh: 1
--	---	--



**Požadovaná zkouška:** IDENTIFIKACE LÁTEK V OVZDUŠÍ **Expertiza č.: 22/17**

**Žadatel:**  
♦ *jméno:* kpt. Bc. Petr Kožený, DiS. ♦ *funkce:* technik TS  
♦ *adresa:* Ředitelství HZS Pardubického kraje, odbor IZS a služeb,  
Teplého 1526, 530 02 Pardubice

**Vzorek:**

- ♦ *označení:* č. 1 až 16 (16 vzorků)
- ♦ *předmět zkoušky:* vnitřní a vnější ovzduší – viz příloha č. 1
- ♦ *obal:* sorpční trubička Tenax / Carboxen / Carbograph
- ♦ *popis:* ovzduší odebrané prosáváním sorpční trubičkou
- ♦ *množství:* po 10 l každého vzorku
- ♦ *místo odběru:* požární stanice HZS Pardubického kraje – viz příloha č. 1
- ♦ *odebral:* kpt. Kožený
- ♦ *datum odběru:* 1. – 20. 2. 2017 – viz příloha č. 1
- ♦ *datum dodání:* 1. – 20. 2. 2017

**Zkouška:**

- ♦ *provedl:* Krykorková, Čapoun ♦ *dne:* 1. – 20. 2. 2017
- ♦ *přístroje:* Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem GC/MSD 7890/5975C (Agilent Technologies, Inc. Wilmington, USA), výr. č. CN11391046/US11384708  
Parametry měření:  
„TOL-TRUB.M“: Kolona: Agilent HP-5MS: 325 °C, délka 30 m, ø 250 µm, fáze 0,25 µm. Nosný plyn helium 5,6 1,0 ml/min. T Inlet 230 °C, T rozhraní GC/MSD 290 °C, Scan range 35-800 amu. Nástřik 0,05 min. Splitless Solvent delay 0 min. GC program: 40 °C – 2 min, od 40 °C do 130 °C dT/dt 5 °C/min, od 130 °C do 220 °C dT/dt 20 °C/min, 220 °C – 1 min.  
Parametry desorpce sorpčních trubiček v termodesorberu TD 100 (výr. č. GB00K-10191) - „trubička mth“:
  - Purge: time 1 min., flow 20 ml/min,
  - Desorption: time 5 min., T 280 °C, flow 20 ml/min,
  - Trap settings: purge 1 min., T -10 – 300 °C, flow 20 ml/min.
- ♦ *postup:* GC/MS analýza
  - Desorpce látek ze sorpčních trubiček dle standardního operačního postupu I03, část A.1., (1. STAUFFER, E., DOLAN, J. A., NEWMAN, R. *Fire Debris Analysis*. Elsevier Inc., 2008. ISBN 978-012-663971-1).
  - Identifikace látek softwarem GC MSD Data Analysis.

Zkušební laboratoř č. 1630 akreditovaná ČIA  
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005



Protokol o zkoušce č. 522 – část 2

MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>  <b>Č.: 522</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 2/3 Počet příloh: 1
--	---	--

- Odhad koncentrace identifikovaných látek v ovzduší na základě plochy chromatografického píku (záznam č. 324/Ča)  
*Odhad koncentrace látek v ovzduší není akreditován ČIA.*

♦ *výsledek uložen:* C:\msdchem\1\data\DIPLOMKY\Kozeny

**Výsledky:**

Označení vzorku	Hlavní složky – odhad koncentrace [ppm]	Ostatní identifikované látky ve stopovém množství (< 1 ppm)
1	toluen – 2 <u>isopropylalkohol</u> – 4	ethanol, ethylacetát, benzen, <u>trimethylbenzen</u>
2	toluen – 3 <u>isopropylalkohol</u> – 5	ethanol, ethylacetát, benzen
3	-	<u>xyleny</u> , <u>ethylbenzen</u> , styren
4	toluen - 2	<u>isopropylalkohol</u> , benzen, <u>isobutylen</u>
5	toluen - 2	alifatické uhlovodíky C4-C7, benzen
6	toluen - 1	alifatické uhlovodíky C4-C7, benzen
7	toluen – 5 benzen – 2 <u>isopentan</u> – 1 <u>methylnmethakrylát</u> – 1	alifatické uhlovodíky C5-C7
8	xylén – 4	<u>ethylbenzen</u>
9	toluen – 4 benzen – 2 <u>isopropylalkohol</u> – 3	alifatické uhlovodíky C6-C7, cyklohexan, <u>tetrachlorethylen</u>
10	toluen – 4 benzen – 2 <u>isopropylalkohol</u> – 7	alifatické uhlovodíky C6-C7, cyklohexan, <u>tetrachlorethylen</u>
11	xylén – 1	kaprolaktam, kyselina benzoová
12	-	-
13	-	<u>propan</u> , <u>formamid</u>
14	-	<u>propan</u> , <u>dimethylamin</u>
15	-	<u>isobutylen</u> , alifatické uhlovodíky C5, benzen, toluen
16	-	pentan, benzen, toluen, xyleny, kyselina octová

Protokol o zkoušce č. 522 – část 3

<i>MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč</i>	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>  <b>Č.: 522</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 3/3 Počet příloh: 1
---	---	--

**Závěr:**

Látky identifikované v odebraných vzorcích ovzduší a odhad jejich koncentrace uvádí výsledková tabulka.

Zkoušku provedli	(podpis):	
Protokol zpracoval:	Ing. Jana Krykorková, CSc.	
Schválil:	Ing. Tomáš Čapoun, CSc. vedoucí chemické laboratoře	
Protokol vydán:	v Lázních Bohdaneč dne	8. 3. 2017

\* \* \*

***Prohlášení***

- 1. Výsledky zkoušky se týkají pouze předmětu zkoušky. Laboratoř odpovídá pouze za výsledky zkoušek vzorku ve stavu, ve kterém byl zákazníkem dodán.*
- 2. Protokol o zkoušce nesmí být bez písemného souhlasu MV – GR HZS ČR, Institutu ochrany obyvatelstva, chemické laboratoře použit k propagačním nebo publikačním účelům a reprodukován jinak než celý.*



<p>MV – GR HZS ČR                  Institut ochrany obyvatelstva                  Chemická laboratoř                  Na Lužci 204                  533 41 Lázně Bohdaneč</p>	<p><b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b></p> <p><b>Č.: 523</b></p>	<p>Místo provedení zkoušky:                  chemická laboratoř Lázně                  Bohdaneč                  Strana: 1/3                  Počet příloh: 1</p>
---	--	---

**+** Požadovaná zkouška: IDENTIFIKACE LÁTEK V OVZDUŠÍ Expertiza č.: **23/17**

Žadatel:

- ♦ jméno: kpt. Bc. Petr Kožený, DiS.
- ♦ funkce: technik TS
- ♦ adresa: Ředitelství HZS Pardubického kraje, odbor IZS a služeb, Teplého 1526, 530 02 Pardubice

Vzorek:

- ♦ označení: č. 17 až 34 (18 vzorků)
- ♦ předmět zkoušky: vnitřní a vnější ovzduší – viz příloha č. 1
- ♦ obal: sorpční trubička Tenax / Carboxen / Carbograph
- ♦ popis: ovzduší odebrané prosáváním sorpční trubičkou
- ♦ množství: po 10 l každého vzorku
- ♦ místo odběru: požární stanice HZS Pardubického kraje – viz příloha č. 1
- ♦ odebral: kpt. Kožený
- ♦ datum odběru: 7. – 15. 3. 2017 – viz příloha č. 1
- ♦ datum dodání: 8. – 16. 3. 2017

Zkouška:

- ♦ provedl: Krykorková, Čapoun
- ♦ dne: 10. – 17. 3. 2017
- ♦ přístroje: Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem GC/MSD 7890/5975C (Agilent Technologies, Inc. Wilmington, USA), výr. č. CN11391046/US11384708  
 Parametry měření:  
 „TOL-TRUB.M“: Kolona: Agilent HP-5MS: 325 °C, délka 30 m, ø 250 µm, fáze 0,25 µm. Nosný plyn helium 5,6 1,0 ml/min. T Inlet 230 °C, T rozhraní GC/MSD 290 °C, Scan range 35-800 amu. Nástřik 0,05 min. Splitless. Solvent delay 0 min. GC program: 40 °C – 2 min, od 40 °C do 130 °C dT/dt 5 °C/min, od 130 °C do 220 °C dT/dt 20 °C/min, 220 °C – 1 min.  
 Parametry desorpce sorpčních trubiček v termodesorberu TD 100 (výr. č. GB00K-10191) - „trubička.mth“:
  - Purge: time 1 min., flow 20 ml/min,
  - Desorption: time 5 min., T 280 °C, flow 20 ml/min,
  - Trap settings: purge 1 min., T -10 – 300 °C, flow 20 ml/min.
- ♦ postup: GC/MS analýza
  - Desorpce látek ze sorpčních trubiček dle standardního operačního postupu I03, část A.1., (I. STAUFFER, E., DOLAN, J. A., NEWMAN, R. Fire Debris Analysis. Elsevier Inc., 2008. ISBN 978-012-663971-1).
  - Identifikace látek softwarem GC MSD Data Analysis.

Protokol o zkoušce č. 523 – část 2

<p>MV – GR HZS ČR          Institut ochrany obyvatelstva          Chemická laboratoř          Na Lužci 204          533 41 Lázně Bohdaneč</p>	<p><b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>   <b>Č.: 523</b></p>	<p>Místo provedení zkoušky:          chemická laboratoř Lázně          Bohdaneč          Strana: 2/3          Počet příloh: 1</p>
---	---	---

- Odhad koncentrace identifikovaných látek v ovzduší na základě plochy chromatografického píku (záznam č. 324/Ča)  
*Odhad koncentrace látek v ovzduší není akreditován ČIA.*

♦ *výsledek uložen:* C:\msdchem\1\data\DIPLOMKY\Kozeny

**Výsledky:**

Označení vzorku	Hlavní složky – odhad koncentrace [ppm]	Ostatní identifikované látky ve stopovém množství ( $\leq 1$ ppm)
17	toluen – 3 benzen – 1	alifatické a cyklické uhlovodíky C5-C7
18	toluen – 4 benzen – 2	alifatické a cyklické uhlovodíky C5-C7
19	xyleny – 2	<u>ethylbenzen</u> , <u>nonan</u> , <u>kaprolaktam</u>
20	-	kyselina octová, kyselina benzoová
21	toluen – 3 <u>isopropylalkohol</u> – 2	benzen
22	-	<u>kaprolaktam</u> , <u>methoxyvoktan</u>
23	<u>isopentan</u> – 1	<u>isohexan</u> , benzen
24	xyleny – 2	kyselina octová
25	toluen – 4 benzen – 1	alifatické uhlovodíky C5-C7, <u>methylnmethakrylát</u>
26	xyleny – 3 <u>ethylbenzen</u> – 1 <u>hexanoly</u> - 1	kyselina octová, <u>ethanthiol</u>
27	toluen – 3	alifatické uhlovodíky C5-C7, benzen
28	xyleny – 7 toluen – 6 <u>ethylbenzen</u> – 2	ethylacetát
29	alkylbenzeny C3 – 2	kyselina octová, xyleny, <u>pentadien</u> , benzen, hexan
30	-	<u>ethanthiol</u>
31	-	benzen, toluen, kyselina octová, ethylacetát
32	ethanol – 13	benzen, kyselina octová, ethylacetát
33	ethanol – 7	kyselina octová, <u>dimethylhydrazin</u>
34	ethanol – 10 <u><math>\alpha</math>-pinen</u> – 1	kyselina octová

Protokol o zkoušce č. 523 – část 3

<i>MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč</i>	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b> <b>Č.: 523</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 3/3 Počet příloh: 1
---	---	--

**Závěr:**

Látky identifikované v odebraných vzorcích ovzduší a odhad jejich koncentrace uvádí výsledková tabulka.

Zkoušku provedli	(podpis):	
Protokol zpracoval:	Ing. Jana Krykorková, CSc.	
Schválil:	Ing. Tomáš Čapoun, CSc. vedoucí chemické laboratoře	
Protokol vydán:	v Lázních Bohdaneč dne	20. 3. 2017

\* \* \*

**Prohlášení**

1. Výsledky zkoušky se týkají pouze předmětu zkoušky. Laboratoř odpovídá pouze za výsledky zkoušek vzorku ve stavu, ve kterém byl zákazníkem dodán.
2. Protokol o zkoušce nesmí být bez písemného souhlasu *MV - GR HZS ČR, Institutu ochrany obyvatelstva, chemické laboratoře* použit k propagačním nebo publikačním účelům a reprodukován jinak než celý.

Zkušební laboratoř č. 1630 akreditovaná ČIA  
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005



Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 6: Simulace kontaminace ovzduší provozních prostorů – protokoly o zkoušce č. 532 a č. 566**

Protokol o zkoušce č. 532 – část 1

MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>  <b>Č.: 532</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 1/3 Počet příloh: 2
--	---	--

**Požadovaná zkouška:** IDENTIFIKACE A STANOVENÍ LÁTEK V OVZDUŠÍ **Expertiza č.: 32/17**

**Žadatel:** ♦ *jméno:* kpt. Bc. Petr Kožený, DiS. ♦ *funkce:* technik TS  
 ♦ *adresa:* Ředitelství HZS Pardubického kraje, odbor IZS a služeb, Teplého 1526, 530 02 Pardubice

**Vzorek:**

- ♦ *označení:* č. 35 až 38, odběrový vak (6 vzorků)
- ♦ *předmět zkoušky:* vnitřní ovzduší
- ♦ *obal:* sorpční trubička Tenax / Carboxen / Carbograph, odběrový vak
- ♦ *popis:* ovzduší odebrané prosáváním sorpční trubičkou a čerpáním do vaku
- ♦ *množství:* č. 35 (pozadí) – 10 l  
 č. 36 – 2 l  
 č. 37 – 5 l  
 č. 38 – 0 l (pasivní odběr 25 minut)  
 odběrový vak – 5 l
- ♦ *místo odběru:* požární stanice Vysoké Mýto, dílna CHS
- ♦ *odebral:* kpt. Kožený
- ♦ *datum odběru:* 16. 3. 2017 před nanesením použitých OOP (vzorek č. 35) a po nanesení OOP (vzorky č. 36 – 38, odběrový vak)
- ♦ *datum dodání:* 16. 3. 2017

**Zkouška:**

♦ *provedl:* Krykorková, Čapoun ♦ *dne:* 16. – 20. 3. 2017

♦ *přístroje:* 1. Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem GC/MSD 7890/5975C (Agilent Technologies, Inc. Wilmington, USA), výr. č. CN11391046/US11384708

Parametry měření:  
 „TOL-TRUB.M“: Kolona: Agilent HP-5MS: 325 °C, délka 30 m, ø 250 µm, fáze 0,25 µm. Nosný plyn helium 5,6 l, 1,0 ml/min. T Inlet 230 °C, T rozhraní GC/MSD 290 °C, Scan range 35-800 amu. Nástřik 0,05 min. Splitless. Solvent delay 0 min. GC program: 40 °C – 2 min, od 40 °C do 130 °C dT/dt 5 °C/min, od 130 °C do 220 °C dT/dt 20 °C/min, 220 °C – 1 min.  
 Parametry desorpce sorpčních trubiček v termodesorberu TD 100 (výr. č. GB00K-10191) - „trubička.mth“:

- Purge: time 1 min., flow 20 ml/min,
- Desorption: time 5 min., T 280 °C, flow 20 ml/min,
- Trap settings: purge 1 min., T -10 – 300 °C, flow 20 ml/min.



<i>MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč</i>	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b> <b>Č.: 532</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 2/3 Počet příloh: 2
---	---	--

2. Multikomponentní plynový FTIR analyzátor Gaset DX-4000 (Temet Instruments Oy), výr.č. 04611. Parametry měření – rozlišení 8 cm<sup>-1</sup>; - rozsah 700 – 4200 cm<sup>-1</sup>; - scanovací frekvence 10 spekter/s; - doba měření 60 s; - plynová kvjeta - délka 9,8 m, teplota 52 °C, objem 1,07 l.

♦ *postup:*

1. GC/MS analýza

- Desorpce látek ze sorpčních trubiček dle standardního operačního postupu I03, část A.1., (1. STAUFFER, E., DOLAN, J. A., NEWMAN, R. Fire Debris Analysis. Elsevier Inc., 2008. ISBN 978-012-663971-1).
- Identifikace látek softwarem GC MSD Data Analysis.

2. Analýza metodou FTIR:

- Úprava vzorku: vzorek vzduchu dávkován do kvjety pomocí interního čerpadla přístroje průtokem 3 l/min po dobu 30 s přímo z odběrového vaku.
- Infračervená analýza: identifikace a stanovení plynů a par v ovzduší byly provedeny metodou FTIR podle standardního operačního postupu SOP P06.

*Postup FTIR analýzy není akreditován ČIA.*

♦ *výsledek uložen:*

1. C:\msdchem\1\data\DIPLOMKY\Kozeny\35-slep.D, 35-VM-pozadí-dilnaCHS.D, 36-VM-dilna-kontam.D, 37-VM-dilna-kontam.D, 36-VM-dilna-kontam-pasiv.D
2. C:\Gaset-vzorky\pouzite-odev\1.2.spe
3. Přílohy tohoto protokolu

**Výsledky:**

**1. Identifikace kontaminantů ovzduší metodou GC/MS**

Z chromatogramů vzorků č. 36 a 37 vyplývá, že v analyzovaném ovzduší byly přítomny aromatické a alifatické uhlovodíky, kyselina octová a ethylacetát. S přihlédnutím k výsledkům analýzy slepého pokusu (vzorek č. 35-slep) a pozadí dílny před nanesením OOP (vzorek č. 35) lze konstatovat, že rozhodující znečištění ovzduší organickými látkami po shromáždění OOP (skladba viz příloha č. 2) po zásahu v dílně je způsobeno přítomností **aromatických uhlovodíků C2 a C3**. Konkrétně se jedná o ethylbenzen, xyleny, trimethylbenzeny, ethylmethylbenzeny a propylbenzeny.

Pro pasivní vzorkování (vzorek č. 38) byly koncentrace přítomných plynů a par příliš nízké.

**2. Identifikace a stanovení kontaminantů ovzduší metodou FTIR**

Výsledky FTIR analýzy ovzduší odebraného do odběrového vaku uvádí příloha č. 1. Jako nejvýznamnější kontaminant byl identifikován **sulfan**. Jeho koncentrace v době odběru činila

Protokol o zkoušce č. 532 – část 3

<p>MV – GR HZS ČR          Institut ochrany obyvatelstva          Chemická laboratoř          Na Lužci 204          533 41 Lázně Bohdaneč</p>	<p><b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>   <b>Č.: 532</b></p>	<p>Místo provedení zkoušky:          chemická laboratoř Lázně          Bohdaneč          Strana: 3/3          Počet příloh: 2</p>
---	---	---

**56 ppm.** Koncentrace ostatních identifikovaných kontaminantů byla nižší než mez stanovitelnosti postupu.

Celková rozšířená nejistota stanovení U95 udávající rozsah hodnot, ve kterém pro koeficient rozšíření  $k = 2$  leží s 95% pravděpodobností správný výsledek, a nezohledňuje nejistotu odběru vzorku, činí 4 ppm.

**Závěr:**

V ovzduší dílny CHS, ve které byly přítomny OOP po zásahu, byl identifikován sulfan. Jeho koncentrace v době odběru činila 56 ppm.

Zkoušku provedli	(podpis):	
Protokol zpracoval:	Ing. Jana Krykorková, CSc.	
Schválil:	Ing. Tomáš Čapoun, CSc. vedoucí chemické laboratoře	
Protokol vydán:	v Lázních Bohdaneč dne	21. 3. 2017

\* \* \*

**Prohlášení**

1. Výsledky zkoušky se týkají pouze předmětu zkoušky. Laboratoř odpovídá pouze za výsledky zkoušek vzorku ve stavu, ve kterém byl zákazníkem dodán.
2. Protokol o zkoušce nesmí být bez písemného souhlasu MV – GR HZS ČR, Institutu ochrany obyvatelstva, chemické laboratoře použit k propagačním nebo publikačním účelům a reprodukován jinak než celý.

Protokol o zkoušce č. 566 – část 1

<p>MV – GR HZS ČR          Institut ochrany obyvatelstva          Chemická laboratoř          Na Lužci 204          533 41 Lázně Bohdaneč</p>	<p><b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>   <b>Č.: 566</b></p>	<p>Místo provedení zkoušky:          chemická laboratoř Lázně          Bohdaneč          Strana: 1/3          Počet příloh: 2</p>
---	---	---



**Požadovaná zkouška:** IDENTIFIKACE A STANOVENÍ **Expertiza č.:** **66/17**  
 LÁTEK V OVZDUŠÍ

**Žadatel:** ♦ *jméno:* kpt. Bc. Petr Kožený, DiS. ♦ *funkce:* technik TS  
 ♦ *adresa:* Ředitelství HZS Pardubického kraje, odbor IZS a služeb,  
 Teplého 1526, 530 02 Pardubice

**Vzorek:**

- ♦ *označení:* č. 39 až 42, odběrový vak (5 vzorků)
- ♦ *předmět zkoušky:* vnitřní ovzduší
- ♦ *obal:* sorpční trubička Tenax / Carboxen / Carbograph, odběrový vak
- ♦ *popis:* ovzduší odebrané prosáváním sorpční trubičkou a čerpáním do vaku
- ♦ *množství:* č. 39 (pozadí) – 10 l  
 č. 40 – 5 l  
 č. 41 – 5 l  
 č. 42 – 2,5 l  
 odběrový vak – 5 l
- ♦ *místo odběru:* požární stanice Vysoké Mýto, dílna CHS
- ♦ *odebral:* kpt. Kožený
- ♦ *datum odběru:* 16. 5. 2017 před nanesením použitých OOP (vzorek č. 39) a po nanesení OOP (vzorky č. 40 – 42, odběrový vak)
- ♦ *datum dodání:* 16. 5. 2017

**Zkouška:**

- ♦ *provedl:* Krykorková, Čapoun ♦ *dne:* 18. – 23. 5. 2017
- ♦ *přístroje:* 1. Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem GC/MSD 7890/5975C (Agilent Technologies, Inc. Wilmington, USA), výr. č. CN11391046/US11384708  
 Parametry měření:  
 „TOL-TRUB.M“: Kolona: Agilent HP-5MS: 325 °C, délka 30 m, ø 250 µm, fáze 0,25 µm. Nosný plyn helium 5,6 1,0 ml/min. T Inlet 230 °C, T rozhraní GC/MSD 290 °C, Scan range 35-800 amu. Nástřik 0,05 min. Splitless. Solvent delay 0 min. GC program: 40 °C – 2 min, od 40 °C do 130 °C dT/dt 5 °C/min, od 130 °C do 220 °C dT/dt 20 °C/min, 220 °C – 1 min.  
 Parametry desorpce sorpčních trubiček v termodesorberu TD 100 (výr. č. GB00K-10191) - „trubička.mth“:
  - Purge: time 1 min., flow 20 ml/min,
  - Desorption: time 5 min., T 280 °C, flow 20 ml/min,
  - Trap settings: purge 1 min., T -10 – 300 °C, flow 20 ml/min.

<p>MV – GR HZS ČR          Institut ochrany obyvatelstva          Chemická laboratoř          Na Lužci 204          533 41 Lázně Bohdaneč</p>	<p><b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>   <b>Č.: 566</b></p>	<p>Místo provedení zkoušky:          chemická laboratoř Lázně          Bohdaneč          Strana: 2/3          Počet příloh: 2</p>
---	---	---

2. Multikomponentní plynový FTIR analyzátor Gaset DX-4000 (Temet Instruments Oy), výř.č. 04611. Parametry měření – rozlišení 8 cm<sup>-1</sup>; - rozsah 700 – 4200 cm<sup>-1</sup>; - scanovací frekvence 10 spekter/s; - doba měření 60 s; - plynová kvjeta - délka 9,8 m, teplota 52 °C, objem 1,07 l.

♦ postup:

1. GC/MS analýza

- Desorpce látek ze sorpčních trubiček dle standardního operačního postupu I03, část A.1., (1. STAUFFER, E., DOLAN, J. A., NEWMAN, R. Fire Debris Analysis. Elsevier Inc., 2008. ISBN 978-012-663971-1).
- Identifikace látek softwarem GC MSD Data Analysis.

2. Analýza metodou FTIR:

- Úprava vzorku: vzorek vzduchu dávkován do kvjety pomocí interního čerpadla přístroje průtokem 3 l/min po dobu 30 s přímo z odběrového vaku.
- Infračervená analýza: identifikace a stanovení plynů a par v ovzduší byly provedeny metodou FTIR podle standardního operačního postupu SOP P06.

*Postup FTIR analýzy není akreditován ČIA.*

♦ výsledek uložen:

1. C:\msdchem\1\data\DIPLOMKY\Kozeny\39-slep.D, 39-VM-pozadí-dilnaCHS.D, 40-VM-dilna-kontam.D, 41-VM-dilna-kontam.D, 42-VM-dilna-kontam.D
2. C:\Gaset-vzorky\66-17-1.2.spe
3. Přílohy tohoto protokolu
4. Záznam č. 332/Ča

### Výsledky:

**1. Identifikace kontaminantů ovzduší metodou GC/MS**

S přihlédnutím k výsledkům analýzy slepého pokusu (vzorek č. 39-slep) a pozadí dílny před nanesením OOP (vzorek č. 39) lze konstatovat, že do ovzduší dílny byly „zavlečeny“ benzen, xylén, kyselina octová a kyselina benzoová. Množství těchto látek byla velmi nízká, odhadem se u všech jednalo o koncentrace nižší než 1 ppm.

**2. Identifikace a stanovení kontaminantů ovzduší metodou FTIR**

Výsledky FTIR analýzy ovzduší odebraného do odběrového vaku uvádí příloha č. 1. Vedle vody a oxidu uhličitého byla stanovena jediná látka převyšující mez stanovitelnosti, a to metan o koncentraci 5,0 ppm (U95 = 0,4 ppm). Přístroj dále stanovil v ovzduší chlorovodík, ethan, benzen, o-xylén, kumen a 1,3,5-trimethylbenzen, koncentrace se ve všech případech pohybovala v desetinách ppm.



## Protokol o zkoušce č. 566 – část 3

<i>MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Chemická laboratoř Na Lužci 204 533 41 Lázně Bohdaneč</i>	<b>PROTOKOL O ZKOUŠCE</b>  <b>Č.: 566</b>	Místo provedení zkoušky: chemická laboratoř Lázně Bohdaneč Strana: 3/3 Počet příloh: 2
---	---	--

Celková rozšířená nejistota stanovení U95 udává rozsah hodnot, ve kterém pro koeficient rozšíření  $k = 2$  leží s 95% pravděpodobností správný výsledek, a nezohledňuje nejistotu odběru vzorku.

### **Závěr:**

Ovzduší dílny CHS, ve které byly přítomny OOP po zásahu, bylo kontaminováno methanem o koncentraci 5,0 ppm a dále velmi nízkými koncentracemi chlorovodíku, ethanu, některých aromatických uhlovodíků, kyselin octové a benzoové nepřesahujícími 1 ppm.

Zkoušku provedli	(podpis):	
Protokol zpracoval:	Ing. Jana Krykorková, CSc.	
Schválil:	Ing. Tomáš Čapoun, CSc. vedoucí chemické laboratoře	
Protokol vydán:	v Lázních Bohdaneč dne	23. 5. 2017

\* \* \*

### ***Prohlášení***

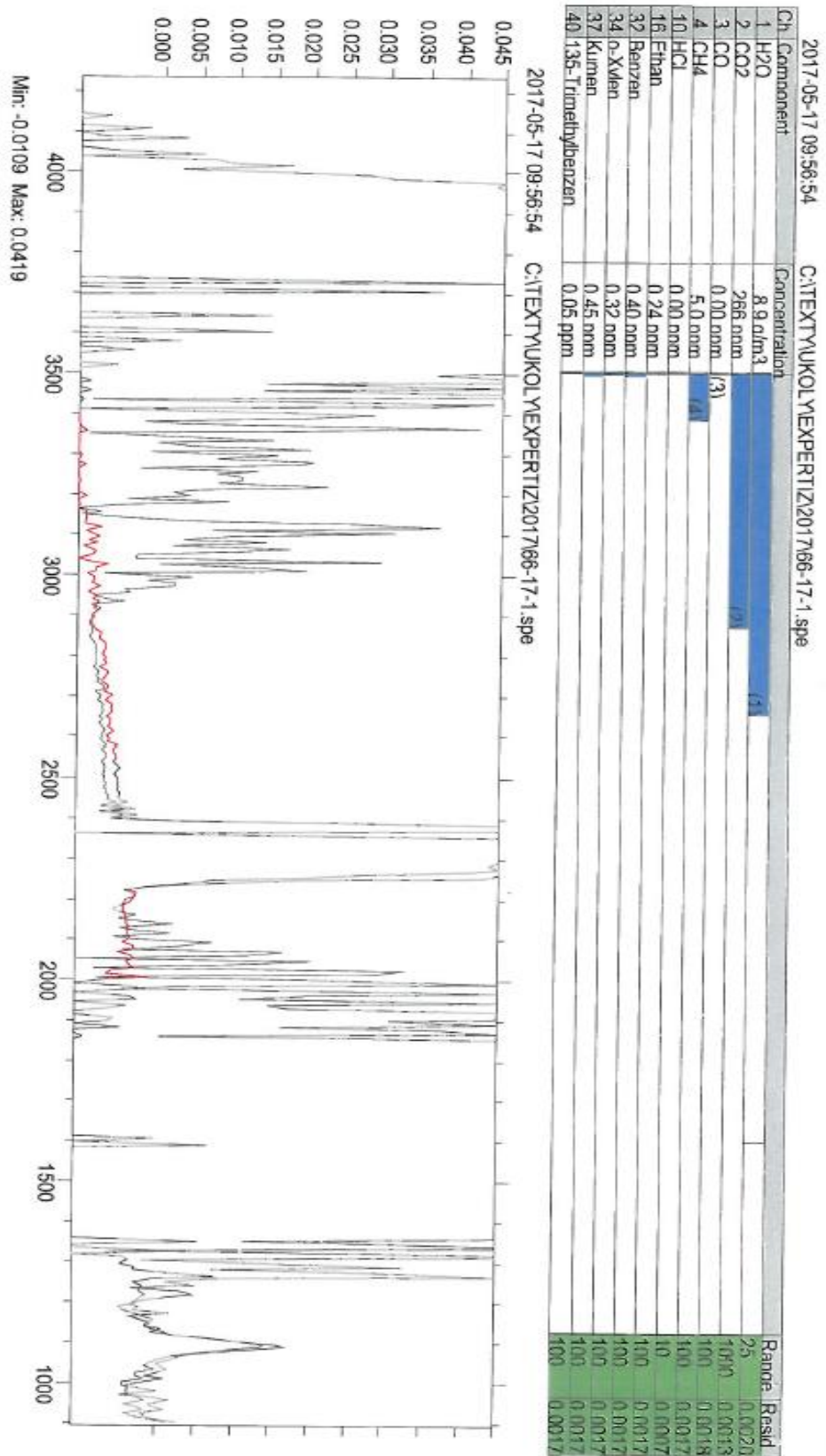
- Výsledky zkoušky se týkají pouze předmětu zkoušky. Laboratoř odpovídá pouze za výsledky zkoušek vzorku ve stavu, ve kterém byl zákazníkem dodán.*
- Protokol o zkoušce nesmí být bez písemného souhlasu MV – GR HZS ČR, Institutu ochrany obyvatelstva, chemické laboratoře použit k propagačním nebo publikačním účelům a reprodukován jinak než celý.*

**Příloha 7: Analýza vzorků metodou FTIR – záznam látek**

Analýza vzorků metodou FTIR – 16. 3. 2017

Ch. Component	Concentration	Range	Resid
1 H2O	1.6 od/m <sup>3</sup>	25	0.00002
2 CO2	336 ppm	1000	0.0022
3 CO	1.7 ppm	100	0.0021
4 CH4	2.8 ppm	100	0.0017
7 NO2	0.21 ppm (7)	100	0.0015
8 SO2	0.00 ppm (8)	100	0.0067
9 NH3	0.69 ppm	100	0.0047
10 HCl	0.30 ppm	10	0.0006
11 HF	0.37 ppm	10	0.0027
12 HCN	0.00 ppm	50	0.0014
15 CS2	0.13 ppm	100	0.0067
16 Ethan	0.35 ppm	100	0.0017
18 Propan	0.00 ppm	100	0.0017
19 Butan	0.00 ppm	100	0.0017
20 Isobutan	0.00 ppm	100	0.0020
21 n-Pentan	0.00 ppm	100	0.0017
24 Isoktan	0.12 ppm	100	0.0017
25 Cyklohexan	0.00 ppm	100	0.0017
26 Methylcyklohexan	0.00 ppm	100	0.0021
32 Benzen	0.21 ppm	100	0.0015
33 Toluen	0.00 ppm	100	0.0015
34 o-Xylen	0.00 ppm	100	0.0014
35 m-Xylen	0.00 ppm	100	0.0016
36 p-Xylen	0.00 ppm	100	0.0042
37 Kumen	0.21 ppm	100	0.0015
39 1,2,4-Trimethylbenzen	0.00 ppm	100	0.0016
40 1,3,5-Trimethylbenzen	0.00 ppm	100	0.0017
41 Ethylbenzen	0.00 ppm	100	0.0016
43 Sulfan	56 ppm	100	0.0024
109 Ethylacetat	0.09 ppm	100	0.0039

Analýza vzorků metodou FTIR – 16. 5.2017



Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 8: Záznam informací o čisté dílně stanice Pardubice**

<b>ZÁZNAM INFORMACÍ O ČISTÉ DÍLNĚ CHS STANICE PARDUBICE</b>			
<b>Údaje o situačním řešení místnosti</b>			
Plocha místnosti	39,35		m <sup>2</sup>
Výška	3,35		m
Vnitřní místnost bez oken		ano	ne
Místnost umístěna ve	sklepě	prizemi	patře
Místnost má počet oken	2		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	2		ks
Místnost má počet venkovních zdí	2		ks
Venkovní zdi směřují na	východ, západ		
Okna směřují na	východ, západ		
<b>Stavební a technická vybavenost místnosti</b>			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním		ano	ne
Těsnění okna v místnosti je patrné		ano	ne
Počet radiátorů	2		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	PVC		
Počet ks celodřevěného nábytku	3		ks
Počet ks celokovového nábytku	1		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	5		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	2		ks
Viditelná plíseň v místnosti		ano	ne
<b>Opravy a technické změny v místnosti</b>			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce		ano	ne
<b>Podmínky v místnosti - ostatní</b>			
Chemické přípravky v místnosti		ano	ne
Poslední úklid místnosti	1 den	1 týden	více než jeden týden
<b>Prostředí okolo budov &lt; 2 km</b>			
Městské (předměstí)		ano	ne
Hustá doprava		ano	ne
Chemický průmysl		ano	ne

Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 9: Záznam informací o mokré dílně CHS stanice Pardubice

ZÁZNAM INFORMACÍ O MOKRÉ DÍLNĚ CHS STANICE PARDUBICE			
<b>Údaje o situačním řešení místnosti</b>			
Plocha místnosti	35		m <sup>2</sup>
Výška	3,35		m
Vnitřní místnost bez oken			ano / ne
Místnost umístěna ve	sklepe	přízemí	patře
Místnost má počet oken	2		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	3		ks
Venkovní zdi směřují na	východ, západ, sever		
Okna směřují na	východ, západ		
<b>Stavební a technická vybavenost místnosti</b>			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním			ano / ne
Těsnění okna v místnosti je patrné			ano / ne
Počet radiátorů	2		ks
<b>Druh ventilačního systému</b>			
Ventilátor			ano / ne
Počet ventilátorů	2		ks
Výkon ventilátoru	2230 m <sup>3</sup> /hod		
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka, obklad		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celokovového nábytku	5		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	0		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	4		ks
Viditelná plíseň v místnosti			ano / ne
<b>Opravy a technické změny v místnosti</b>			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce			ano / ne
<b>Podmínky v místnosti - ostatní</b>			
Chemické přípravky v místnosti			ano / ne
Důvod uložení chemických přípravků v místnosti	desinfekce na OOP, úklidové prostředky		
Poslední úklid místnosti	1 den	1 týden	více než jeden týden
<b>Prostředí okolo budov &lt; 2 km</b>			
Městské (předměstí)			ano / ne
Hustá doprava			ano / ne
Chemický průmysl			ano / ne

Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 10: Záznam informací o dílně TS stanice Pardubice

ZÁZNAM INFORMACÍ O DÍLNĚ TS STANICE PARDUBICE			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	58,4		m <sup>2</sup>
Výška	2,7		m
Vnitřní místnost bez oken	<del>ano</del>		ne
Místnost umístěna ve	sklepě	přízemí	patře
Místnost má počet oken	6		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	2		ks
Venkovní zdi směřují na	západ, jih		
Okna směřují na	západ, jih		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním	<del>ano</del>		ne
Těsnění okna v místnosti je patrné	<del>ano</del>		ne
Počet radiátorů	3		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	PVC		
Počet ks celodřevěnné nábytku	2		ks
Počet ks celokovového nábytku	9		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	4		ks
Viditelná plíseň v místnosti	<del>ano</del>		ne
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce	<del>ano</del>		ne
Co bylo opravováno?	úprava elektroinstalace		
Ostatní změny v místnosti nebo jejím bezprostředním okolí (například přilehlé místnosti) provedené za poslední 3 měsíce?	doplnění nábytku do prostor TS		
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti	<del>ano</del>		ne
Poslední úklid místnosti	1 den	1 týden	<del>více než jeden týden</del>
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)	<del>ano</del>		ne
Hustá doprava	<del>ano</del>		ne
Chemický průmysl	<del>ano</del>		ne

Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 11: Záznam informací o skladu TS stanice Pardubice**

ZÁZNAM INFORMACÍ O SKLADU TS STANICE PARDUBICE			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	25,18		m <sup>2</sup>
Výška	2,7		m
Vnitřní místnost bez oken			ano / ne
Místnost umístěna ve	sklepe	přízemí	patře
Místnost má počet vnitřních dveří	2		ks
Stavební a technická vybavenost místnosti			
Ostatní			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	PVC		
Počet ks celokovového nábytku	5		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov, dřevo, apod.)	6		ks
Viditelná plíseň v místnosti			ano / ne
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce			ano / ne
Co bylo opravováno?	úprava elektroinstalace		
Ostatní změny v místnosti nebo jejím bezprostředním okolí (například přilehlé místnosti) provedené za poslední 3 měsíce?	doplnění nábytku do prostor TS		
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti			ano / ne
Poslední úklid místnosti	1 den	1 týden	více než jeden týden
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)			ano / ne
Hustá doprava			ano / ne
Chemický průmysl			ano / ne

Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 12: Záznam informací o místnosti údržby OOP TS stanice Pardubice

<b>ZÁZNAM INFORMACÍ O PROSTORU ÚDRŽBY OOP TS STANICE PARDUBICE</b>			
<b>Údaje o situačním řešení místnosti</b>			
Plocha místnosti	25,3		m <sup>2</sup>
Výška	2,7		m
Vnitřní místnost bez oken		ano	ne
Místnost umístěna ve	sklepě	přízemí	patře
Místnost má počet oken	1		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	1		ks
Venkovní zdi směřují na	západ		
Okna směřují na	západ		
<b>Stavební a technická vybavenost místnosti</b>			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním		ano	ne
Těsnění okna v místnosti je patrné		ano	ne
Počet radiátorů	1		ks
<b>Druh ventilačního systému</b>			
Ventilátor		ano	ne
Počet ventilátorů	1		ks
Výkon ventilátoru	1100 m <sup>3</sup> /hod		
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celokovového nábytku	1		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	5		ks
Viditelná plíseň v místnosti		ano	ne
<b>Opravy a technické změny v místnosti</b>			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce		ano	ne
<b>Podmínky v místnosti - ostatní</b>			
Chemické přípravky v místnosti		ano	ne
Důvod uložení chemických přípravků v místnosti	prací prostředky		
Poslední úklid místnosti	1 den	1 týden	více než jeden týden
<b>Prostředí okolo budov &lt; 2 km</b>			
Městské (předměstí)		ano	ne
Hustá doprava		ano	ne
Chemický průmysl		ano	ne

Zdroj: Vlastní výzkum



### Příloha 13: Záznam informací o dílně kompletovací CHS stanice Chrudim

ZÁZNAM INFORMACÍ O KOMPLETOVACÍ DÍLNĚ CHS STANICE CHRUDIM			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	25		m <sup>2</sup>
Výška	3		m
Vnitřní místnost bez oken			<del>ano</del> <b>ne</b>
Místnost umístěna ve	<del>sklepě</del> <b>přízemí</b> <del>patře</del> .....		
Místnost má počet oken	2		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	2		ks
Místnost má počet venkovních dveří	0		ks
Místnost má počet venkovních zdí	2		ks
Venkovní zdi směřují na	sever, severozápad		
Okna směřují na	sever		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním			<b>ano</b> <del>ne</del>
Těsnění okna v místnosti je patrné			<b>ano</b> <del>ne</del>
Počet radiátorů	2		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celokovového nábytku	4		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	2		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	2		ks
Viditelná plíseň v místnosti			<del>ano</del> <b>ne</b>
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce			<del>ano</del> <b>ne</b>
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti			<del>ano</del> <b>ne</b>
Poslední úklid místnosti	<del>1 den</del> <b>1 týden</b> <del>více než jeden týden</del>		
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)			<b>ano</b> <del>ne</del>
Hustá doprava			<b>ano</b> <del>ne</del>

Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 14: Záznam informací o dílně na měření CHS stanice Chrudim**

ZÁZNAM INFORMACÍ O DÍLNĚ NA MĚŘENÍ STANICE CHRUDIM			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	16,9		m <sup>2</sup>
Výška	3,18		m
Vnitřní místnost bez oken	<del>ano</del>		ne
Místnost umístěna ve	<del>sklepe</del>	přízemí	<del>patře</del>
Místnost má počet oken	1		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	2		ks
Místnost má počet venkovních zdí	1		ks
Venkovní zdi směřují na	sever		
Okna směřují na	sever		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním	<del>ano</del>		ne
Těsnění okna v místnosti je patrné	<del>ano</del>		ne
Počet radiátorů	1		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	PVC		
Počet ks celodřevěného nábytku	4		ks
Počet ks celokovového nábytku	1		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod)	3		ks
Viditelná plíseň v místnosti	<del>ano</del>		ne
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce	<del>ano</del>		ne
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti	<del>ano</del>		ne
Poslední úklid místnosti	<del>1 den</del>	1 týden	<del>více než jeden týden</del>
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)	<del>ano</del>		ne
Hustá doprava	<del>ano</del>		ne

Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 15: Záznam informací o dílně mokré CHS stanice Svitavy**

ZÁZNAM INFORMACÍ O MOKRÉ DÍLNĚ STANICE SVITAVY			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	23,69		m <sup>2</sup>
Výška	2,5		m
Vnitřní místnost bez oken			<del>ano</del> <b>ne</b>
Místnost umístěna ve	<del>sklepě</del> <b>přízemí</b> <del>patře</del>		
Místnost má počet oken	1		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	1		ks
Venkovní zdi směřují na	sever		
Okna směřují na	sever		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním			<b>ano</b> <del>ne</del>
Těsnění okna v místnosti je patrné			<b>ano</b> <del>ne</del>
Počet radiátorů	1		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka, keramický obklad		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celokovového nábytku	5		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo)	1		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	3		ks
Viditelná plíseň v místnosti			<del>ano</del> <b>ne</b>
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce			<del>ano</del> <b>ne</b>
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti			<b>ano</b> <del>ne</del>
Důvod uložení chemických přípravků v místnosti	desinfekce na OOP a úklidové prostředky		
Poslední úklid místnosti	<del>1 den</del> <b>1 týden</b> <del>více než jeden týden</del>		
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)			<b>ano</b> <del>ne</del>
Nízká intenzita dopravy			<b>ano</b> <del>ne</del>
Lehký průmysl			<b>ano</b> <del>ne</del>

Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 16: Záznam informací o dílně čisté CHS stanice Svitavy**

ZÁZNAM INFORMACÍ O ČISTÉ DÍLNĚ STANICE SVITAVY			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	27,63		m <sup>2</sup>
Výška	2,5		m
Vnitřní místnost bez oken			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>
Místnost umístěna ve	<del>sklepě</del>	<input checked="" type="checkbox"/> přízemí	<del>patře</del> .....
Místnost má počet oken	1		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	2		ks
Venkovní zdi směřují na	sever, jihovýchod		
Okna směřují na	sever		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním			ano <input checked="" type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
Těsnění okna v místnosti je patrné			ano <input checked="" type="checkbox"/> ne <input type="checkbox"/>
Počet radiátorů	1		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celodřevěného nábytku	2		ks
Počet ks celokovového nábytku	4		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	4		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	1		ks
Viditelná plíseň v místnosti			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>
Poslední úklid místnosti	<del>1 den</del>	<input checked="" type="checkbox"/> 1 týden	<del>více než jeden týden</del>
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>
Nízká intenzita dopravy			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>
Lehký průmysl			ano <input type="checkbox"/> ne <input checked="" type="checkbox"/>

Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 17: Záznam informací o dílně CHS stanice Přelouč

ZÁZNAM INFORMACÍ O DÍLNĚ CHS STANICE PŘELOUČ			
<b>Údaje o situačním řešení místnosti</b>			
Plocha místnosti	30,88		m <sup>2</sup>
Výška	4		m
Vnitřní místnost bez oken		<del>ano</del>	ne
Místnost umístěna ve	<del>sklepě</del> přizemí <del>patře</del>		
Místnost má počet oken	1 okenní stěna		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	1		ks
Venkovní zdi směřují na	jihovýchod		
Okna směřují na	jihovýchod		
<b>Stavební a technická vybavenost místnosti</b>			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním		ano	<del>ne</del>
Těsnění okna v místnosti je patrné		ano	<del>ne</del>
<b>Druh ventilačního systému</b>			
Centrální ventilační systém	Rekupační jednotka včetně ohřevu vzduchu	ano	<del>ne</del>
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	stěrka		
Počet ks celodřevěnné nábytku	1		ks
Počet ks celokovového nábytku	4		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod)	1		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod)	1		ks
Viditelná plíseň v místnosti		<del>ano</del>	ne
<b>Opravy a technické změny v místnosti</b>			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce		<del>ano</del>	ne
Ostatní změny v místnosti nebo jejím bezprostředním okolí (například přilehlé místnosti) provedené za poslední 3 měsíce?	doplnění nábytku		
<b>Podmínky v místnosti - ostatní</b>			
Chemické přípravky v místnosti		ano	<del>ne</del>
Důvod uložení chemických přípravků v místnosti	desinfekce na OOP, úklidové prostředky		
Poslední úklid místnosti	<del>1 den</del> 1 týden <del>více než jeden týden</del>		
<b>Prostředí okolo budov &lt; 2 km</b>			
Městské (předměstí)		ano	<del>ne</del>
Nízká intenzita dopravy		ano	<del>ne</del>

Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 18: Záznam informací o dílně CHS stanice Holice

ZÁZNAM INFORMACÍ O DÍLNĚ CHS STANICE HOLICE			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	8,3		m <sup>2</sup>
Výška	4,18		m
Vnitřní místnost bez oken			<del>ano</del> <b>ne</b>
Místnost umístěna ve	<del>sklepě</del> <b>přízemí</b> <del>patře</del>		
Místnost má počet oken	1		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	1		ks
Místnost má počet venkovních zdí	1		ks
Venkovní zdi směřují na	východ		
Okna směřují na	východ		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Izolované skleněné okno s pryžovým těsněním			<b>ano</b> <del>ne</del>
Těsnění okna v místnosti je patrné			<b>ano</b> <del>ne</del>
Počet radiátorů	1		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celodřevěného nábytku	1		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	2		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	2		ks
Viditelná plíseň v místnosti			<del>ano</del> <b>ne</b>
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce			<del>ano</del> <b>ne</b>
Ostatní změny v místnosti nebo jejím bezprostředním okolí (například přilehlé místnosti) provedené za poslední 3 měsíce?	oprava podlahy v prostoru garáže na výjezdovou techniku		
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti			<b>ano</b> <del>ne</del>
Důvod uložení chemických přípravků v místnosti	desinfekce na OOP		
Poslední úklid místnosti	<del>1 den</del> <b>1 týden</b> <del>více než jeden týden</del>		
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (centrum)			<b>ano</b> <del>ne</del>
Nízká intenzita dopravy			<b>ano</b> <del>ne</del>

Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 19: Záznam informací o dílně CHS stanice Vysoké Mýto

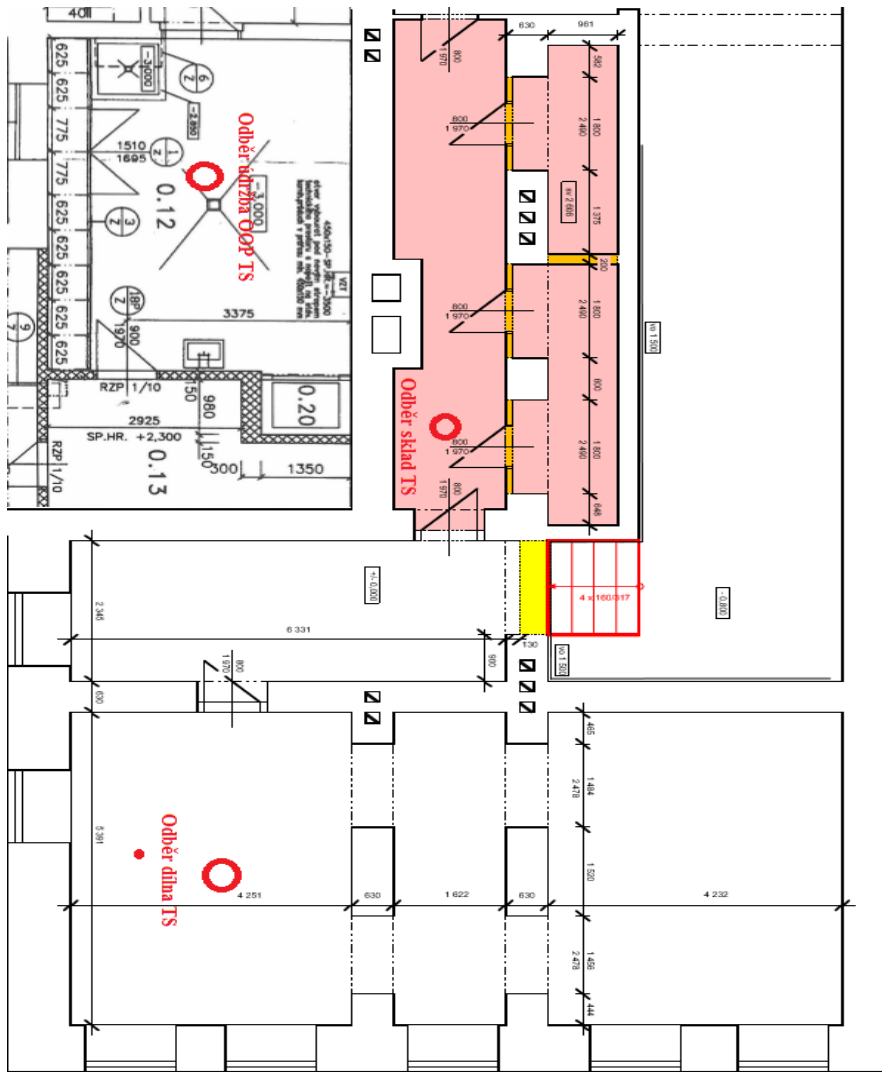
ZÁZNAM INFORMACÍ O DÍLNĚ CHS STANICE VYSOKÉ MÝTO			
Údaje o situačním řešení místnosti			
Plocha místnosti	15,8		m <sup>2</sup>
Výška	2,3		m
Vnitřní místnost bez oken		ano	ne
Místnost umístěna ve	sklepě	prizemí	patře
Místnost má počet oken	1 dvojokno		ks
Místnost má počet vnitřních dveří	3		ks
Místnost má počet venkovních zdí	1		ks
Venkovní zdi směřují na	jih		
Okna směřují na	jih		
Stavební a technická vybavenost místnosti			
<b>Okna</b>			
Jednoduché okno		ano	ne
Těsnění okna v místnosti je patrné		ano	ne
Počet radiátorů	1		ks
<b>Ostatní</b>			
Stěny (omítka, obklad apod.)	omítka		
Podlaha (materiál)	dlažba		
Počet ks celodřevěného nábytku	2		ks
Počet ks celokovového nábytku	2		ks
Ostatní počet ks nábytku (kombinace kov,dřevo,apod.)	2		ks
Počet stabilních zařízení v místnosti (kompresory apod.)	2		ks
Viditelná plíseň v místnosti		ano	ne
Opravy a technické změny v místnosti			
Opravy provedené za poslední 3 měsíce		ano	ne
Podmínky v místnosti - ostatní			
Chemické přípravky v místnosti		ano	ne
Důvod uložení chemických přípravků v místnosti	desinfekce na OOP		
Poslední úklid místnosti	1 den	1 týden	více než jeden týden
Prostředí okolo budov < 2 km			
Městské (předměstí)		ano	ne
Nízká intenzita dopravy		ano	ne
Lehký průmysl		ano	ne

Zdroj: Vlastní výzkum



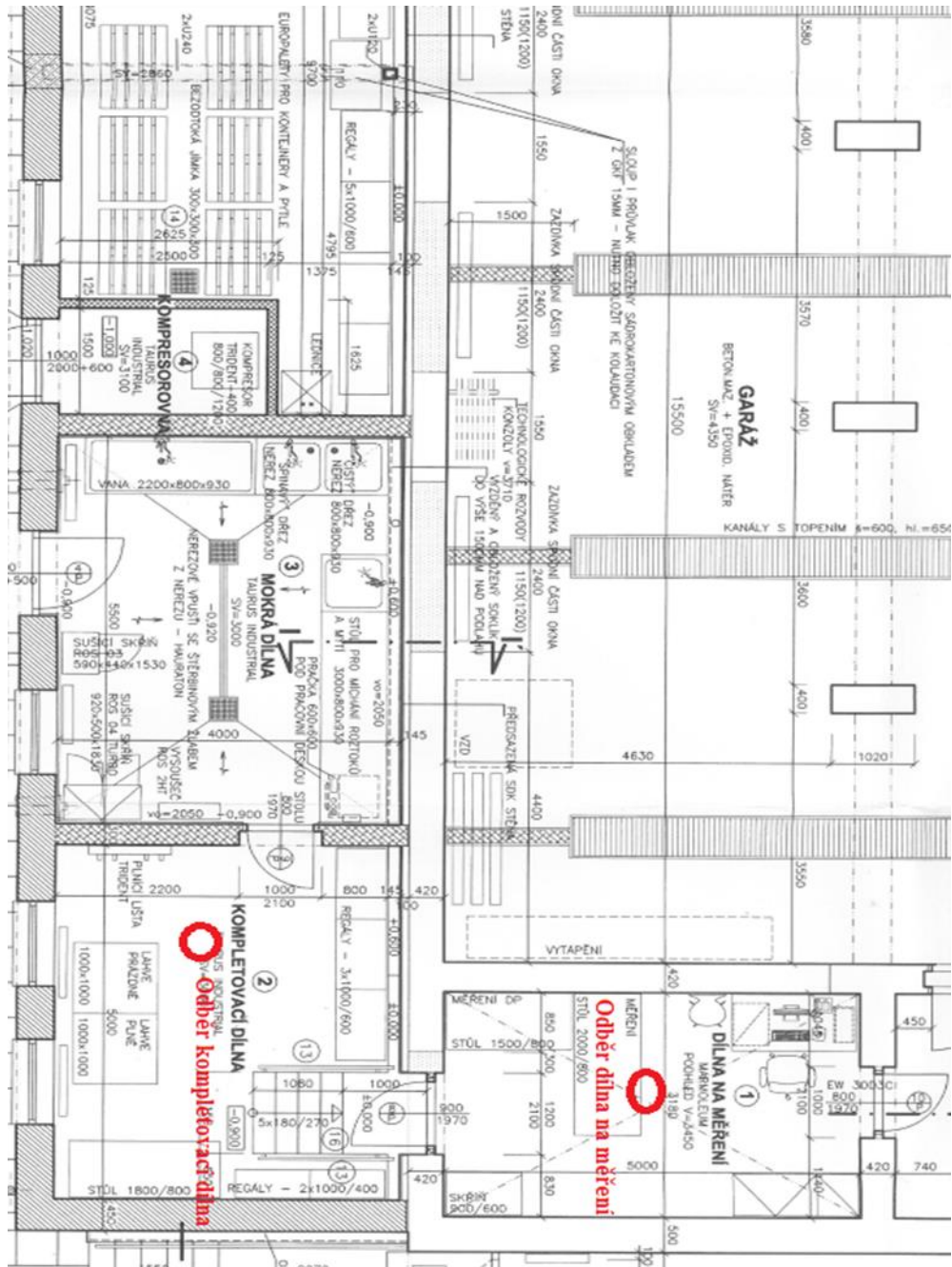


# Odběrová místa v provozních prostorech TS stanice Pardubice



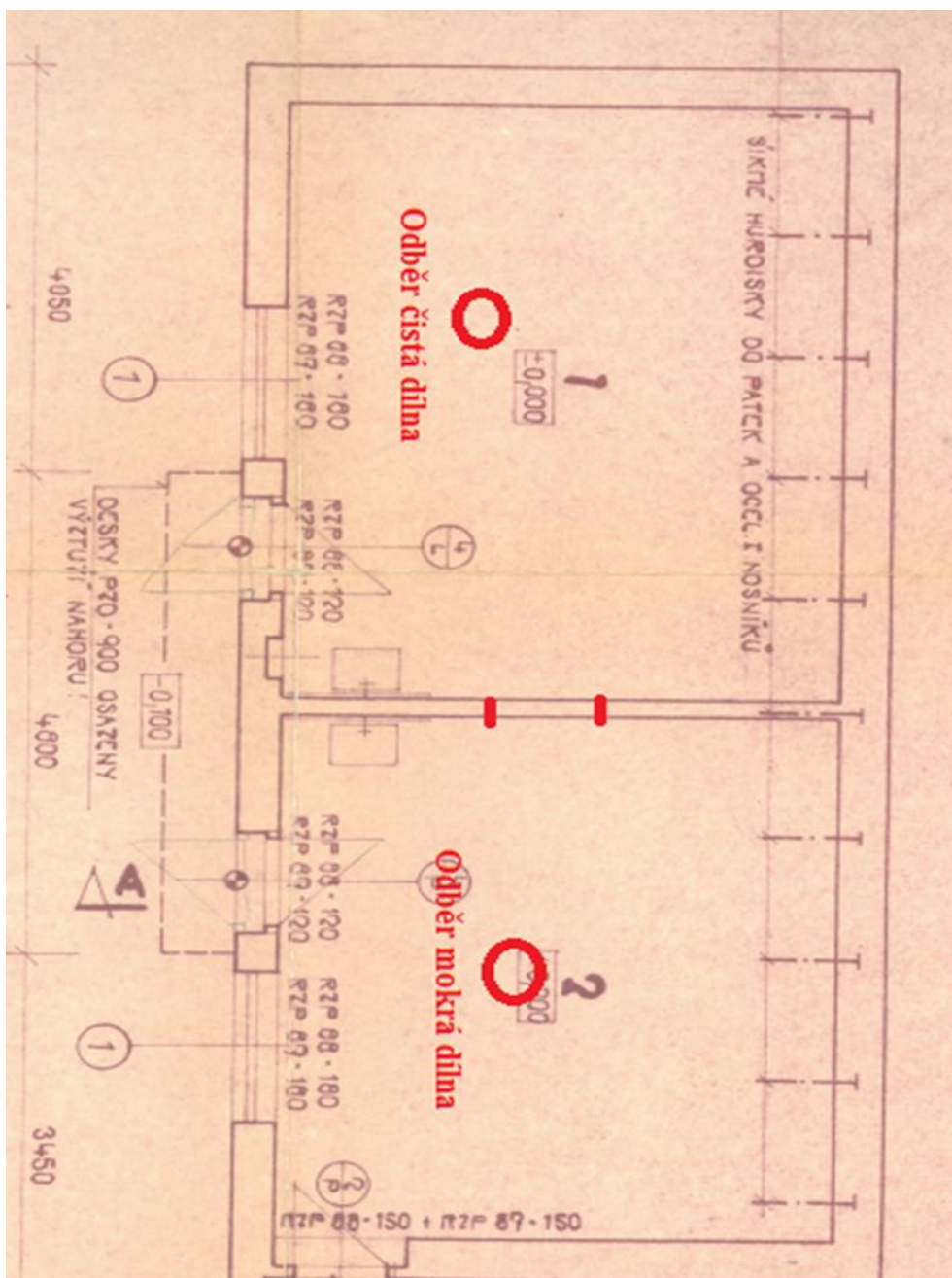
Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 21: Odběrová místa v prostorech CH stanice Chrudim



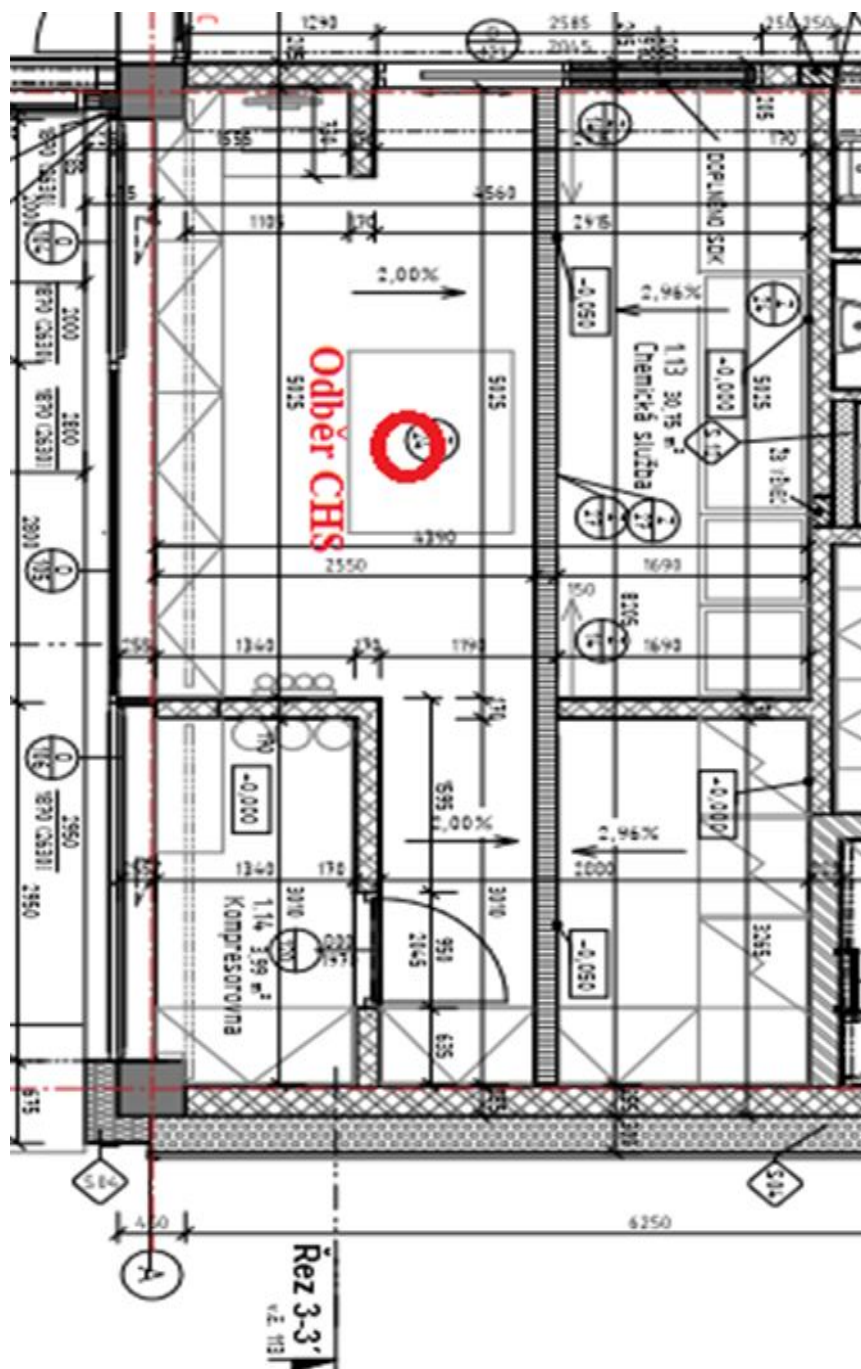
Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 22: Odběrová místa v prostorech CHS stanice Svitavy



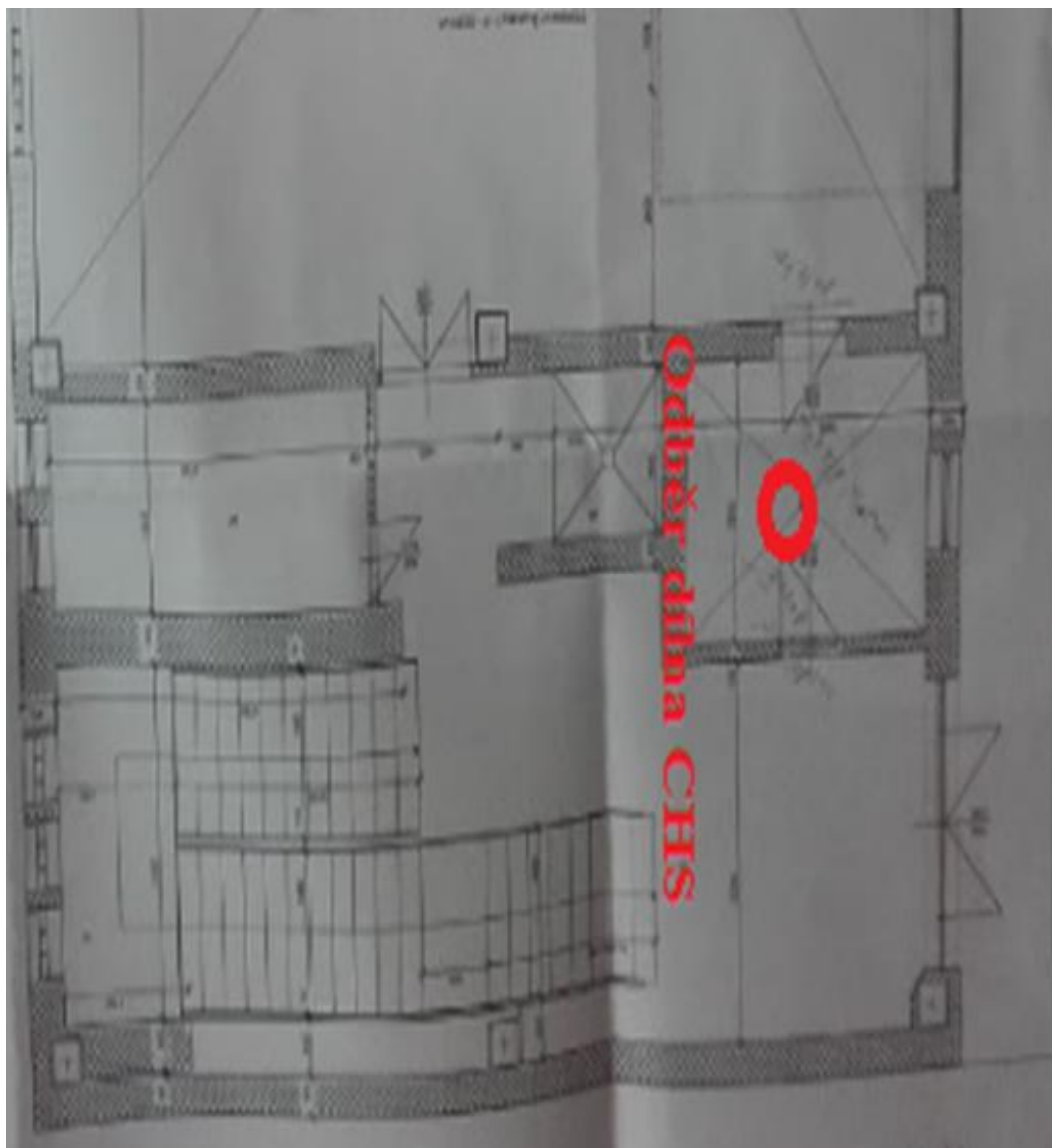
Zdroj: Vlastní výzkum

Příloha 23: Odběrové místo v prostorech CHS stanice Přelouč



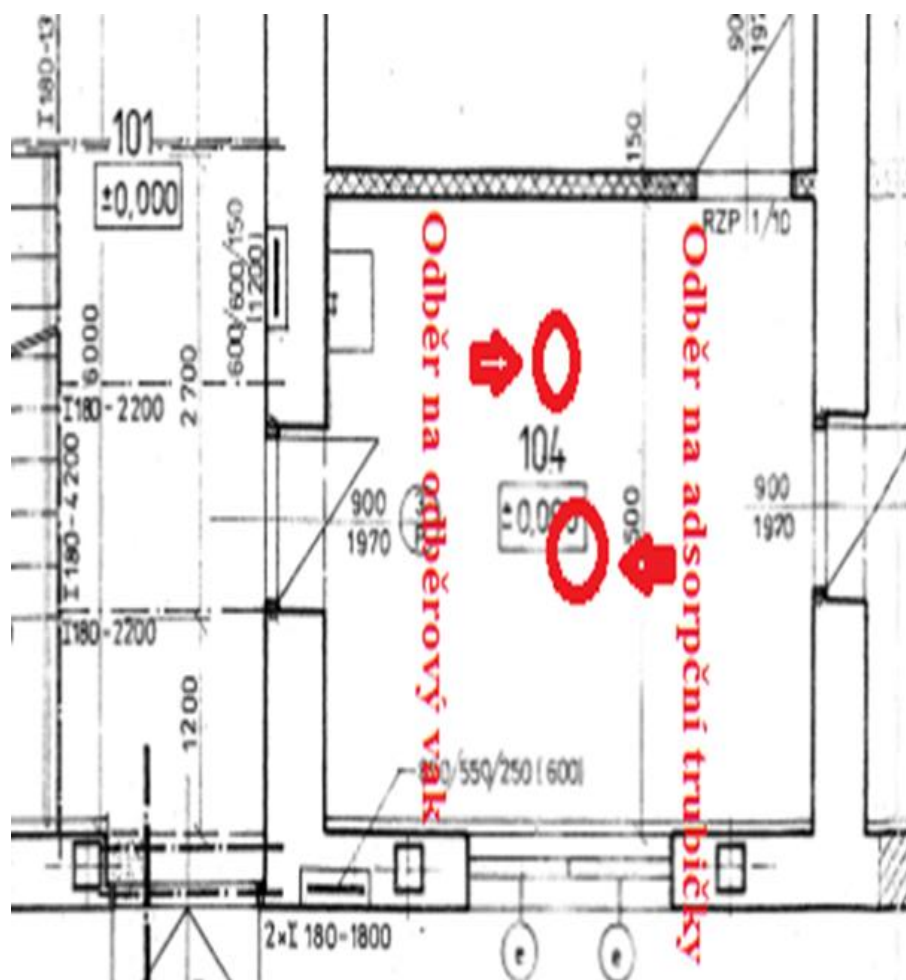
Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 24: Odběrové místo v prostorech CHS stanice Holice



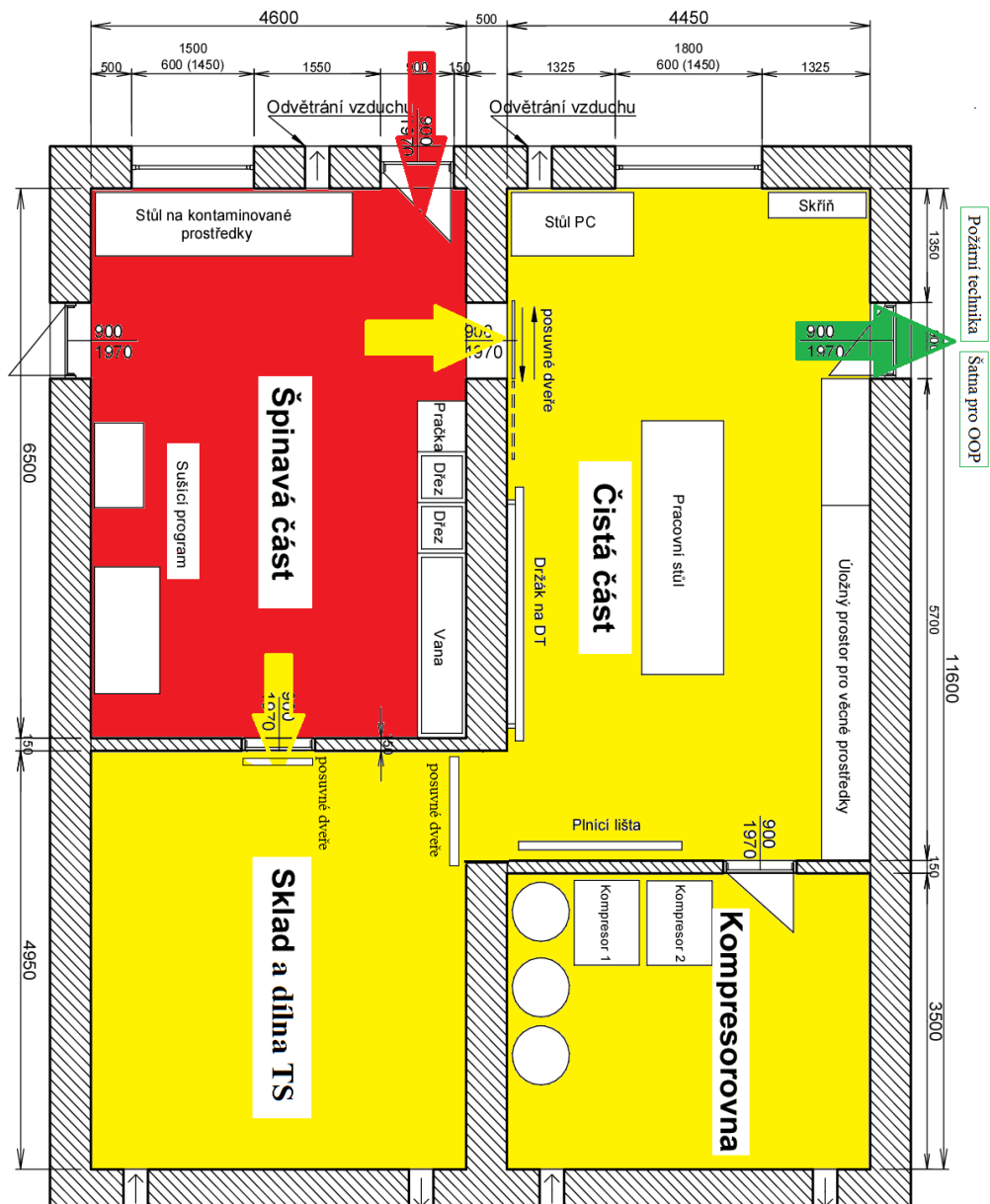
Zdroj: Vlastní výzkum

**Příloha 25: Odběrové místo v prostorech CHS stanice Vysoké Mýto**



Zdroj: Vlastní výzkum

## Příloha 26: Návrh sdružených provozních prostorů stanice Vysoké Mýto



Zdroj: Vlastní výzkum