



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

**ODBOR INŽENÝRSTVÍ RIZIK**

DEPARTMENT OF RISK ENGINEERING

**RIZIKA SPOJENÁ S POUŽÍVÁNÍM DETEKTORŮ PLYNŮ U  
ZÁSAHU JEDNOTEK HZS**

RISK RELATED TO THE USE OF GAS DETECTORS DURING FIRE BRIGADE INTERVENTIONS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Patricie Ficová**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.**

**BRNO 2020**

# Zadání diplomové práce

Studentka: **Bc. Patricie Ficová**  
Studijní program: Řízení rizik technických a ekonomických systémů  
Studijní obor: Řízení rizik technických systémů  
Vedoucí práce: **prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.**  
Akademický rok: 2019/20  
Ústav: Odbor inženýrství rizik

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Rizika spojená s používáním detektorů plynů u zásahu jednotek HZS**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Různorodost detektorů může vést nejen ke komplikované obsluze těchto přístrojů, ale i k špatné interpretaci získaných dat. Řešení bude spočívat v analýze současného stavu vybavení, vč. návrhu postupu jak tento nepříznivý stav řešit a to i z pohledu finanční náročnosti.

### **Cíle diplomové práce:**

Návrh optimalizace měření.

### **Seznam doporučené literatury:**

Habart, A. Optimalizace vybavení jednotek požární ochrany HZS JmK detekčními prostředky. UJAK Praha, 2015, 96 s.

VÍŠEK, J.: Organizace záchranných činností v České republice, Univerzita Jana Amose Komenského Praha, Praha 2012, ISBN 978-80-7452-028-0

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.  
vedoucí odboru

---

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
ředitel

## ***Abstrakt***

Diplomová práce se zaměřuje na rizika spojená s používáním detektorů plynů u zásahu jednotek hasičského záchranného sboru, konkrétně v případě události spojené s únikem oxidu uhelnatého. V diplomové práci je stručně vysvětlen postup činnosti jednotek Hasičského záchranného sboru České republiky z hlediska detekce plynu, konkrétně oxidu uhelnatého. Práce se zaměřuje na Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje a analyzuje aktuální vybavenost požárních stanic detekčními prostředky. Výstupem diplomové práce je návrh vhodné optimalizace postupu jednotek a měření včetně finančního zhodnocení při různých typech mimořádných událostí, při nichž se jednotky hasičského záchranného sboru mohou setkat s únikem oxidu uhelnatého. Dále je zpracován návrh Metodického listu - Zásahy s únikem oxidu uhelnatého podávající informace o oxidu uhelnatém a postupech při činnostech spojených s únikem plynu.

## ***Abstract***

The diploma thesis focuses on the risks associated with the use of gas detectors in the intervention of fire brigade units, specifically in the case of an event associated with a carbon monoxide leak. The diploma thesis briefly explains the procedure of the units of the Fire and Rescue Service of the Czech Republic in terms of gas detection, specifically carbon monoxide. The work focuses on the Fire and Rescue Service of the South Moravian Region and analyzes the current equipment of fire stations with detection means. The output of the diploma thesis is to design a suitable optimization of the unit and measurement, including financial evaluation in various types of emergencies, in which units of the fire brigade may encounter a leak of carbon monoxide. Furthermore, a draft Methodological Sheet is prepared - Interventions with carbon monoxide leakage provide information on carbon monoxide and procedures for activities related to gas leakage.

***Klíčová slova***

Hasičský záchranný sbor České republiky, Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, detektory oxidu uhelnatého, oxid uhelnatý.

***Keywords***

The Fire Rescue Service of Czech Republic, The Fire Rescue Service of the South Moravian Region, carbon monoxide detector, carbon monoxide.

### ***Bibliografická citace***

FICOVÁ, Patricie. Rizika spojená s používáním detektorů plynů u zásahu jednotek HZS [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/120415>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor inženýrství rizik. Vedoucí práce Vladimír Adamec.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Rizika spojená s používáním detektorů plynů u zásahu jednotek HZS“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil/a autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom/a následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně, dne 5. 6. 2020

.....

Podpis autora

### ***Poděkování***

Na tomto místě bych chtěla velice poděkovat panu prof. Ing. Vladimíru Adamcovi, CSc., za odborné vedení práce, užitečné připomínky a rady. Rovněž veliké poděkování patří panu Mgr. Pavlu Kukletovi za poskytnuté informace, konzultace, cenné rady a připomínky vznesené v průběhu celé práce. Také bych chtěla moc poděkovat příslušníkům hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje za jejich ochotu při vyplnění dotazníkového šetření. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala mé rodině a příteli za morální podporu při studiu na ÚSI VUT.





# OBSAH

|       |                                                                                                |           |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1     | ÚVOD .....                                                                                     | 9         |
| 2     | SOUČASNÝ STAV .....                                                                            | 10        |
| 2.1   | Problematika oxidu uhelnatého.....                                                             | 10        |
| 2.2   | Charakteristika oxidu uhelnatého .....                                                         | 13        |
| 2.2.1 | <i>Přípustné koncentrace oxidu uhelnatého .....</i>                                            | <i>14</i> |
| 2.2.2 | <i>Zdravotní rizika spojené s intoxikací oxidem uhelnatým .....</i>                            | <i>16</i> |
| 2.3   | Detekční prostředky oxidu uhelnatého .....                                                     | 17        |
| 2.3.1 | <i>Údržba detekčních prostředků .....</i>                                                      | <i>18</i> |
| 2.4   | Činnosti jednotek hasičského záchranného sboru České republiky.....                            | 19        |
| 2.4.1 | <i>Úkoly jednotek hasičského záchranného sboru České republiky.....</i>                        | <i>19</i> |
| 2.4.2 | <i>Působnost jednotek hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje.....</i>               | <i>19</i> |
| 2.4.3 | <i>Statistika zásahů Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje .....</i>               | <i>21</i> |
| 2.4.4 | <i>Činnosti jednotek hasičského záchranného sboru v oblasti detekce oxidu uhelnatého .....</i> | <i>23</i> |
| 2.4.5 | <i>Činnosti jednotek hasičského záchranného sboru ve srovnání se zahraničím .....</i>          | <i>25</i> |
| 3     | FORMULACE PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....                                                | 28        |
| 4     | POUŽITÉ METODY .....                                                                           | 29        |
| 5     | DOSAŽENÉ VÝSLEDKY .....                                                                        | 30        |
| 5.1   | Vybavení hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje detekční technikou .....            | 30        |
| 5.1.1 | <i>Ukázka detekčních přístrojů hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje .....</i>     | <i>32</i> |
| 5.2   | Identifikace rizik při zásazích hasičského záchranného sboru .....                             | 34        |
| 5.2.1 | <i>Riziko při situacích s přítomností oxidu uhelnatého.....</i>                                | <i>34</i> |
| 5.2.2 | <i>Riziko taktické chyby .....</i>                                                             | <i>34</i> |
| 5.2.3 | <i>Riziko při použití přetlakové ventilace .....</i>                                           | <i>35</i> |
| 5.2.4 | <i>Riziko neznalosti detekční techniky.....</i>                                                | <i>36</i> |
| 5.2.5 | <i>Riziko selhání detekční techniky .....</i>                                                  | <i>36</i> |
| 5.3   | Návrhy opatření pro snížení identifikovaných rizik .....                                       | 36        |
| 5.3.1 | <i>Taktika zásahu a znalost rizik.....</i>                                                     | <i>36</i> |
| 5.3.2 | <i>Vzdělávání a zpětná vazba.....</i>                                                          | <i>37</i> |
| 5.3.3 | <i>Optimalizace měření a plánování obměny detekčních přístrojů .....</i>                       | <i>37</i> |
| 5.3.4 | <i>Plánovaná inovace vybavení jednotek hasičského záchranného sboru .....</i>                  | <i>42</i> |
| 5.4   | Výsledky dotazníkového šetření.....                                                            | 43        |

|     |                                                                   |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----|
| 5.5 | Návrh metodického listu pro zásah s únikem oxidu uhelnatého ..... | 50 |
| 6   | DISKUZE .....                                                     | 57 |
| 7   | ZÁVĚR .....                                                       | 59 |
|     | SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....                                     | 60 |
|     | SEZNAM TABULEK .....                                              | 60 |
|     | SEZNAM GRAFŮ .....                                                | 66 |
|     | SEZNAM OBRÁZKŮ .....                                              | 66 |
|     | SEZNAM ZKRATEK .....                                              | 67 |
|     | SEZNAM PŘÍLOH .....                                               | 67 |
|     | PŘÍLOHA .....                                                     | 68 |

# 1 ÚVOD

Hasičský záchranný sbor České republiky (HZS ČR) představuje nezastupitelné místo v řešení různých druhů mimořádných událostí. Jednotky HZS ČR jsou dennodenně povolávány k zásahům za účelem ochrany zdraví a životů lidí, zvířat, majetku a životního prostředí. Při vzniku mimořádné události spojené s únikem nebezpečných látek se příslušníci jednotek HZS potýkají s řadou rizik, která mohou ovlivnit průběh měření, a tím způsobit ohrožení životů jak samotných příslušníků, tak i obětí nacházející v zasaženém objektu. Mezi nebezpečné látky způsobující nepříznivé dopady na naše zdraví a životy se mimo jiné řadí i oxid uhelnatý (CO), a proto potřebná informovanost o možné existenci a účincích tohoto nebezpečného plynu může být prevencí před vznikem rizik.

Jelikož je HZS, jak to vyplývá z jeho úkolů, jedinou složkou integrovaného záchranného sboru na místě zásahu, která koncentrace nebezpečných látek měří a dále informace o nebezpečí předává ostatním složkám, je důležité, aby jednotky HZS byly vybaveny kvalitní detekční technikou a také aby uměly tuto techniku správně ovládat [1]. Příslušníci HZS při zásahu s únikem CO používají různé typy detektorů, a tím může docházet ke komplikované obsluze detekčních přístrojů a k nekvalitní interpretaci získaných dat. Proto by detekční technika měla být zároveň i lehce ovladatelná, aby jednotky HZS mohly včas identifikovat CO a předejít tak ohrožení příslušníků HZS a osob v místě zásahu. Rovněž je důležité, aby příslušníci HZS byli v oblasti detekce a používání detektorů CO kvalitně proškoleni.

Cílem řešení diplomové práce je provedení analýzy současného stavu vybavení požárních stanic prostředky potřebnými na detekci CO, navržení vhodné optimalizace postupu a měření při zásazích a zhodnocení z pohledu finanční náročnosti.

## 2 SOUČASNÝ STAV

Detekce nebezpečných látek je nepostradatelnou činností HZS ČR z důvodu zabezpečení ochrany obyvatelstva. Včasná identifikace nebezpečných plynů a par napomáhá ke snížení možných dopadů na zdraví a životy lidí. Jednotky HZS ČR využívají detekční přístroje při zásahu v neznámém prostředí, kde se mohou vyskytovat hořlavé, výbušné či toxické plyny. CO se řadí mezi jeden z nebezpečných plynů způsobující vážná poškození zdraví lidí a v nejhorších případech i smrt. V současné době jednotky HZS poměrně často vyjíždí k zásahům, kde došlo k úmyslné či náhodné otravě CO. Jednotky mimo to vyjíždí i k událostem, kde není zřejmý únik nebezpečných látek. A proto je velmi důležité, aby jednotky byly vybaveny kvalitními a výkonnými detekčními prostředky. Kromě kvalitní vybavenosti je důležité se zaměřit i na správné ovládání detekční techniky osobami, které k tomu budou mít dostatek potřebných znalostí a zkušeností.

Problematika týkající se rizik při zásahu s únikem CO je řešena pouze obecně a to prostřednictvím Bojového řádu, který je vydán pokynem generálního ředitele HZS ČR ze dne 30. 11. 2017 [2]. Bojový řád obsahuje metodické listy, které se následně člení dle typu zásahu u událostí s únikem nebezpečných látek. Ovšem v případě zásahu spojeného s únikem CO není doposud zpracován metodický list podávající informace o postupu jednotek HZS.

### 2.1 PROBLEMATIKA OXIDU UHELNATÉHO

Pro předcházení nepříznivých účinků vlivem působení CO, je důležité vědět, kde se s unikajícím CO můžeme setkat. Největší riziko otravy CO vzniká u provozu spotřebičů kategorie B, kam se řadí zařízení, ze kterých jsou spaliny plynu odváděny kouřovodem a komínem do venkovního prostoru. Jedná se o plynové průtokové ohřívače či plynové kotle. Nedostatkem vzduchu dochází ke špatnému odtahu spalin, čímž vzniká nedokonalé spalování, při kterém se CO uvolňuje do okolí. Důvodem, proč je ve spalinách tak vysoká koncentrace CO je ten, že plynový spotřebič kategorie B funguje na principu vysavače, jelikož nasává z prostoru vzduch včetně všech prachových částic a částic organického původu, jako jsou například vlasy, chlupy z domácích zvířat či prach z prádla. Tyto částice se při průchodu výměníkem plynového spotřebiče připalují na stěny výměníku, čímž se zhoršuje průchodnost pro odvod spalin. Tím dochází k hromadění spalin v prostoru mezi hořákem a výměníkem, které zabraňuje vzniku dokonalého spalování plynu. V důsledku zanesení výměníku vzniká nedostatek vzduchu, což je příčinou nedokonalého spalování, při kterém vzniká CO [3]. Dále může k uvolňování CO do okolí docházet vlivem špatného fungování komínu, tahových podmínek z digestoří

nebo například i kvůli uvíznutí ptáka v sopouchu, což je část komína propojující spotřebič a plynový průduch, kam jsou odváděny škodlivé plyny ze spotřebiče [4].

*Tabulka 1: Předpisy týkající se údržby plynového zařízení [vlastní zpracování] [5]*

| Subjekt                              | Předpis                                                                                                                                                                          | Povinnost subjektu                                                                     |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| občan                                | Návod od výrobce spotřebiče                                                                                                                                                      | Provádění servisu ve stanovených lhůtách                                               |
|                                      |                                                                                                                                                                                  | Dodržovat úkony stanovené v Návodu pro instalaci a užívání plynového spotřebiče        |
|                                      | Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně                                                                                                                                          | 1x za rok provádění kontroly a čištění spalinových cest pomocí odborně způsobilé osoby |
| právník či podnikající fyzická osoba | Návod od výrobce spotřebiče                                                                                                                                                      | Provádění servisu ve stanovených lhůtách                                               |
|                                      | Vyhláška č. 85/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení                                                                    | 1x za rok provádět kontrolu plynového zařízení                                         |
|                                      | Vyhláška č. 85/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení Česká technická norma ČSN 38 6405 Plynová zařízení. Zásady provozu | 1x 3 roky provádět revizi plynového zařízení                                           |
|                                      | TPG 704 01 Pokyny pro provoz, kontroly a revize                                                                                                                                  | Provádění servisu ve stanovených lhůtách                                               |

Ve srovnání s ostatními typy mimořádných událostí je únik nebezpečných látek opomíjeným problémem. Co se týče například dopravních nehod nebo požárů, tak existují zákony, vyhlášky či předpisy, které informují občany o dodržování bezpečnostních pravidel, za jejich porušení následují sankce. Pro předcházení dopravních nehod jsou vytvořené příručky popisující preventivní opatření předcházení újmy na zdraví. Ovšem opatření na ochranu lidí, zvířat a prostředí či právní předpisy týkající možného úniku CO v ČR neexistují. V případě zájmů občanů se s těmito potřebnými informacemi mohou setkat pouze v podobě doporučení, jejichž dodržování je zcela dobrovolné a za jejich porušení nenásledují sankce. Aby se předcházelo k výjezdům jednotek HZS k otrávám CO, ať už k náhodným či úmyslným, tak je důležité dodržovat pravidla bezpečného zacházení s nebezpečnými látky a se spotřebiči vytvářející tyto zplodiny hoření, které mohou být následkem úmrtí [5].

Pro větší přehlednost je uvedena tabulka podávající přehled předpisů, které musí subjekty vlastníci plynová zařízení dodržovat [5]. Ostatní fyzické osoby, tj. občané, se musí řídit dle návodu od výrobce plynového zařízení a dále mají dle zákona č. 133/1985 Sb. o požární ochraně povinnost jednou za rok provést kontrolu a čištění spalinových cest pomocí odborně způsobilé osoby [6].

Pro majitele plynových zařízení je doporučeno vyžádat si od servisního technika doklad o provedení měření ve spalinové cestě. Tento dokument eviduje hodnotu tahu komína, teplotu spalin a hodnotu koncentrace CO v ppm. Jednotka ppm je označením pro jednu miliontinu a vyjádřením pro hodnotu koncentrace, v přepočtu na % je 1 ppm roven 0,0001 % [7]. Dle platných technických pravidel TPG 704 01 se pro jednotlivé koncentrace uvádí lhůty provedení servisu [8].

*Tabulka 2: Hodnoty CO dle platných technických pravidel TPG 704 01 [vlastní zpracování] [8]*

| Hodnota CO   | Doba provedení servisu |
|--------------|------------------------|
| do 50 mmp    | do 1 roku              |
| 100 ppm      | do 9 měsíců            |
| 200 ppm      | do 6 měsíců            |
| 300 ppm      | do 4 měsíců            |
| 400 ppm      | do 3 měsíců            |
| 500 ppm      | do 2 měsíců            |
| 700 ppm      | do 1 měsíce            |
| nad 1000 ppm | zákaz provozu          |

Co se týče instalace detektorů CO v domácnostech, tak v ČR není zákonem daná tato povinnost. I přesto je doporučeno mít detektory CO nainstalované z důvodu prevence proti vzniku situací ohrožující zdraví či dokonce způsobující smrt. Výjimku tvoří právnické a podnikající fyzické osoby, které dle normy ČSN 07 0703 mají povinnost mít nainstalované detektory CO, jestliže vlastní větší kotelny s plynovým kotlem s tepelným výkonem 50 kW a více nebo kotelny se součtem tepelných výkonů větším než 100 kW, se tato povinnost mít nainstalované detektory CO vztahuje [9, 10].

## 2.2 CHARAKTERISTIKA OXIDU UHELNATÉHO

Dle bezpečnostního listu je CO plynného skupenství, bez barvy, bez zápachu a extrémně hořlavý. Mezi jeho další nebezpečné vlastnosti se řadí výbušnost při zahřívání, možnost poškození reprodukční schopnosti či plod v těle matky, toxicita při vdechnutí a při dlouhodobé či opakované expozici může způsobit poškození orgánů. CO je nežádoucím produktem nedokonalého hoření všech látek obsahující uhlík [11; 12]. Ke tvorbě CO dochází při spalování plynu, tuhých paliv i pohonných hmot a v případě, že je teplota spalování nízká, nebo je nedostatečný přísun kyslíku do místa hoření. V současnosti jsou spalovací motory vybavené katalyzátory, které sice uvolňují CO, ale pouze v malé míře. Na rozdíl od starších automobilů nevybavených katalyzátory, které jsou přímým zdrojem CO [13].

Přítomnost CO může být kdekoliv, kde se vyskytuje zařízení spalující uhlí, dřevo, zemní plyn, benzin a další paliva [30]. Vzniká jako vedlejší produkt nedokonalého spalování látek, které obsahují uhlík. CO se běžně vyskytuje také v atmosféře, ovšem v koncentraci do 0,001% [14]. Nejčastěji se s únikem CO lidé setkávají v domácnostech, kde zdrojem úniku jsou kotle na tuhá paliva, plynové kotle, plynové průtokové ohříváče vody – karma, plynový sporák či krb [15]. K úniku dochází především vlivem špatné instalace, zanedbání revize a nedostatečně pravidelných údržby. Jelikož se tato výše uvedená zařízení nacházejí v uzavřených místnostech, je velmi důležité zajistit přívod vzduchu do místností [16; 17].

K úniku CO může dojít v průmyslových provozech, jako je hutnictví či důlní činnost. Dalšími zdroji jsou kouřové zplodiny vznikající vlivem požárů a emise z automobilů spalující fosilní paliva [14]. I přes to, že současné automobily vybavené katalyzátory snižují emise CO, které jsou obsaženy v emisích z motorů s vnitřním spalováním, i tak je ve městech až 95% emisí CO. Ve městech, kde je vysoká míra automobilového provozu, je koncentrace CO až 100 mg.m<sup>-3</sup>, přičemž imisní limit pro ochranu zdraví lidí při maximálním denním osmihodinovém průměru dle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší je 10 mg.m<sup>-3</sup> [16; 18].

Lidé kouřící cigarety vystavují sebe i své okolí nebezpečí, jelikož v cigaretovém kouři je obsažen CO, který blokuje přenášení kyslíku krví [14]. CO je z 37% obsažen ve vodním plynu, který vzniká zplyňováním koksu nebo uhlí a slouží pro svícení a vytápění buď v domácnostech, nebo průmyslu a také slouží jako meziprodukt v chemické výrobě. Dále je obsažen z 8% v koksárenském plynu, který vzniká jako směs plynů při koksování černého uhlí a používá se jako zdroj vodíku a také pro spalování [19].



CO vzniká při nedokonalém hoření v důsledku nedostatku kyslíku a nedostatečného odtahu zplodin hoření [20]. V domácnostech k úniku CO dochází nejčastěji v koupelnách, kde jsou ucpané větrací a odtahové roury, dále k úniku dochází v důsledku neprofesionálně neseřízených a nekontrolovaných topných těles a také v důsledku nedostatečného tahu komína [5]. Preventivním opatřením před hrozbou vyznačující únik CO je koupě kvalitních spotřebičů s certifikovanými čidly a ke kontrole by mělo docházet pravidelně každý rok [4].

I přes nežádoucí účinky má CO využití v mnoha oblastech. Například v chemickém průmyslu se využívá při výrobě některých chemikálií, například výroba kyseliny octové je založena na chemické reakci CO a methanolu [21; 22]. CO je také součástí kalibračního plynu, který slouží ke kalibraci a testování měřících zařízení [23]. Dříve se plyn využíval jako tzv. ochranná atmosféra při balení potravin, zejména čerstvého masa. Tím, že se dokáže vázat na myoglobin, dodává masu červenější barvu, aby vypadalo zdravější a čerstvější [24]. V Evropské unii je zákonně nepřipustné jakýmkoliv způsobem používat CO v potravinářském průmyslu, ale například v Norsku či v USA je používání CO legální. [25].

### **2.2.1 Přípustné koncentrace oxidu uhelnatého**

U událostí spojených s únikem nebezpečných látek je rozhodujícím faktorem dávka. Dávka je označení pro množství látky, kterou osoba nacházející se v daném prostředí obdrží a také určuje působení koncentrace látky v čase. Pro určení míry ohrožení zdraví z hlediska hygieny práce se používají hygienické limity [26].

Hygienickým limitem nebezpečné chemické látky v pracovním prostředí je nejvyšší přípustná koncentrace specifikující takovou koncentraci látky, které může být pracovník vystaven, aniž by bylo ohroženo jeho zdraví či spolehlivost výkonu jeho činnosti v práci [27]. Nejvyšší přípustná koncentrace je uváděna ve dvou úrovních. První úroveň je přípustný expoziční limit, jenž nesmí být překročen v celosměnovém průměru a druhou úroveň je nejvyšší přípustná koncentrace, která nesmí být překročena v jakýmkoliv případě. Dle nařízení vlády č. 523/2002 Sb., jsou pro CO uváděny následující přípustné koncentrace, které jsou povoleny v ovzduší pracovního prostředí. Přípustný expoziční limit je 26 ppm a nejvyšší přípustná koncentrace je 131 ppm [28].

Havarijní přípustná koncentrace označuje koncentraci plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, které mohou být záchranáři vystaveni, aniž by měli prostředky individuální ochrany. V případě havarijní přípustné koncentraci HPK-10 může být záchranář vystaven koncentraci

daného plynu, páry či aerosolu látky vystaven po dobu 10 minut. V případě havarijní přípustné koncentraci HPK-60 po dobu 60 minut [29].

*Tabulka 3: Hygienické limity [zdroj: vlastní zpracování] [29]*

| Nebezpečná látka | PEL    | NPK     | HPK-10  | HPK-60  |
|------------------|--------|---------|---------|---------|
| Oxid uhelnatý    | 26 ppm | 131 ppm | 200 ppm | 100 ppm |

Směrnice úrovní akutní expozice AEGL (anglicky Acute Exposure Guideline Levels) slouží k popisu rizik působení koncentrace nebezpečných chemických látek ve vzduchu na lidi. Hodnoty limitů AEGL jsou definovány pro pět různě dlouhých dob expozice, jedná se o 10, 30 a 60 minut a pak o 4 a 8 hodin. Existují tři úrovně závažnosti – AEGL-1, AEGL-2, AEGL-3 popisující dopady působení CO. AEGL-1 stanovuje koncentraci plynu, při níž člověk může pocítit patrné nepohodlí či příznaky, které nejsou lidskými smysly postřehnutelné. Účinky jsou pouze přechodné a po přerušení expozice CO přestávají působit. AEGL-2 způsobuje vážnější a dlouhotrvající účinky na zdraví jedinců. AEGL-3 stanovuje koncentraci plynu ve vzduchu, při níž se předpokládají vážnější zdravotní účinky ohrožující život člověka či smrt [30; 31].

*Tabulka 4: Hodnoty limitů AEGL [30; 31]*

| Hodnoty AEGL [ppm] |        |        |     |     |     |
|--------------------|--------|--------|-----|-----|-----|
|                    | 10 min | 60 min | 1 h | 4 h | 8 h |
| AEGL-1             | x      | x      | x   | x   | x   |
| AEGL-2             | 420    | 150    | 83  | 33  | 27  |
| AEGL-3             | 1 700  | 600    | 330 | 150 | 130 |

Hodnoty AEGL-1 a AEGL-2 jsou často slučovány z důvodu rozlišování populace na populaci zdravých jedinců a jedinců náchylnějších k nemocím. Například množství CO o koncentraci 50 ppm má na zdravého jedince dopad v podobě mírných bolestí hlavy, ovšem oslabený jedinec při této koncentraci pociťuje silnější bolesti hlavy, pocit na omdlení nebo závratě [31].

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší stanovuje přípustné úrovně znečištění ovzduší. V příloze č. 1 k tomuto zákonu jsou uvedeny imisní limity a jejich povolený počet překročení za kalendářní rok. Pro CO je uváděn imisní limit 10 mg/m<sup>3</sup> v rámci maximálního denního osmihodinového průměru, který se aktualizuje každou hodinu [18].

## 2.2.2 Zdravotní rizika spojené s intoxikací oxidem uhelnatým

Otravy CO patří mezi nejčastější příčiny náhodných otrav [14]. Hlavní příčinou otravy je vysoká koncentrace CO ve spalínách domácích plynových spotřebičů [5].

Do lidského organismu se dostává vdechnutím, prostupuje přes alveolární membránu a poté se rozpouští v plazmě. Na červené krevní barvivo hemoglobin, jehož úkolem je přenášet kyslík z plic, se váže stejným způsobem jako kyslík, ovšem s tím rozdílem, že díky jeho vyšší afinitě se váže i při nízkých koncentracích [33; 34].

CO negativně působí na srdce, cévy a nervový systém. V koncentraci do 35 ppm je obsažen například v cigaretovém kouři. Při nízkých koncentracích člověk může pociťovat bolest na prsou nebo únavu. Při vyšších koncentracích může docházet k bolestem hlavy, poruchám vidění, závratím, žaludečním nevolnostem, zmatečnému chování. Při vysokých koncentracích může dojít k halucinacím, poruchám srdečního rytmu a v krajním případě až ke smrti osoby [35].

Pro lidský organismus je vysoce toxický, jelikož při vdechnutí se velmi snadno váže na krevní barvivo hemoglobin [34]. Při působení hemoglobinu s CO vzniká reakce, při níž se vytváří komplex železitých kationtů a CO. Tím vzniká karboxyhemoglobin, který není schopen přenášet kyslík do tkání. Dalším nebezpečným plynem je například i oxid uhličitý, který se rovněž váže na hemoglobin, ale nemá takové negativní dopady na lidský organismus. Člověk otrávený oxidem uhličitým se díky přívodu čerstvého vzduchu snadněji zotaví, ale člověku otráveným CO nestačí pouze přemístění na čerstvý vzduch [35].

Preventivním opatřením před hrozbou vyznačující únik CO je koupě kvalitních spotřebičů s certifikovanými čidly. Ke kontrole spotřebičů by mělo docházet pravidelně každý rok [6].

Níže uvedená tabulka znázorňuje u jednotlivých případů koncentraci CO v ovzduší, množství karboxyhemoglobinu a vliv na zdraví člověka.

Tabulka 5 – Vliv oxidu uhelnatého na zdraví člověka [33; 34]

| Koncentrace [ppm] | Karboxzhemoglobin [%] | Vliv na zdraví                                                                           |
|-------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <35               | 5                     | u zdravých lidí neprokázané žádné negativní dopady na zdraví                             |
| 50                | 10                    | mírné bolesti hlavy, dušnost                                                             |
| 100               | 20                    | silnější bolesti hlavy, dušnost                                                          |
| 200               | 30                    | intenzivní bolesti hlavy, poruchy vidění, spavost                                        |
| 300 - 500         | 40 - 50               | zrychlená srdeční činnost, zmatenost, kolaps, život ohrožující po 3 hodinách expozice CO |
| 800-1 200         | 60 - 70               | silná nevolnost, závratě, zvracení, křeče, bezvědomí do 2 hodin, smrt během 2 - 3 hodin  |
| 1 900             | 80                    | smrt do 1 hodiny                                                                         |

## 2.3 DETEKČNÍ PROSTŘEDKY OXIDU UHELNATÉHO

V případě zásahu spojeného s únikem CO používají jednotky HZS detekční prostředky, aby včas zjistili přítomnost plynu v zasaženém objektu. Detektory CO zjišťují přítomnost plynu pomocí elektrochemického senzoru, který je tvořen 2, 3 nebo 4 elektrodami nacházející se v gelovém elektrolytu. Elektrochemický senzor funguje na principu reakce molekul měřeného plynu s elektrolytem [36].

Důležitým prvkem u detekčních přístrojů je křížová citlivost popisující skutečnost, že senzor nereaguje jen na hodnotu cílového plynu, ale i na další plyny ovlivňující správnost měření [37]. V případech absence právních předpisů či technických norem pro pořízení dané detekční techniky je povinné dodržovat požadavky stanovené pokynem Generálním ředitelstvím HZS ČR a jsou uvedeny v Katalogu technických podmínek požární techniky a věcných prostředků. V pokynu generálního ředitele HZS a náměstka ministra vnitra ze dne 1. 3. 2006 o vydávání technických podmínek pro vybranou požární techniku a vybrané věcné prostředky požární ochrany pro optimální technické podmínky požární techniky jsou popsány minimální požadavky na detekční přístroje pro stanovení kyslíku v ovzduší a hořlavých plynů a par [38; 39].

Pro detekci CO jsou konkrétně stanoveny technické podmínky pro selektivní analyzátor toxických plynů, tzv. toximetr, který identifikuje a monitoruje toxické plyny a páry v ovzduší, jako je CO, chlór, oxid siřičitý, chlorovodík či amoniak. Technické podmínky toximetru umožňují

selektivní měření tří nebezpečných látek v současné době, dále umožňují zobrazení nejvyšší přípustné koncentrace a přípustný expoziční limit. Přístroj je mimo jiné schopen uchovávat v paměti a také zobrazovat průměrné a maximální naměřené hodnoty. Přístroj je vybaven horní a dolní úrovní koncentrace, při kterých se automaticky spustí alarm přístroje. Může být používán i za extrémních teplot, jako je  $-20^{\circ}\text{C}$  až  $50^{\circ}\text{C}$ . Toximetr je zkonstruován tak, aby byl příslušníky HZS používán co nejlépe. To znamená, že rozměry přístroje jsou přizpůsobené tomu, aby bylo možné ho mít umístěný na zásahovém oděvu tak, aby nepřekážel při zásahu. Dále aby byl dobře viditelný i přes dýchací přístroj či protichemický ochranný oděv a také aby byl dobře ovladatelný i ve dvojité ochranné rukavici. Dále důležitou technickou podmínkou je odolnost proti elektromagnetickému záření z prostředků používaných pro spojení mezi HZS ČR a dalšími složkami integrovaného záchranného systému [39].

### **2.3.1 Údržba detekčních prostředků**

Pro ověření funkčnosti detekční techniky je důležité dodržovat systém pravidelné údržby. Tyto činnosti spojené s údržbou mohou provádět pouze příslušníci jednotky, kteří získali odbornou způsobilost a jsou pověřeni k výkonu údržby detekční techniky. Dle Řádu chemické služby HZS ČR je povinností provádět zátěžové zkoušky, kontrolní měření a kalibraci v pravidelných intervalech. U měřicích přístrojů je dle manuálu povinností provádět kalibrační měření, která mohou po řádném proškolení realizovat samotní příslušníci jednotek HZS. Kalibrací je myšlena procedura sloužící pro správné nastavení odezvy detekčního přístroje. Detektory vybavené senzory na CO kalibrují pomocí tzv. dvoubodové kalibrační metody [40]. Prvním krokem je nastavení nulového bodu díky vystavení detekčního přístroje čistému vzduchu. Po jeho nastavení následuje proces kalibrace správné odezvy senzoru pomocí kalibračního plynu, jímž je myšlena směs vzduchu v malé tlakové lahvi, která má certifikované složení a dobu expirace. Například u přístrojů řady GasAlert se pro kalibraci senzoru CO používá směs o 1% methanu, která se pustí do přístroje a je mu udána hodnota koncentrace kalibračního plynu, jenž je uvedena na certifikátu láhve od dodavatele přístroje. Přístroj si podle hodnoty automaticky nastaví odezvu senzoru. Po nastavení kalibrace je přístroj připraven k měření [41; 42].

Další metodou kalibračního testování je pomocí tuby s karbidem vápníku, jelikož vápník reaguje s CO. Ověřování probíhá tak, že nejdříve se měřicí přístroj nechá na 3 minuty zapnutý, aby během této doby došlo k ustálení čidel. Zapnutý přístroj se položí na otevřenou tubu po dobu do prvního zaznění alarmu, poté se přístroj z tuby odebere. V případě správné funkčnosti přístroje by mělo probíhat měření hodnot CO. V případě nereagování čidel se do tuby

dýchne a zkouška se opakuje jako na začátku. V případě neúspěšné zkoušky se přístroj odešle na kontrolu a případnou opravu. Jakmile mají senzory nulové hodnoty, může dojít k vypnutí přístroje [41].

## **2.4 ČINNOSTI JEDNOTEK HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY**

### **2.4.1 Úkoly jednotek hasičského záchranného sboru České republiky**

Přehled úkolů, práv a povinností příslušníků HZS při zásahu jsou legislativně ukotveny v zákoně č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru a v zákoně č. 133/1985 Sb., o požární ochraně [6; 43]. Dle § 13 vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, je HZS ČR jedinou složkou Integrovaného záchranného systému, která může v místě zásahu měřit koncentraci nebezpečných látek a na základě zjištěných informací je dále předávat ostatním složkám [1].

HZS ČR se dle zákona č. 239/2001 Sb., o integrovaném záchranném systému řadí spolu s Policií ČR a poskytovateli zdravotnické záchranné služby mezi základní složky integrovaného záchranného systému. Zároveň je v zákonu uložena povinnost základních složek zajišťovat nepřetržitou pohotovost a poskytovat pomoc při vyhlášení vzniku mimořádných událostí [44].

### **2.4.2 Působnost jednotek hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje**

JMK se rozprostírá v jihovýchodní části ČR a je tvořen okresy Blansko, Brno-město, Brno-venkov, Břeclav, Hodonín, Vyškov a Znojmo. Svou rozlohou, tj. 7 188 km<sup>2</sup> a počtem obyvatel 1 191 989, ke dni 31. 12. 2019, se řadí na čtvrté místo v republice. JMK sousedí v rámci Evropské unie se Slovenskem a Rakouskem a v rámci republiky sousedí s krajem Jihočeským, Pardubickým, Olomouckým, Zlínským a s krajem Vysočina. Centrem kraje je metropole Brno, druhé největší město v ČR. Brno je významným dopravním uzlem, co se týče silniční, dálniční, železniční dopravy a integrovaného dopravního systému. Dalším velmi důležitým dopravním uzlem je letiště v Brně-Tuřanech, které poskytuje přepravu jak osobní, tak i nákladní [45].

Z hlediska vnitřní struktury se HZS JMK rozděluje na ředitelství HZS JMK, územní odbory a jednotky HZS JMK. Územními odbory HZS JMK je Blansko, Brno-město, Brno-venkov, Břeclav, Hodonín, Vyškov a Znojmo [46; 47]. V rámci každého územního odboru HZS kraje se dle přílohy 3 vyhlášky č. 247/2001 Sb. zřizuje vždy jedna ze stanic typu C1, C2 či C3 a na katastrálních územích obcí v kraji stanice typu P0, P1, P2, P3 a P4. Na základě počtu obyvatel v obci a počtu družstev,

tj. jednotka složená z velitele a dalších pěti hasičů, vyjíždějících k zásahům jsou požární stanice v kraji členěny do výše uvedených typů [1].

*Tabulka 6: Klasifikace požárních stanic v rámci územního odboru [vlastní zpracování] [1]*

| Typ stanice | Umístění požární stanice v obci, počet družstev                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|
| C1          | V obci s počtem obyvatel do 50 tisíc, výjezd dvou družstev             |
| C2          | V obci s počtem obyvatel od 50 tisíc do 75 tisíc, výjezd dvou družstev |
| C3          | V obci s počtem obyvatel nad 75 tisíc, výjezd tří družstev             |

*Tabulka 7: Klasifikace požárních stanic v rámci územního odboru [vlastní zpracování] [1]*

| Typ stanice | Umístění požární stanice v obci                                                                          |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P0          | V obci s počtem obyvatel do 15 tisíc <sup>1)</sup>                                                       |
| P1          | V obci s počtem obyvatel do 30 tisíc <sup>2)</sup>                                                       |
| P2          | V obci s počtem obyvatel do 15 tisíc <sup>3)</sup> , v obci s počtem obyvatel nad 15 tisíc <sup>4)</sup> |
| P3          | V obci s počtem obyvatel do 30 tisíc                                                                     |
| P4          | V obci s počtem obyvatel nad 30 tisíc <sup>5)</sup>                                                      |

<sup>1)</sup> *Jednotka vznikla spojením prostředků obce a HZS kraje*

<sup>2)</sup> *Požární stanice typu P1 a P3 jsou umístěné v obci do 30 tisíc obyvatel, jen s tím rozdílem, že P1 zabezpečuje výjezd družstva o zmenšeném početním stavu a P3 zabezpečuje výjezd jednoho družstva a družstva o zmenšeném početním stavu, tj. velitel jednotky a tři další hasiči.*

<sup>3)</sup> *Stanice je zřizována, pokud je v obci více než 10 % budov s více než 5 nadzemními podlažími a pokud není možná přeprava automobilového žebříku či plošiny z jiné jednotky do 15 minut*

<sup>4)</sup> *Stanice je zřizována, pokud v obci není možná přeprava automobilového žebříku či plošiny z jiné jednotky do 15 minut*

<sup>5)</sup> *Stanice zabezpečuje výjezd dvou družstev [1].*

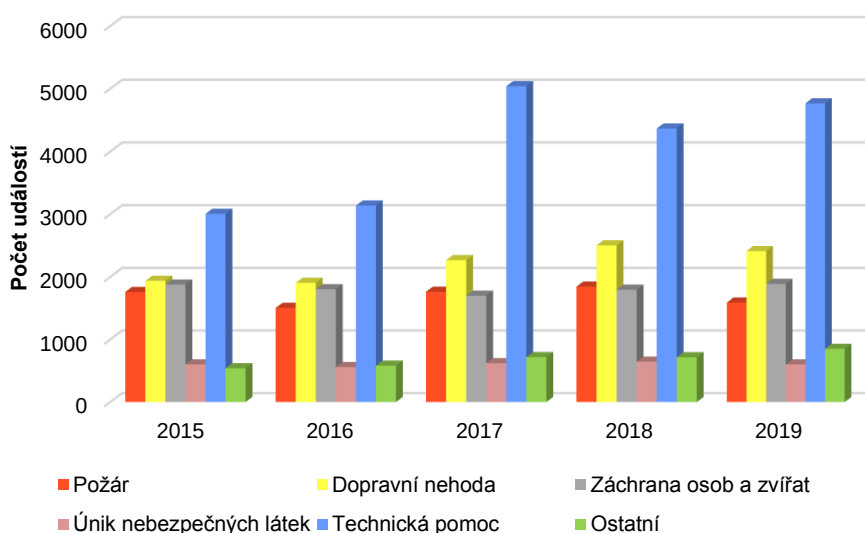
V souladu s pokynem generálního ředitele HZS ČR č. 16/2017 je stanovena dislokace požárních stanic v kraji na základě členění dle typu a předurčenosti jednotek [47]. Níže uvedená tabulka uvádí rozmístění požárních stanic v jednotlivých okresech JMK, typ stanice a její předurčenost.

Tabulka 8: Dislokace stanic HZS JMK

| Dislokace stanice                                                                                                                                                                             | Typ stanice | Předurčenost jednotky |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Blansko, Břeclav, Hodonín, Vyškov, Znojmo<br>Židlochovice                                                                                                                                     | C1          | Střední<br>Základní   |
| Brno-Lidická                                                                                                                                                                                  | C3          | Základní              |
| Kunštát, Brno-Starý Lískovec, Ivančice,<br>Pozořice, Pohořelice, Hustopeče, Mikulov,<br>Kyjov, Veselí nad Moravou, Bučovice,<br>Slavkov u Brna, Moravský Krumlov,<br>Hrušovany nad Jevišovkou | P1          | Základní              |
| Boskovice, Brno-Přehrada Rosice                                                                                                                                                               | P2          | Základní<br>Střední   |
| Brno-BVV, Tišnov                                                                                                                                                                              | P3          | Základní              |
| Brno-Líšeň                                                                                                                                                                                    | P4          | Opěrná                |

### 2.4.3 Statistika zásahů Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje

Graf 1 – Statistika zásahů HZS v letech 2015-2019 [49]

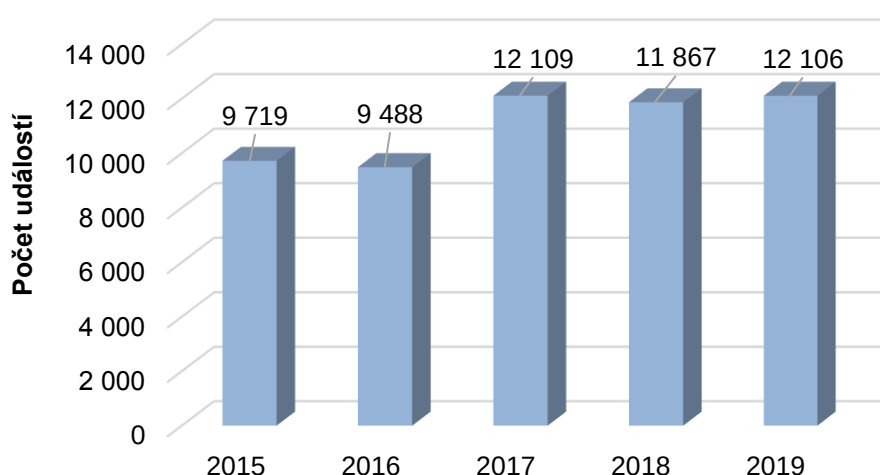


Z grafů je patrné, že nejmenší část tvoří úniky nebezpečných látek, ovšem není vyloučeno, že i během ostatních typů zásahů nemůže docházet k úniku nebezpečných plynů a par. Další menší část zásahů tvoří ostatní mimořádné události, které nelze klasifikovat uvedenými kategoriemi. Řadí se sem plané poplachy, nákazy, epidemie či zajišťování podezřelých zásilek. Největším poměrem zásahů je technická pomoc, kdy příslušníci HZS pro řešení nebezpečných



stavů používají technické prostředky. Jedná se o odstraňování spadlých stromů například po orkánech, likvidace nebezpečných látek, ale i o otevírání uzavřených prostor, kde může docházet k úniku nebezpečného plynu. U každého typu zásahu, ať už se jedná o požár, dopravní nehodu, záchranu osob či zvířat, technickou pomoc nebo ostatní mimořádnou událost, tak se příslušníci HZS mohou setkat s únikem nebezpečné látky a při každém výjezdu musí být na tuto skutečnost vybaveni příslušnou technikou [49].

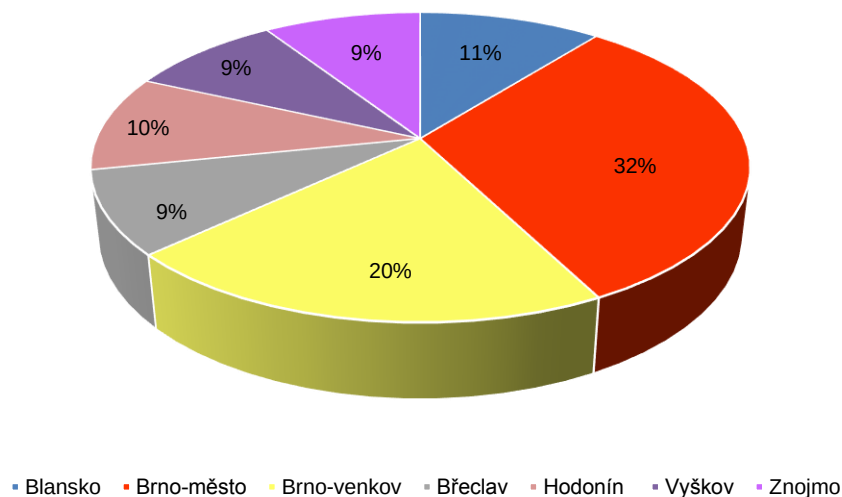
*Graf 2: Celkový počet mimořádných událostí v letech 2015-2019 [49]*



Největší nárůst mimořádných událostí byl zaznamenán k roku 2017, kdy celkový počet událostí činil 12 109, který je srovnatelný s počtem událostí v roce 2019. Nejvyšší počet v roce 2017 odůvodňujeme výjezdy příslušníků k událostem spojených s orkáne Herwart, zejména k událostem vyžadující technickou pomoc [49].

V následujícím grafu je uvedena statistika zásahů jednotek HZS v jednotlivých územních odborech JMK. Z grafu je zřejmé, že největší procentuální výskyt zásahů jednotek HZS má územní odbor Brno-město, po něm následuje Brno-venkov a podobný procentuální výskyt mají územní odbory Blansko, Hodonín, Břeclav, Vyškov a Znojmo [49].

Graf 3: Celkový počet zásahů HZS JMK v letech 2015-2019 [49]



#### 2.4.4 Činnosti jednotek hasičského záchranného sboru v oblasti detekce oxidu uhelnatého

Mezi hlavní subjekty podílející se na detekci nebezpečných plynů při řešení mimořádných událostí nepochybně patří hasičský záchranný sbor především z důvodu kvalitní vybavenosti patřičnou technikou. Při zásazích spojených s únikem CO používají jednotky HZS detekční techniku, jejíž minimální vybavení na jednotlivých požárních stanicích je stanoveno v příloze č. 5 vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany [1].

Tabulka 9: Vybavení jednotek požární ochrany [vlastní zpracování] [1]

| Vybavení                                                                                                                | C1 | C2 | C3 | P0 | P1              | P2 | P3 | P4 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----------------|----|----|----|
| Prostředky pro detekci nebezpečných koncentrací par a plynů s výjimkou radioaktivních látek - expozimetry <sup>1)</sup> | 2  | 2  | 3  | 1  | 1               | 1  | 2  | 2  |
| Prostředky pro detekci nebezpečných látek s výjimkou radioaktivních látek - toximetry <sup>1)</sup>                     | 1  | 1  | 1  | 1  | 1               | 1  | 1  | 1  |
| Cisternová automobilová stříkačka                                                                                       | 3  | 3  | 4  | 1  | 2 <sup>2)</sup> | 2  | 2  | 3  |

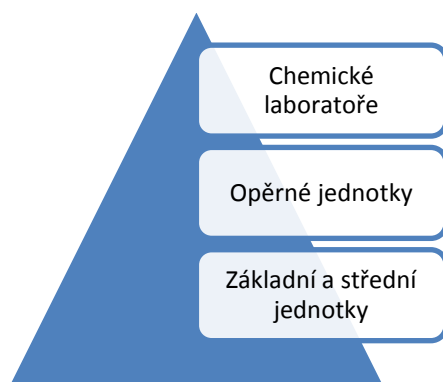
<sup>1)</sup> Do počtu prostředků pro detekci nebezpečných látek se započítávají také prostředky umístěné v cisternových automobilových stříkačkách či v jiné požární technice, která je součástí minimálního vybavení dané požární stanice.

<sup>2)</sup> U typu stanice P1 lze počet cisternových automobilových stříkaček snížit na jednu, pokud má stanice společnou dislokaci s jednotkou sboru dobrovolných hasičů, kde mají cisternovou automobilovou stříkačku součástí vybavení a pokud zabezpečí, že ji mohou používat příslušníci pro účely zdolání zásahu [1].

V každé jednotce HZS vždy musí být zvolena osoba schopná obsluhovat detekční prostředky, většinou se jedná o technika, velitele jednotky nebo o hasiče v jednotce, kteří jsou určeni používat detekční techniku. Jestliže jednotka HZS kraje není schopna svými dostupnými detekčními prostředky detekovat látku, tak povolá dle místa zásahu výjezdovou skupinu chemické laboratoře, která na místě zásahu provede odběr vzorku a následně odběr vzorku předá specializované chemické laboratoři. Osoby pověřené používáním detekčních přístrojů jsou povinny minimálně jednou za měsíc procvičit použití detekční techniky. Na základě naměřených hodnot získává velitel zásahu, krizové štáby a další příslušné orgány podklady pro návrhy opatření pro zahrnující stupeň ochrany příslušníků jednotek požární ochrany, nasazení sil a prostředků, vytyčení zón, způsob dekontaminace, šíření látek do ovzduší, vzájemná reakce látek. Dále je nutná ochrana obyvatelstva, která je zajištěna varováním či evakuací [29].

Na základě tzv. předurčenosti, podle které se jednotky požární ochrany dělí na jednotky základní, střední a opěrné, je stanoveno použití jednotky. Nejzákladnější postavení v této hierarchii chemického průzkumu mají základní a střední jednotky, nad nimi jsou opěrné jednotky disponující vybavením zaměřeným na širší spektrum nebezpečných látek a nejvyšší postavení mají chemické laboratoře, které ze všech uvedených jednotek mají nejvíce zkušeností a také je jejich vybavení detekční technikou na lepší úrovni [29].

Obrázek 1: Hierarchie jednotek HZS [vlastní zpracování] [29]



Úkolem jednotek HZS při detekci chemických látek je nutné provedení tzv. prvořadých opatření, mezi něž se řadí zjištění pomocí měření, že se opravdu jedná o únik nebezpečné látky, záchrana osob a zvířat, uzavření místa havárie. Pokud jednotka HZS není vybavena dostatečnou technikou v místě požáru, tak se přivolávají další jednotky HZS, které jsou vybaveny potřebnou technikou na tento typ mimořádné události. V případě nedostatečných zkušeností s nebezpečnou látkou či chybějících měřících přístrojů, je k zásahu přivolávána chemická laboratoř HZS [29].

Tabulka 10: Detekce plynů dle předurčenosti jednotek HZS [vlastní zpracování] [29]

| Předurčenost jednotky | Popis zásahu jednotek                                                                                                                                                                                                                                | Popis postupu při detekci nebezpečných látek                                                                                |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Základní jednotka     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zásah při malých haváriích</li> <li>• Zásah při velkých haváriích z důvodu stabilizace situace do příjezdu vyšší jednotky</li> </ul>                                                                        | Detekce pomocí přístrojů, které jsou minimálně vybaveny čidlem na zjištění dolní meze výbušnosti látek, kyslík a CO         |
| Střední jednotka      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zásah při haváriích, při kterých nepostačuje základní jednotka</li> </ul>                                                                                                                                   | Detekce širšího spektra plynů (minimálně 10 nebezpečných látek) pomocí detekčních přístrojů s elektrochemickými a PID čidly |
| Opěrná jednotka       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zásah při haváriích, při kterých nepostačuje střední jednotka</li> <li>• Zásah při haváriích velkého množství nebezpečných látek</li> <li>• Monitorování situace do příjezdu chemické laboratoře</li> </ul> | Detekce plynů pomocí detekčních přístrojů s PID čidlem                                                                      |
| Chemická laboratoř    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zásah při haváriích, při kterých nepostačuje žádná z výše uvedených jednotek</li> </ul>                                                                                                                     | Detekce širokého spektra nebezpečných látek, odebrání vzorků pro následný chemický průzkum v laboratoři                     |

#### 2.4.5 Činnosti jednotek hasičského záchranného sboru ve srovnání se zahraničím

Zajištění a udržení provozuschopnosti detekčních přístrojů má v rámci HZS ČR v kompetenci chemická služba, která kromě toho má při zásazích s nebezpečnými látkami na starosti průzkum, poskytování odborné pomoci či provádění záchranných a likvidačních prací. Hasičský a záchranný zbor (HAZZ) Slovenské republiky vykonává stejné činnosti jako HZS ČR, ovšem s tím rozdílem, že služba se nazývá protiplynová, jejíž úkoly jsou stanoveny vyhláškou Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 611/2006 Sb., o hasičských jednotkách [50]. Co se týče zahraniční pomoci při vzniku mimořádných situací, tak se jednotky HZS ČR a HAZZ Slovenské republiky na základě podepsání dohody o spolupráci a vzájemné pomoci řídí dle Metodických pokynů pro spolupráci jednotek požární ochrany České republiky a Hasičského a záchranného sboru a hasičských jednotek Slovenské republiky při vzájemné pomoci při zdolávání mimořádných událostí. Metodické pokyny stanovují úkoly v oblasti vyslání sil

a potřebných prostředků na území druhého státu, v tomto případě v oblasti poskytování detekčních prostředků [50].

V rámci HaZZ Slovenska je detekční technika na zjištění koncentrace CO obdobná té, kterou používají jednotky HZS ČR. Příslušníci HaZZ používají detektory Dräger, ovšem v rámci plánované obměny vyhlásil HaZZ Slovenské republiky veřejnou zakázku na nákup 400 nových detektorů plynů značky MultiRAE lite určených pro současné měření minimálně čtyř různých plynů v celkové výši 88 875 euro [52].

Na základě prostudování problematiky v oblasti prevence proti úniku CO bylo zjištěno, že například v Německu, Velké Británii a ve Spojených státech amerických je na možné smrtelné účinky CO brán větší zřetel, ať už z hlediska právních předpisů či doporučení pro obyvatelstvo [53].

Situace ve Velké Británii potvrzuje, že nejúčinnější prevencí otravy CO je pravidelný servis plynových zařízení. Podle jejich legislativy musí být každý plynový kotel alespoň jedenkrát ročně zkontrolován registrovaným technikem plynových zařízení, který mimo jiné i kontroluje, zda jsou spaliny odváděny správně. Ve Velké Británii podléhá otravám CO okolo 14 lidí na 66 miliónů obyvatel, v ČR umírá v důsledku otravy CO zhruba 300 lidí, což v porovnání s Velkou Británií je zhruba 150 násobně více. Je tedy zřejmé, která země má účinnější prevenci proti smrtelným otravám CO, zda země s povinným prováděním servisu plynových spotřebičů či země s legislativně vynucovanými kontrolami odvodů spalin proti vzniku požáru [54].

Co se týče doporučení pro obyvatelstvo, tak Německo je na lepší úrovni informovanosti než ČR. Tuto skutečnost dokazuje například studie vytvořená příslušníky požárních jednotek v Německu, tzv. German Fire Protection Association uvádějící testovací měření koncentrací CO během vaření v domácnostech. Studie srovnává naměřené hodnoty koncentrace CO v rámci tří scénářů vaření, opékání chleba, smažení na oleji nebo grilování hamburgerů, vůči chování nainstalovaných detektorů CO v domácnosti. Během grilování hamburgerů byla zjištěna přítomnost koncentrace až 9 ppm, která způsobila nárůst teploty o 8°C. Na základě naměřených údajů byla navržena doporučení pro technickou komisi mající na starosti testování poplachů detektorů na CO [55]. Německé Mezinárodní sdružení hasičských a záchranných služeb (CTIF – international association of fire and rescue service) má zpracován přehledný a užitečný dokument podávající přehled rizik, které mohou vzniknout během zásahů spojených s přítomností CO. Dále poskytuje informace o vlastnostech a chování CO a postupy hasičů při používání prostředků na detekci CO. Při zásahu, u něhož se předpokládá únik CO, je každý příslušník CTIF vybaven osobním dozimetrem pro včasné zjištění přítomnosti CO.

Kromě osobního dozimetru jsou jednotky CTIF vybaveny i oxymetrem, který je schopný ihned stanovit úroveň intoxikace CO. Dle dokumentu CTIF se v domácnostech doporučuje nainstalovat detektory CO, které v případě úniku CO zavčas varovaly příslušníky domácnosti o vzniklém nebezpečí. V Německu není prozatím platná legislativa prokazující povinnost pro obyvatele používat detektor CO, ovšem různými dokumenty je apelováno, aby bylo dbáno na ochranu zdraví a života lidí [56].

Zcela odlišná situace je ve Spojených státech amerických (USA), kde je nežádoucím účinkům působení CO věnována dostatečná pozornost. Co se týče právních předpisů, tak ve 32 státech USA je ze zákona povinné mít ve všech domácnostech nainstalované detektory upozorňující na zvýšenou koncentraci CO. V současné době se i ve zbývajících státech USA připravuje legislativa zaměřující se na tuto povinnost [53].

### **3 FORMULACE PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ**

U jednotek HZS je problematika rizik spojených s uvolňováním CO do okolí nedostatečně řešena. Aktuálně nejsou k dispozici metodické listy popisující skutečnost vzniku CO a postup jednotek při zásahu v případě ohrožení osob z důvodu úniku CO. Cílem práce je zhodnocení současného vybavení požárních stanic HZS JMK detektory CO, navržení optimalizace postupu a měření jednotek HZS a zhodnocení z pohledu finanční náročnosti. Na základě analýzy současného stavu jsou identifikována možná rizika spojená se zásahy jednotek HZS JMK, kdy zjišťují možnou přítomnost CO v zasaženém objektu. Pro rizika jsou následně navržena opatření vedoucí ke snížení pravděpodobnosti jejich vzniku a předejití možnému ohrožení a zdraví obětí i příslušníků HZS.

Další část práce se zaměřuje na analýzu výsledků získaných z dotazníkového šetření, kterého se zúčastnili příslušníci jednotlivých jednotek HZS JMK. Pro doplnění informací a znalostí příslušníků HZS JMK je zpracován návrh Metodického listu – Zásahy s únikem oxidu uhelnatého, jenž by následně po konzultaci a potřebných úpravách mohl být zařazen mezi ostatní metodické předpisy pro činnost jednotek požární ochrany.

## **4 POUŽITÉ METODY**

V práci byly použity kvalitativní metody, jimiž je metoda sběru dat a dotazníkové šetření. Metoda sběru dat probíhala v rámci konzultací a řízeného rozhovoru s panem Mgr. Pavlem Kukletou, koordinátorem – metodikem na stanici v Brně-Lišni. Dotazníkového šetření se účastnilo 76 příslušníků HZS JMK, kteří pomocí elektronického dotazování odpovídali na výzkumné otázky týkajících se činností spojených s detekcí CO.



## 5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Následující část práce je zaměřena na detekční techniku používanou jednotkami HZS JMK, následně na aktuální stav vybavenosti jednotlivých požárních stanic JMK. Na základě analýzy současného stavu vybavení jednotkami HZS prostředky potřebnými na detekci CO bude navržena optimalizace měření a její finanční zhodnocení.

### 5.1 VYBAVENÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU JIHMORAVSKÉHO KRAJE DETEKČNÍ TECHNIKOU

HZS JMK používá k detekci plynů detekční přístroje jednoplynové a kombinované. Jak již z názvu vypovídá, jednoplynovými detektory mohou příslušníci HZS změřit pouze jeden plyn, pro který má detektor kalibrované čidlo. Nevýhoda těchto detektorů spočívá v měření neznámých nebezpečných látek. U jednotek HZS JMK jsou využívány přístroje od výrobců Dräger či Sewerin, které jsou kalibrované na CO a metan. Oproti tomu kombinované detektory mají schopnost určit přítomnost více plynů zároveň, zde se jedná o detektory řady GasAlert. Ve vybavení jednotek HZS JMK se nachází detekční přístroje typu Dräger X-am 2000, GasAlert Micro 5, GasAlert Micro Clip XT a Sewerin SNOOPER Mini.

*Tabulka 11: Aktuální vybavení jednotek HZS v JMK [vlastní zpracování]*

| Požární stanice             | Dräger X – am 2000 | Gas Alert Micro 5 | Gas Alert Micro Clip XT | Sewerin SNOOPER Mini |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|
| Blansko                     | -                  | 1                 | 4                       | 2                    |
| Boskovice                   | -                  | 1                 | 2                       | 1                    |
| Kunštát                     | -                  | 1                 | 1                       | 2                    |
| Celkem okres Blansko        | -                  | 3                 | 7                       | 5                    |
| Pracoviště Laboratoř Tišnov | -                  | 2                 | 2                       | 1                    |
| Brno-BVV                    | -                  | -                 | 1                       | 1                    |
| Brno-Lidická                | 2                  | 2                 | 2                       | 2                    |
| Brno-Lískovec               | -                  | -                 | 1                       | 1                    |
| Brno-Líšeň                  | -                  | 2                 | 4                       | 5                    |
| Brno-Přehrada               | -                  | -                 | 1                       | 1                    |
| ŠVZ *                       | 10                 | -                 | 4                       | -                    |
| Celkem okres Brno-město     | 12                 | 6                 | 15                      | 11                   |

| Požární stanice          | Dräger X –<br>am 2000 | Gas Alert<br>Micro 5 | Gas Alert<br>Micro Clip<br>XT | Sewerin<br>SNOOPER<br>Mini |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Ivančice                 | 1                     | -                    | 1                             | 1                          |
| Pohořelice               | -                     | -                    | 1                             | 1                          |
| Pozořice                 | -                     | -                    | 1                             | 1                          |
| Rosice                   | 1                     | 1                    | 2                             | 1                          |
| Tišnov                   | 1                     | -                    | 1                             | 1                          |
| Židlochovice             | -                     | -                    | 2                             | 2                          |
| Celkem okres Brno-venkov | 3                     | 1                    | 9                             | 7                          |
| Břeclav                  | -                     | 2                    | 4                             | 2                          |
| Hustopeče                | -                     | -                    | 2                             | 1                          |
| Mikulov                  | -                     | 1                    | -                             | 1                          |
| Celkem okres Břeclav     | -                     | 3                    | 6                             | 4                          |
| Hodonín                  | 1                     | 1                    | 3                             | 2                          |
| Kyjov                    | -                     | 1                    | 1                             | 1                          |
| Veselí nad Moravou       | -                     | -                    | 2                             | 1                          |
| Celkem okres Hodonín     | 1                     | 2                    | 6                             | 4                          |
| Bučovice                 | -                     | 1                    | -                             | 1                          |
| Slavkov u Brna           | -                     | 1                    | -                             | 1                          |
| Vyškov                   | 2                     | 1                    | 4                             | 2                          |
| Celkem okres Vyškov      | 2                     | 3                    | 4                             | 4                          |
| Hrušovany nad Jevišovkou | -                     | -                    | 1                             | 1                          |
| Moravský Krumlov         | -                     | 1                    | -                             | 1                          |
| Znojmo                   | 1                     | 2                    | 2                             | 2                          |
| Celkem okres Znojmo      | 1                     | 3                    | 3                             | 4                          |

\* ŠVZ – Školní a výcvikové zařízení HZS ČR

### 5.1.1 Ukázka detekčních přístrojů hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje

Pro představu jsou zde uvedeny jednotlivé detektory používané jednotkami HZS JMK při zásazích spojených s únikem CO.



Obrázek 2: Detektor Dräger X-am 2000 [57]



Obrázek 3: Detektor GasAlert Micro 5 [58]



Obrázek 4: Detektor GasAlert Micro Clip XT [59]



Obrázek 5: Detektor Sewerin SNOOPER Mini [60]

## **5.2 IDENTIFIKACE RIZIK PŘI ZÁSAZÍCH HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU**

Zásahy, při nichž se jednotky HZS setkávají s detekcí plynu, lze členit do dvou základních skupin. První skupinou jsou situace, při nichž je zřejmé, že došlo k úniku CO. V tomto případě se jedná o požáry či havárie vadného spotřebiče v domácnosti. Druhou skupinou jsou události, které na první pohled nejsou spojené s únikem plynu, především se zde jedná o vniknutí do prostorů z důvodu nahlášení pokusu o spáchání sebevraždy. Tyto události budou níže znázorněny a popsány pomocí níže uvedeného vývojového diagramu.

### **5.2.1 Riziko při situacích s přítomností oxidu uhelnatého**

Dne 7. 12. 2016 byly jednotky HZS z požární stanice Znojmo povolány k podezření na únik plynu v bytovém domě. Na základě informací majitele sousedního bytu bylo zjištěno, že v nedávné době v celém bytovém domu proběhla revize spalinových cest kromě bytu, kde mělo dojít k úniku plynu, z důvodu nepřítomnosti majitele bytu. V době příjezdu jednotek HZS Znojmo a Policie ČR nikdo v bytě nereagoval, proto nebylo zřejmé, zda se v bytě nenachází nějaká osoba, které by únik plynu mohl způsobit poškození zdraví či dokonce smrt. Po vniknutí Policie ČR byl spuštěn alarm hlásiče CO. Jednotky HZS pomocí měřicího přístroje Gas Alert Micro 5 PID naměřily 50 ppm CO, tj. téměř 2x více než hodnota přípustného expozičního limitu. Koncentrace nebezpečného plynu byla měřena i pomocí přístroje Sewerin snoopers mini, kalibrovaným na metan, který naměřil 300 ppm hořlavých plynů. Dalším rizikem při zásazích jsou nesjednocené hodnoty naměřené různými měřicími přístroji, což dokazuje použití detektorů GasAlert Micro 5 PID a Sewerin snoopers mini. Druhý detektor, Sewerin snoopers mini, je kalibrovaný na jiný plyn a CO patří pouze mezi jeho křížové citlivosti, proto naměřil zcela odlišné hodnoty než detektor přímo určený na měření koncentrace CO. Je důležité, aby jednotky HZS byly vybaveny detekční technikou určenou konkrétně na jeden druh nebezpečného plynu. Po měření proběhlo vyvětrání bytu a k zastavení přívodu plynu do plynového kotle.

### **5.2.2 Riziko taktické chyby**

Častým a nejzávažnějším rizikem při výjezdech k mimořádným událostem je riziko taktické chyby, kdy příslušníci HZS nepředpokládají, že se jedná o únik CO, a proto nepoužijí detektor. Kvůli této chybě může dojít k vážnému poškození zdraví hasičů i obětí. Jedním z případů, kdy není zřejmá přítomnost nebezpečného plynu je událost ze dne 10. 3. 2015, kdy v Brně na ulici Zderadova bylo ohlášeno podezření o spáchání sebevraždy. Na základě zjištění

patologem, že příčinou smrti byla otrava CO, následoval dodatečný průzkum prováděný výjezdovou skupinou chemické laboratoře. V bytě 24 hodin po prvotním zásahu byla pomocí přístroje Gas Alert Micro 5 naměřena hodnota 50 ppm CO. Tím, že prvotní zásah probíhal bez použití detekčního přístroje, je pravděpodobnost ohrožení zdraví a životů zasahujících hasičů velmi vysoká. Během dodatečného průzkumu bylo nalezeno zařízení s časovačem, které vytvářelo smrtelnou koncentraci CO pomocí chemické reakce organické kyseliny s koncentrovanou kyselinou sírovou. U zařízení byla naměřena hodnota převyšující 500 ppm, což může mít za následek zrychlení srdeční činnosti či kolaps organismu.

Aby se předešlo vzniku nebezpečí pro příslušníky HZS a pro osoby nacházející se v místě zásahu, je vhodné při zásazích v uzavřených prostorech a při otevírání neznámých uzavřených prostor používat detekční techniku potřebnou na zjišťování přítomnosti nebezpečných plynů.

### **5.2.3 Riziko při použití přetlakové ventilace**

Při zásazích je nezbytně důležité, aby při požáru nedošlo ke vzniku poškození zdraví či smrti v důsledku vdechnutí škodlivých zplodin hoření. Přetlaková ventilace slouží k rychlému odvětrání pomocí vytlačování kouře plynu čistým vzduchem. K odvětrání studeného kouře se přetlakový ventilátor nasazuje až po uhašení požáru, kdy kouř už není schopen samostatně vzplanout a vznítit hořlavé látky [61]. Při nasazování přetlakové ventilace se postupuje následovně. Nejprve se v místě zásahu zvolí vhodný příváděcí otvor, před kterým bude umístěn ventilátor. Příváděcí otvor je otvor, kterým je z venkovní části do místa zásahu přiváděn čerstvý vzduch. Odváděcím otvorem, většinou se jedná o okna či dveře, je odváděn kouř, teplo a zplodiny hoření, mezi něž se řadí i CO. Je důležité, aby vše ostatní otvory kromě příváděcího a odváděcího byly uzavřeny, jelikož tím by mohla být snížena účinnost přetlakového ventilátoru. Špatným rozhodnutím o volbě odváděcího otvoru či o umístění ventilátoru může dojít k úniku zplodin a tím k ohrožení životů lidí [61; 62].

Aby bylo odvětrání co nejúčinnější, tak je dle metodiky doporučeno objekt rozdělit do několika sekcí a neodvětrávat všechny místnosti najednou, ale postupně. I přes snahu snížit pravděpodobnost vzniku nebezpečí může dojít vlivem nesprávného použití k dalším nebezpečím, jako je například vzplanutí zbytků hoření či proudění vzduchu vevnitř objektu vlivem působení větru, který působí proti odváděcím otvorům [63; 64]. Dalším negativním dopadem působení přetlakového ventilátoru je snížení kvality komunikace mezi příslušníky vlivem vzniklého hluku. V případě použití motorového ventilátoru může dojít k nasátí výfukových zplodin z motoru do zasaženého objektu, proto se doporučuje používat ventilátor s adaptérem, elektrický či hydraulický, aby se předcházelo vzniku případných nebezpečí [62].

Od roku 2009 byl pořízen na některé požární stanice v jiných krajích elektrický přetlakový ventilátor značky RAMFAN EFI 120 a od roku 2017 je součástí vybavení stanic HZS typ LEADER ESV 230 NEO. Tento typ elektrického ventilátoru disponuje regulátorem výkonu elektromotoru, jehož předností je použití uvnitř objektů zasažených ohněm, aniž by v důsledku spalovacího motoru byly vháněny zplodiny hoření do objektu [62].

#### **5.2.4 Riziko neznalosti detekční techniky**

Pro předcházení rizik spojených se zjišťováním koncentrace nebezpečné látky je velmi důležité mít zkušenosti s ovládáním měřicích přístrojů. Mohou ovšem nastat situace, kdy hodnota naměřené koncentrace převyší rozsah detektoru. Povinností hasičů je znát správné postupy při detekci a umět manipulovat s danými detekčními přístroji. Častými chybami je špatná interpretace dat kvůli křížové citlivosti senzoru

#### **5.2.5 Riziko selhání detekční techniky**

Pro zasahující jednotku při zdolávání nebezpečí je nejhůře rozpoznatelným a těžce ovladatelným rizikem, když nemá k dispozici kalibrační plyn pro provedení zkoušky funkčnosti detektoru. Zavedením soupravy pro provádění zkoušek funkčnosti senzorů, která pomocí tuby s karbidem vápníku kontroluje funkčnost, bylo u zásahů příslušníky HZS Jihomoravského kraje částečně předejito rizikům spojených s nemožností provedení zkoušek funkčnosti senzorů na CO.

### **5.3 NÁVRHY OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ IDENTIFIKOVANÝCH RIZIK**

CO se řadí mezi nejčastěji měřený plyn a z důvodu jeho možného negativního dopadu na zdraví osob, je velmi zásadní, aby zasahující příslušníci uměli předpokládat možný výskyt CO při daném typu zásahu, dovedli správně zacházet s přístroji měřícími tento plyn a také aby uměli správně interpretovat naměřená data.

#### **5.3.1 Taktika zásahu a znalost rizik**

Před vlastním měřením je základním předpokladem znalost taktických postupů a omezení použití konkrétních detektorů, kterými jednotka disponuje, aby mohlo být provedeno měření správným způsobem. V ideálním případě bude pro měření plynu použit vysoce selektivní přístroj, který měří spolehlivě a přesně koncentraci daného plynu. V případě použití přístroje, který výše uvedené podmínky nesplňuje, dochází vždy k určitému zkreslení informací, se kterým musí umět zasahující příslušníci pracovat v rámci rozhodovacího procesu vedení zásahu. Nedostatek informací a zkušeností může vést k mylným závěrům, jenž mohou být příčinou

ohrožení zdraví či smrti hasičů a lidí v místě zásahu. Stěžejní roli při zásahu hraje vybavení jednotek detekčními přístroji a jejich správné používání příslušníky. Funkčnost detekčních přístrojů v každé jednotce HZS by měla být pravidelně kontrolována prostřednictvím jasně nastavených pravidel zkoušek. Správnost měření hodnot je nutno validovat v pravidelných intervalech pomocí kalibračních korekcí na certifikovaný standard měřeného plynu. Důležitým opatřením na snižování rizik je prověření funkčnosti přístroje prováděním kontrolních měření senzorů, tj. zda senzor správně reaguje na kalibrační plyn, nebo na plyn, k němuž má známou křížovou citlivost. V rámci návrhu metodického listu jsou také uvedeny doporučené hodnoty nastavení alarmů, aby došlo k jejich sjednocení. V případě pochybností příslušníků a pro předcházení negativních dopadů na zdraví lidí je vhodné prostřednictvím operačního střediska na místo zásahu povolat laboratoř HZS, která disponuje vyšší úrovní znalostí a vybavenosti.

### **5.3.2 Vzdělávání a zpětná vazba**

Informace o proběhlých případech je vhodné uchovávat a analyzovat z důvodu zjištění skutečnosti, zda došlo ke zlepšení. Získané informace slouží k simulacím událostí, během nichž si příslušníci vyzkouší použití detekčních přístrojů při dané situaci tzv. nanečisto. Prostřednictvím simulace zjistí chyby, které nastaly během zásahu, na základě nichž získají nové zkušenosti a ponaučení v případě vzniku dalších podobných nehod. V rámci výcviku se příslušníci také mohou seznámit prakticky s omezením použití přetlakových ventilátorů se spalovacím motorem ke snížení koncentrací CO pod přípustné limity.

V rámci specializačních kurzů se technici chemické služby, velitelé i pracovníci operačních středisek seznamují s možnými scénáři zásahů, vyzkouší si detekční přístroje a také si vyzkouší, s jakými možnými riziky by se příslušníci při zásahu mohli setkat. Informace a zkušenosti, které velitelé a technici získají během kurzu, dále předají členům v jednotce HZS.

### **5.3.3 Optimalizace měření a plánování obměny detekčních přístrojů**

Aby se předcházelo vzniku rizika spojeného se špatnou interpretací dat, je nutné u detekční techniky provést sjednocení dat. Aktuálně se na při zásazích jednotek JMK používají detektory řady GasAlert a v některých případech i detektor Sewerin Snooper Mini. Řešení spočívá v optimalizaci měření a postupu jednotek v podobě obměny detekční techniky. V roce 2020 je na všechny požární stanice v JMK naplánovaná koupě detektorů GX-6000, GX-3R a GX-3R PRO od značky Riken Keiki.



Riken Keiki je doplněním doposud používaných detekčních přístrojů používaných jednotkami HZS JMK, které zároveň i nahrazuje. GX-6000 je oproti výše jmenovaným přístrojům komplexnější a vyniká měřením přítomnosti koncentrace CO, kyslíku, sirovodíku, methanu a navíc je vybaven čidlem na měření těkavých organických látek, které jsou uvolňovány například při spalování dřeva, uhlí či zemního plynu. Těkavé organické látky jsou součástí cigaretového kouře, výfukových plynů, rozpouštědel, barviv či lepidel a mohou mít negativní dopad na zdraví lidí.

*Tabulka 12: Popis detektorů a finanční zhodnocení poptávky detektorů Riken Keiki*

| Cenová nabídka |                                                                                                                                                                                                    |                |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Typ detektoru  | Výhody                                                                                                                                                                                             | Cena (bez DPH) |
| GX - 6000      | Čidlo PID, měří koncentraci plynů - Cl <sub>2</sub> , CO, O <sub>2</sub> , obsahuje alkalickou baterii (doba provozu až 8 hodin)                                                                   | 62 900,- Kč    |
| GX - 6000      | Čidlo PID, měří koncentraci plynů - Cl <sub>2</sub> , CO, O <sub>2</sub> , obsahuje LI-ion baterii (doba provozu až 14 hodin)                                                                      | 75 075,- Kč    |
| GX - 3R        | nejmenší detektor 4 plynů - CO, O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, obsahuje Li-ion baterii (doba provozu až 25 hodin)                                                            | 17 800,- Kč    |
| GX - 3R PRO    | Detektor 5 plynů - CO, O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> nebo SO <sub>2</sub> , obsahuje Li-ion baterii (doba provozu až 25 hodin), přenos dat pomocí bluetooth | 23 499,- Kč    |

Plánovaná obměna detekční techniky u jednotek HZS JMK se bude týkat detektorů GasAlert 5 a GasAlert Micro 5. Co se týče detektorů Dräger X – am 2000 a Sewerin SNOOPER Mini, tak tyto přístroje jsou brány jako tzv. záložní a jejich obměna se v současnosti neplánuje. V rámci navržené optimalizace je uvedena finanční analýza znázorňující náklady na obměnu detektorů GasAlert novými detektory Riken Keiki řady GX. Z důvodu postupného rozložení financí se budou obměňovat nejprve ty detektory, které jsou starší než ostatní detekční prostředky a jsou nejvíce opotřebované používáními. Zpracovány budou dvě varianty z hlediska finanční náročnosti. Finančně méně náročná varianta uvede náklady spojené s pořízením levnějších detektorů a varianta finančně náročnější popíše, jaké budou náklady v případě nahrazení detektory dražšími.

V případě první varianty se bude nahrazovat přístroj GasAlert Micro 5 detektorem GX - 6000 s alkalickou baterií ve výši 62 900,- Kč a přístroj GasAlert Micro Clip XT bude nahrazen přístrojem GX - 3R ve výši 17 800,- Kč bez DPH.

*Tabulka 13: Varianta finančně méně náročná*

| Požární stanice                 | GX – 6000 | Celkové náklady na pořízení (Kč) | GX – 3R   | Celkové náklady na pořízení (Kč) |
|---------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| Blansko                         | 1         | 62 900,-                         | 4         | 71 200,-                         |
| Boskovice                       | 1         | 62 900,-                         | 2         | 35 600,-                         |
| Kunštát                         | 1         | 62 900,-                         | 1         | 17 800,-                         |
| <b>Celkem okres Blansko</b>     | <b>3</b>  | <b>188 700,-</b>                 | <b>7</b>  | <b>124 600,-</b>                 |
| Pracoviště Laboratoř Tišnov     | 2         | 125 800,-                        | 2         | 35 600,-                         |
| Brno-BVV                        | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Brno-Lidická                    | 2         | 125 800,-                        | 2         | 35 600,-                         |
| Brno-Lískovec                   | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Brno-Líšeň                      | 2         | 125 800,-                        | 4         | 71 200,-                         |
| Brno-Přehrada                   | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| ŠVZ *                           | -         | -                                | 4         | 71 200,-                         |
| <b>Celkem okres Brno-město</b>  | <b>6</b>  | <b>377 400,-</b>                 | <b>15</b> | <b>267 000,-</b>                 |
| Ivančice                        | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Pohořelice                      | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Pozořice                        | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Rosice                          | 1         | 62 900,-                         | 2         | 35 600,-                         |
| Tišnov                          | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Židlochovice                    | -         | -                                | 2         | 35 600,-                         |
| <b>Celkem okres Brno-venkov</b> | <b>1</b>  | <b>62 900,-</b>                  | <b>8</b>  | <b>142 400,-</b>                 |
| Břeclav                         | 2         | 125 800,-                        | 4         | 71 200,-                         |
| Hustopeče                       | -         | -                                | 2         | 35 600,-                         |
| Mikulov                         | 1         | 62 900,-                         | -         | -                                |
| <b>Celkem okres Břeclav</b>     | <b>3</b>  | <b>188 700,-</b>                 | <b>6</b>  | <b>106 800,-</b>                 |

| Požární stanice             | GX – 6000 | Celkové náklady na pořízení (Kč) | GX – 3R   | Celkové náklady na pořízení (Kč) |
|-----------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| Hodonín                     | 1         | 62 900,-                         | 3         | 53 400,-                         |
| Kyjov                       | 1         | 62 900,-                         | 1         | 17 800,-                         |
| Veselí nad Moravou          | -         | -                                | 2         | 35 600,-                         |
| <b>Celkem okres Hodonín</b> | <b>2</b>  | <b>125 800,-</b>                 | <b>6</b>  | <b>106 800,-</b>                 |
| Bučovice                    | 1         | 62 900,-                         | -         | -                                |
| Slavkov u Brna              | 1         | 62 900,-                         | -         | -                                |
| Vyškov                      | 1         | 62 900,-                         | 4         | 71 200,-                         |
| <b>Celkem okres Vyškov</b>  | <b>3</b>  | <b>188 700,-</b>                 | <b>4</b>  | <b>71 200,-</b>                  |
| Hrušovany nad Jevišovkou    | -         | -                                | 1         | 17 800,-                         |
| Moravský Krumlov            | 1         | 62 900,-                         | -         | -                                |
| Znojmo                      | 2         | 125 800,-                        | 2         | 35 600,-                         |
| <b>Celkem okres Znojmo</b>  | <b>3</b>  | <b>188 700,-</b>                 | <b>3</b>  | <b>53 400,-</b>                  |
| <b>HZS JMK</b>              | <b>21</b> | <b>1 320 900,-</b>               | <b>49</b> | <b>872 200,-</b>                 |

Druhá varianta, finančně náročnější, zahrnuje náklady na pořízení detektorů GX – 600 s Li-ion baterií za 75 075,- Kč a detektorů GX – 3R za 23 499,- Kč.

Tabulka 14: Varianta finančně méně náročná

| Požární stanice                | GX – 6000 | Celkové náklady na pořízení (Kč) | GX – 3R   | Celkové náklady na pořízení (Kč) |
|--------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| Blansko                        | 1         | 75 075,-                         | 4         | 93 996,-                         |
| Boskovice                      | 1         | 75 075,-                         | 2         | 46 998,-                         |
| Kunštát                        | 1         | 75 075,-                         | 1         | 23 499,-                         |
| <b>Celkem okres Blansko</b>    | <b>3</b>  | <b>225 225,-</b>                 | <b>7</b>  | <b>164 493,-</b>                 |
| Pracoviště Laboratoř Tišnov    | 2         | 150 150,-                        | 2         | 46 998,-                         |
| Brno-BVV                       | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Brno-Lidická                   | 2         | 150 150,-                        | 2         | 46 998,-                         |
| Brno-Lískovec                  | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Brno-Líšeň                     | 2         | 150 150,-                        | 4         | 93 996,-                         |
| Brno-Přehrada                  | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| ŠVZ *                          | -         | -                                | 4         | 93 996,-                         |
| <b>Celkem okres Brno-město</b> | <b>6</b>  | <b>450 450,-</b>                 | <b>15</b> | <b>352 485,-</b>                 |

| Požární stanice                 | GX – 6000 | Celkové náklady na pořízení (Kč) | GX – 3R   | Celkové náklady na pořízení (Kč) |
|---------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|
| Ivančice                        | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Pohořelice                      | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Pozořice                        | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Rosice                          | 1         | 75 075,-                         | 2         | 46 998,-                         |
| Tišnov                          | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Židlochovice                    | -         | -                                | 2         | 46 998,-                         |
| <b>Celkem okres Brno-venkov</b> | <b>1</b>  | <b>75 075,-</b>                  | <b>8</b>  | <b>187 992,-</b>                 |
| Břeclav                         | 2         | 150 150,-                        | 4         | 93 996,-                         |
| Hustopeče                       | -         | -                                | 2         | 46 998,-                         |
| Mikulov                         | 1         | 75 075,-                         | -         | -                                |
| <b>Celkem okres Břeclav</b>     | <b>3</b>  | <b>225 225,-</b>                 | <b>6</b>  | <b>140 994,-</b>                 |
| Hodonín                         | 1         | 75 075,-                         | 3         |                                  |
| Kyjov                           | 1         | 75 075,-                         | 1         | 23 499,-                         |
| Veselí nad Moravou              | -         | -                                | 2         | 46 998,-                         |
| <b>Celkem okres Hodonín</b>     | <b>2</b>  | <b>150 150,-</b>                 | <b>6</b>  | <b>140 994,-</b>                 |
| Bučovice                        | 1         | 75 075,-                         | -         | -                                |
| Slavkov u Brna                  | 1         | 75 075,-                         | -         | -                                |
| Vyškov                          | 1         | 75 075,-                         | 4         | 93 996,-                         |
| <b>Celkem okres Vyškov</b>      | <b>3</b>  | <b>225 225,-</b>                 | <b>4</b>  | <b>93 996,-</b>                  |
| Hrušovany nad Jevišovkou        | -         | -                                | 1         | 23 499,-                         |
| Moravský Krumlov                | 1         | 75 075,-                         | -         | -                                |
| Znojmo                          | 2         | 150 150,-                        | 2         | 46 998,-                         |
| <b>Celkem okres Znojmo</b>      | <b>3</b>  | <b>225 225,-</b>                 | <b>3</b>  | <b>70 497,-</b>                  |
| <b>HZS JMK</b>                  | <b>21</b> | <b>1 576 575,-</b>               | <b>49</b> | <b>1 151 451,-</b>               |

Tabulka 15: Celkové náklady 1. varianty

| Detektor            | GX – 6000          | GX – 3R          |
|---------------------|--------------------|------------------|
| Počet               | 21                 | 49               |
| Cena Kč/ks          | 62 900,-           | 17 800,-         |
| <b>Celková cena</b> | <b>1 320 900,-</b> | <b>872 200,-</b> |

Tabulka 16: Celkové náklady 2. varianty

| Detektor            | GX – 6000          | GX – 3R            |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| Počet               | 21                 | 49                 |
| Cena Kč/ks          | 75 075,-           | 23 499,-           |
| <b>Celková cena</b> | <b>1 576 575,-</b> | <b>1 151 451,-</b> |

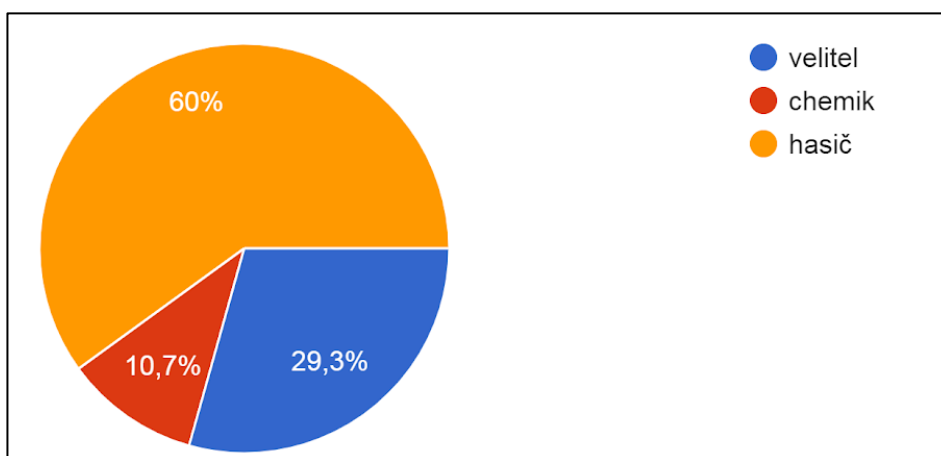
### 5.3.4 Plánovaná inovace vybavení jednotek hasičského záchranného sboru

Novinkou v oblasti detekční techniky je oxymetr Masimo Rad-57, který pomáhá ke správné a včasné diagnostice otravy CO u zasahujících příslušníků, aniž by došlo ke vzniku krátkodobých či dlouhodobých zdravotních problémů. Příznaky otravy se mohou přibližovat příznakům chřipky, ale nemusí mít vůbec žádné symptomy. I vlivem slabé otravy mohou být hasiči během zásahů vystaveni hrozícímu nebezpečí pro jejich zdraví, například zpomalení srdeční činnosti či mrtvice. Přítomnou koncentrací může dojít ke zmatení, které může negativně ovlivnit rozhodnutí hasiče, a to může být důvodem vzniku ohrožení pro ostatní hasiče i pro lidi nacházející se v místě zásahu. Neustálé vystavování organismu při zásazích spojených s únikem CO může být zapříčiněním dlouhodobých zdravotních problémů, například poškození mozku nebo srdce. Oxymetr Masimo Rad-57 testuje úroveň CO v místě zásahu a zabraňuje zdravotním problémům. Po každém zásahu, při němž jsou hasiči vystaveni přítomnosti CO, nebo jiných nebezpečných plynů, se posílají zasažení příslušníci HZS do nemocnic na vyšetření, kde se pomocí obdobného oxymetru zjistí, zda v krvi je obsažen karboxyhemoglobin a v jaké míře. V případě velkého zásahu, kde je vysoké riziko úniku nebezpečného plynu se plánuje, že oxymetr by byl součástí vybavení jednotek a pomohl těmto nebezpečným situacím předcházet přímo na místě zásahu. Zařazení oxymetru do povinné výbavy jednotek HZS JMK se plánuje v nejbližší době, nevýhodou je vyšší pořizovací cena a nutnost pravidelných kalibrací [65].

## 5.4 VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

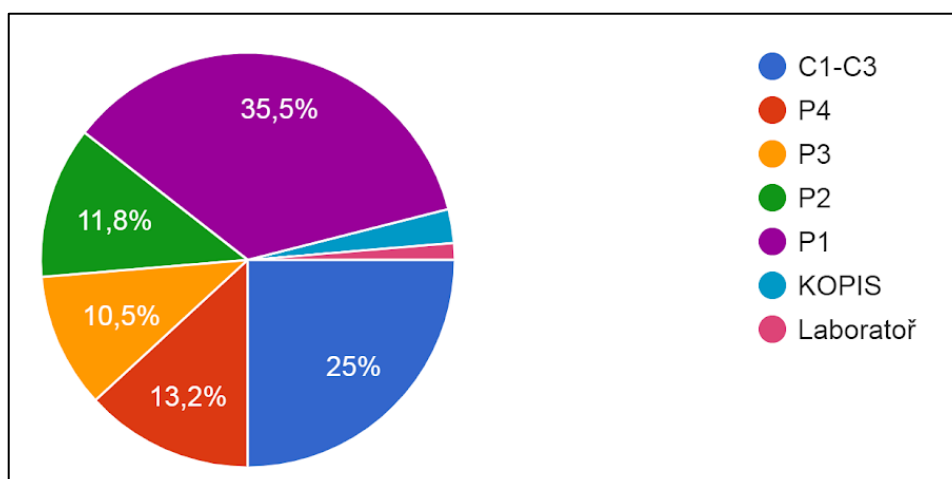
Vyhodnocení dotazníků proběhlo na základě odpovědí od 76 příslušníků JMK. Dotazník obsahoval 17 otázek, z celkového počtu 76 příslušníků je 45 příslušníků vykonávající specializovanou funkci hasič, 9 chemiků a 22 velitelů jednotek HZS JMK. Návratnost dotazníků byla 100 %. Výsledky dotazníkového šetření byly následující.

1) Jakou specializovanou funkci zastávám na stanici Jihomoravského kraje?



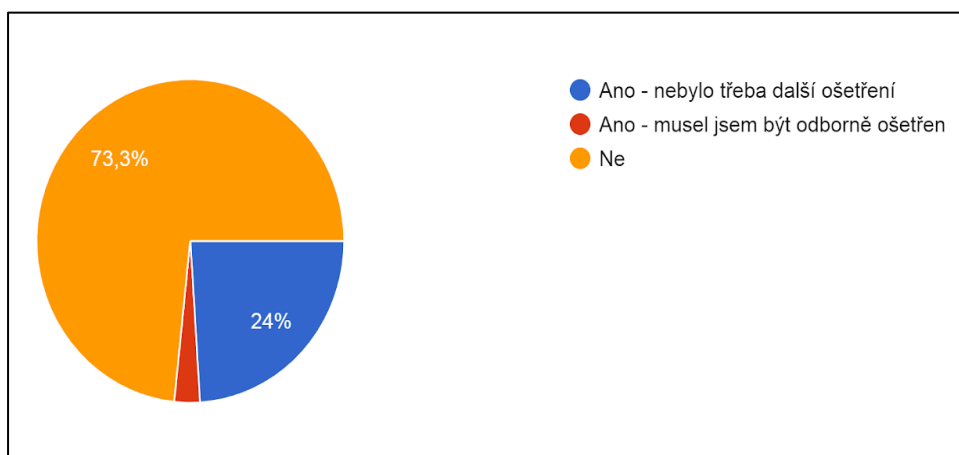
Největší část z celkového počtu respondentů je tvořena hasiči, dále veliteli a nejmenší část je tvořena hasiči vykonávající na stanicích HZS funkci chemického odborníka.

2) Jako příslušník jsem zařazen stanici typu?

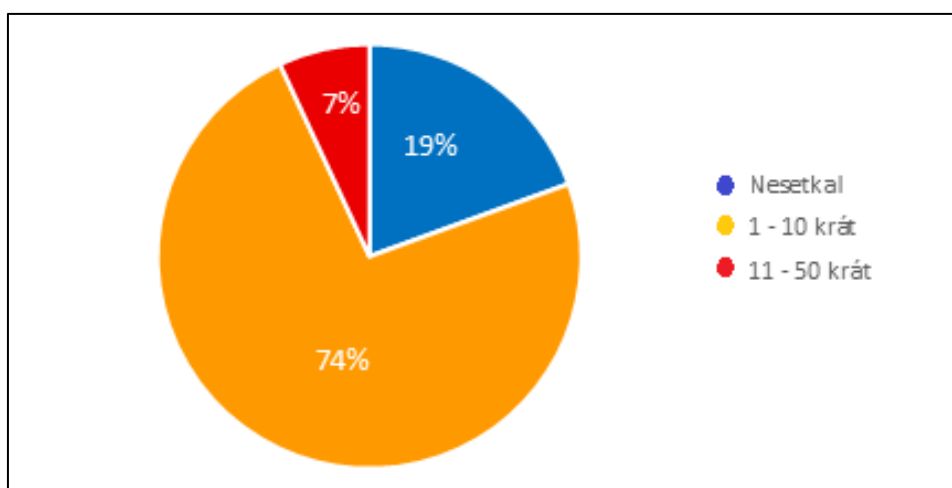


Největší podíl hasičů je zařazeno na stanicích typu P1, C1, C2 a C3.

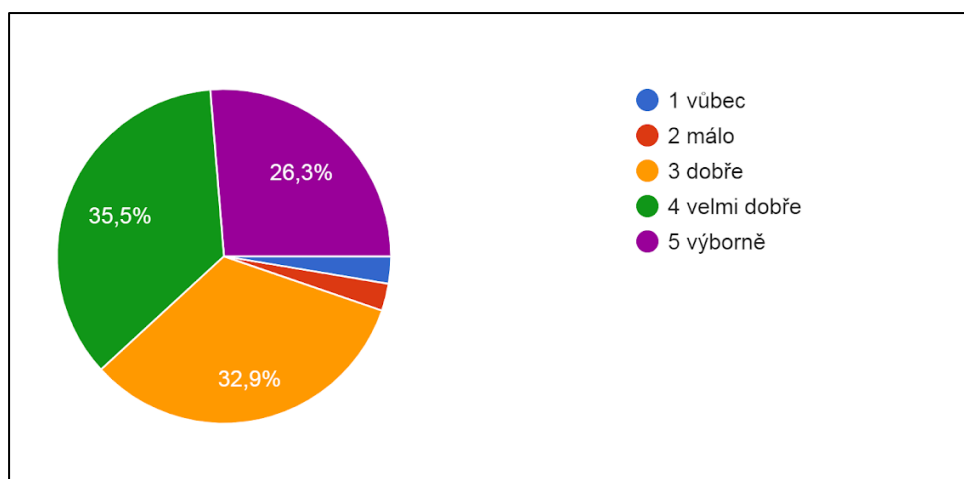
3) Setkali jste se sami u sebe v rámci své profese s příznaky otravy oxidem uhelnatým?



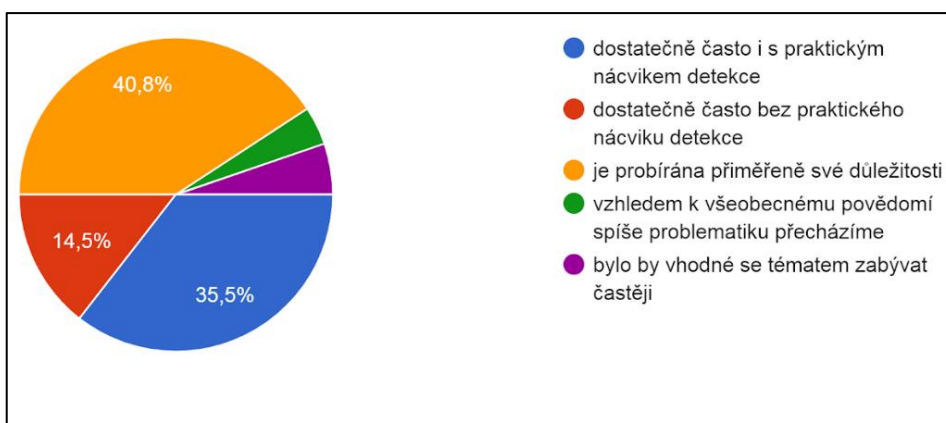
4) Odhadněte, kolikrát jste se za poslední rok setkal s rizikem intoxikace CO?



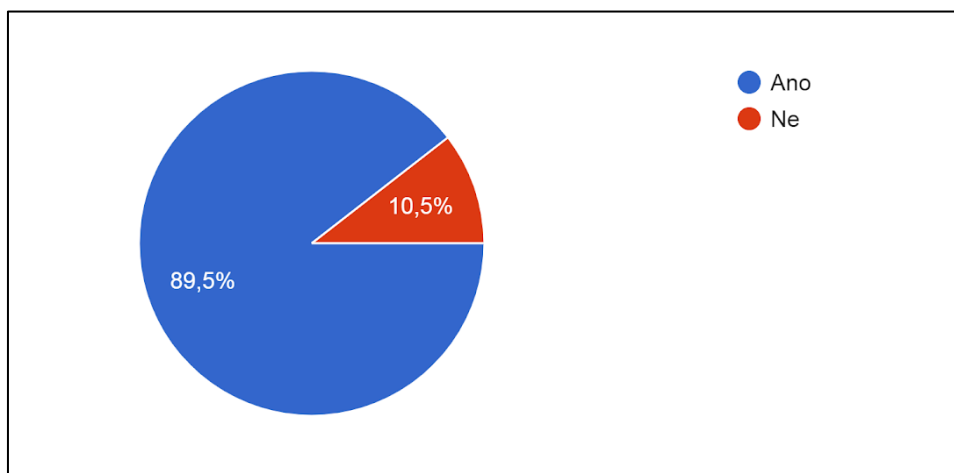
5) V rámci odborné přípravy jsem proškolen z hlediska možností detekce oxidu uhelnatého u zásahu HZS mojí jednotkou?



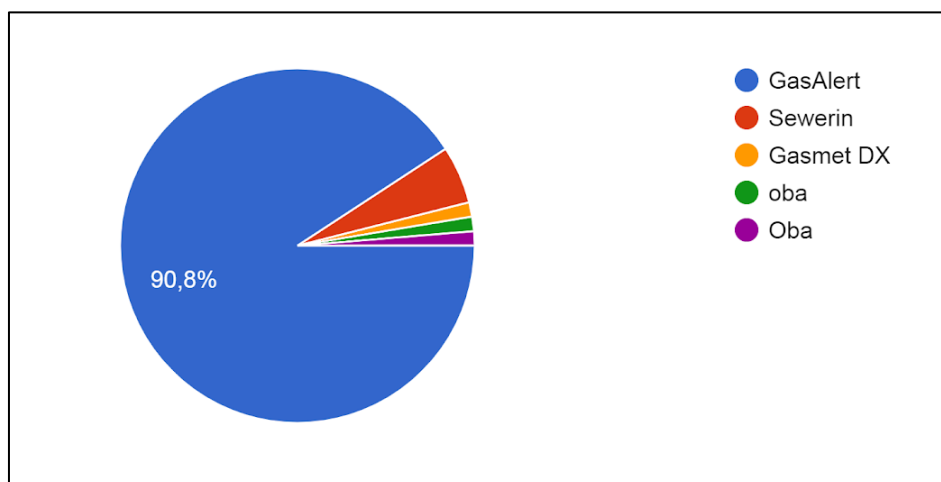
6) Problematika detekce oxidu uhelnatého je v rámci odborné přípravy probírána?



7) Probíráte v rámci odborné přípravy možné postupy při vzniku mimořádné události spojené s únikem oxidu uhelnatého?

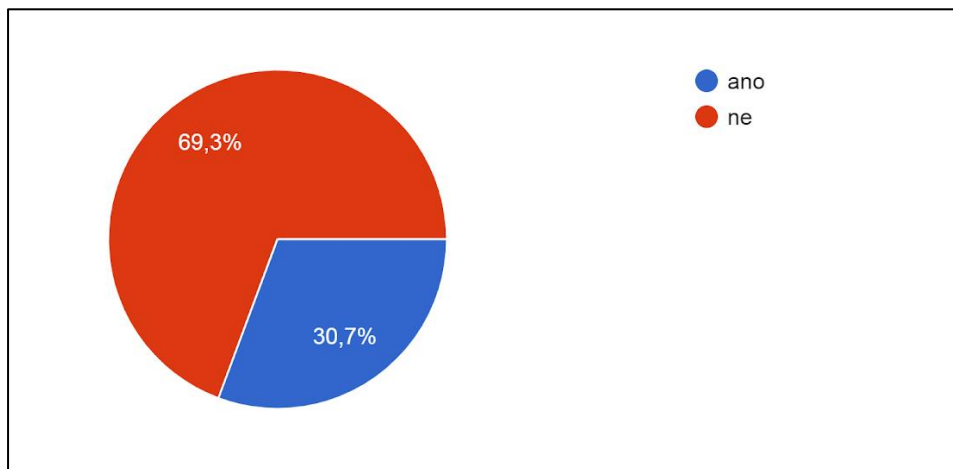


8) Jaké přístroje ve vybavení Vaší jednotky lze použít k detekci oxidu uhelnatého?

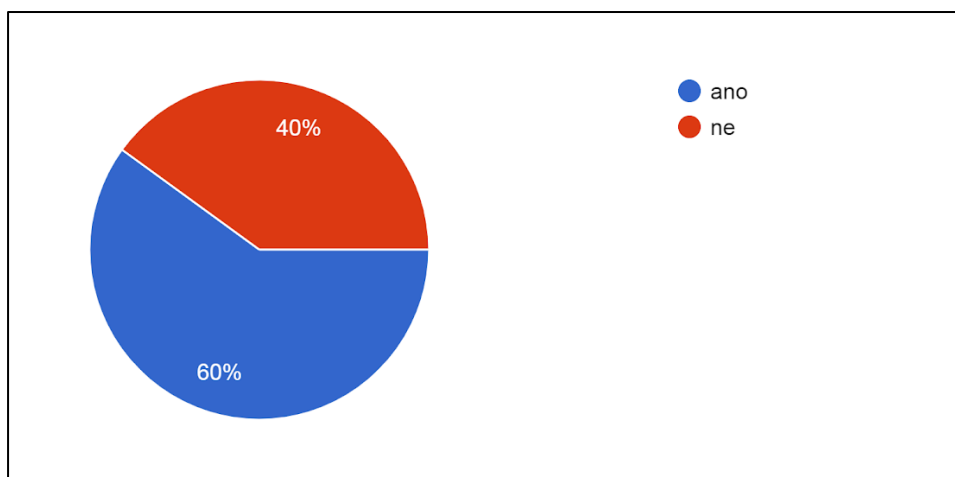




9) Víte o možnosti měření přítomnosti oxidu uhelnatého v krvi u příslušníků jednotek HZS kraje pomocí oxymetru Masimo-Rad 57?

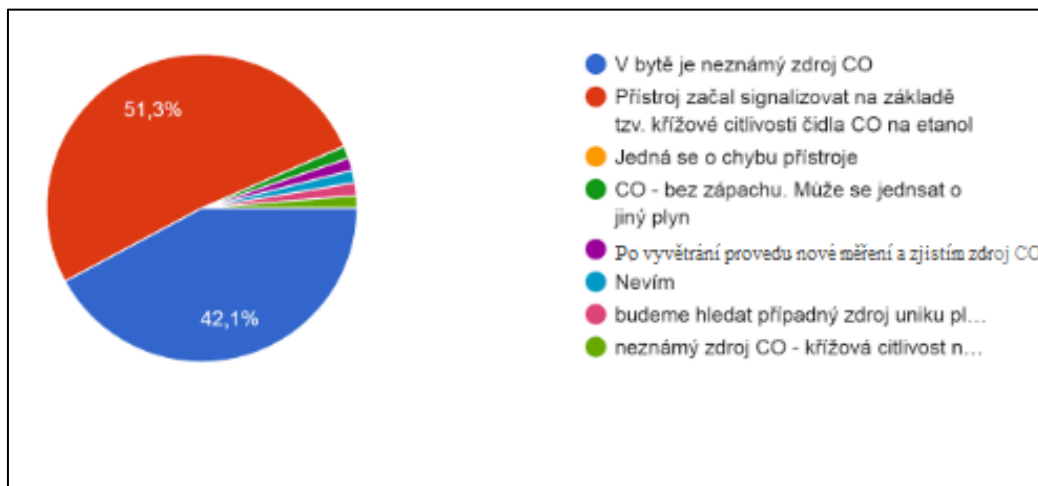


10) Chtěli byste, aby oxymetr Masimo-Rad 57 byl zařazen do vybavení detekční technikou Vaší jednotky?

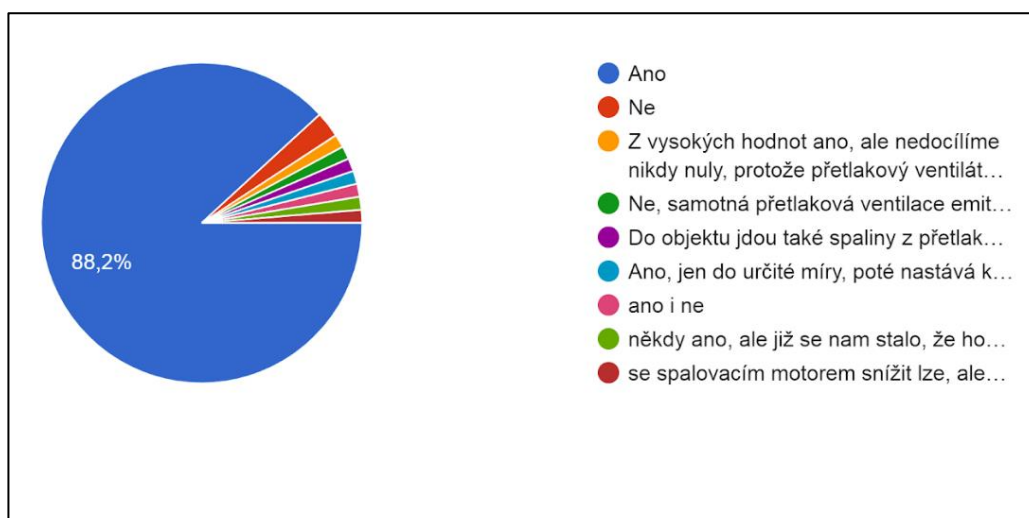


Většina příslušníků HZS JMK neví o možnosti měření koncentrace karboxyhemoglobinu v krvi pomocí oxymetru. Ovšem více než polovina odpověděla, že by chtěli pořízení oxymetru do vybavenosti jednotek HZS. Jelikož oxymetr Masimo Rad-57 používají i poskytovatelé zdravotnické záchranné služby, tak by bylo vhodné zvážit tuto možnost z důvodu předcházení ohrožení zdraví a osob u příslušníků HZS i samotných osob nacházejících se v zasaženém prostoru.

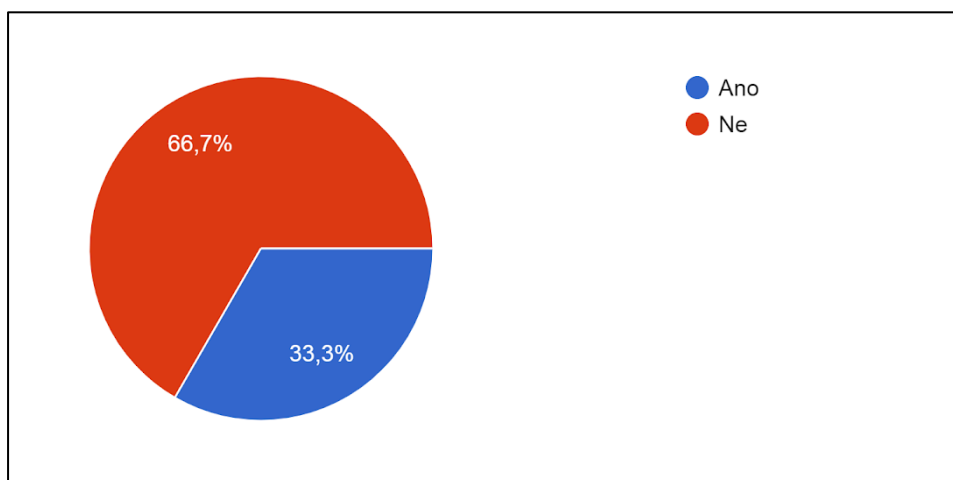
11) V rámci průzkumu neznámého zápachu v bytě Vám začne signalizovat detektor CO. Majitelka tvrdí, že pro snížení intenzity zápachu použila krátce před Vaším příchodem voňavku. Jak tuto situaci vyhodnotíte?



12) Pomůže snížit hladinu CO v objektu po požáru provedení přetlakové ventilace?

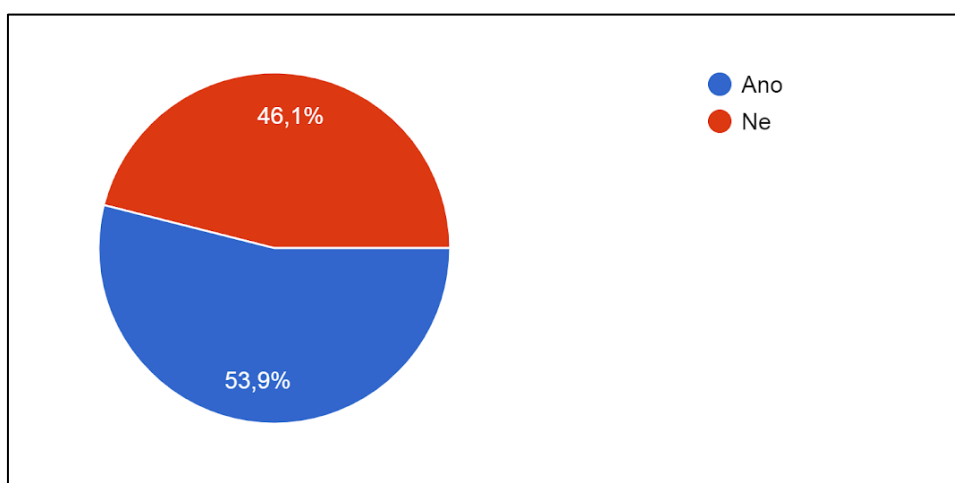


13) Je srovnatelný zdravotní účinek působení CO, pokud je první osoba vystavena působení koncentrace 33 ppm CO 4 hodiny a druhá osoba 1 hodinu koncentrací 83 ppm CO?

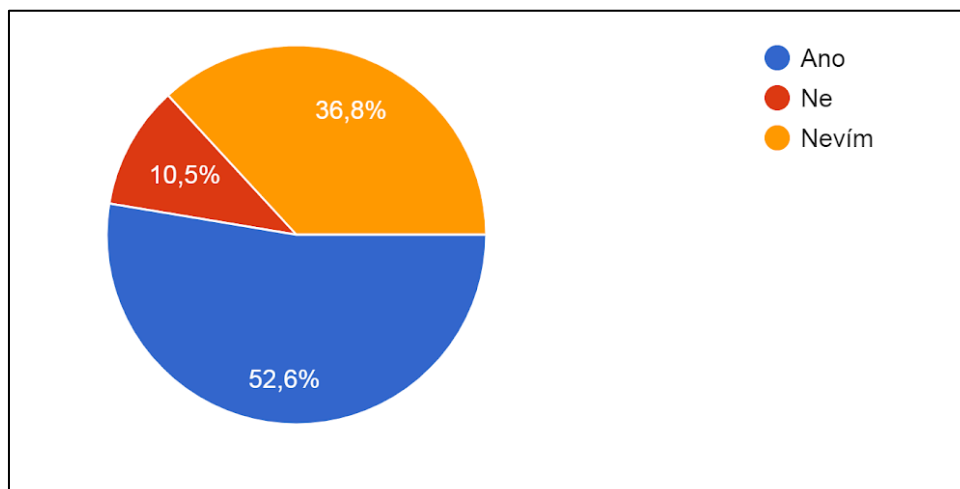


Pravdivost, že zdravotní účinek působení CO při různých koncentracích a různých délkách doby expozice není srovnatelný, potvrzují hodnoty AEGL-2.

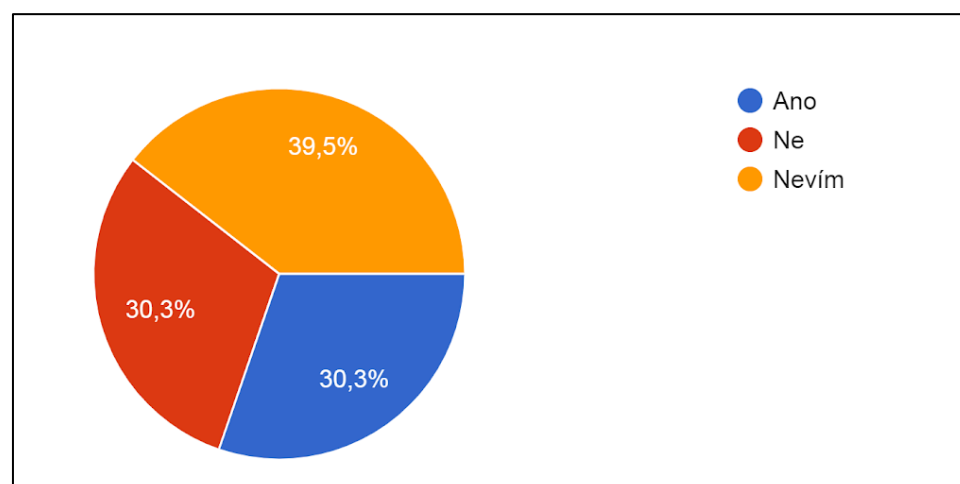
14) Otázka: Provádíte standardně technický zásah otevření uzavřených prostor s detektorem plynu (CO/LEL)?



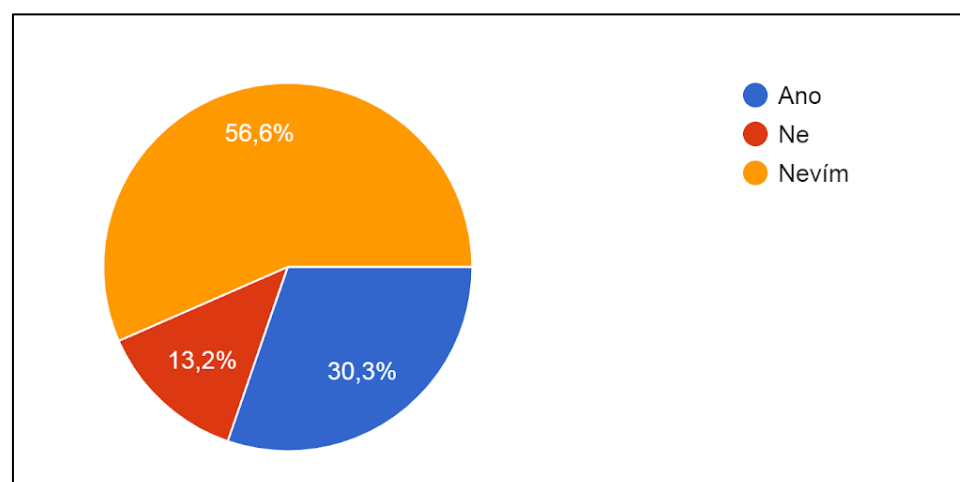
15) Mají plyny acetylen a ethylen vliv na měření senzorem CO?



16) Mají plyny amoniak a oxid uhličitý v koncentracích do 1% vliv na měření senzorem CO?



17) Mají plyny oxid siřičitý a sulfan vliv na měření senzorem CO?



Na základě provedeného dotazníkového šetření bylo zjištěno, že v oblasti proškolení členů jednotek HZS JMK se příslušníci cítí být na dobré úrovni, ovšem byli zde čtyři příslušníci, kteří odpověděli, že jsou málo nebo vůbec proškolení v oblasti detekce CO. Jednalo se o členy jednotek vykonávající funkci hasič na stanicích typu C1-C3, P2 a P4. V tomto případě by bylo vhodné se na nedostatky zaměřit a odstranit je. Bohužel z dotazníkového šetření dále vyplývá nedostatek praktických zkušeností zvláště v oblasti interpretace naměřených hodnot. Není možné tolerovat základní princip mechanismu toxicity CO, kdy i malé množství CO působící delší dobu může vyvolat zdravotní komplikace obdobně jako krátkodobá expozice vysokým koncentracím CO. Stejně tak při neznámé chemické reakci nelze tvrdit, že vzniká CO, ale je nutné další zkoumání, zvláště jedná-li se o dopravní nehodu kde je předpoklad kontaminace zasahujících. Také odpovědi u posledních čtyř otázek ukazují potenciál, kam by se mělo ubírat další školení příslušníků. Určitě by bylo vhodné upravit taktické postupy tak, aby při vnikání do neznámých uzavřených prostor hasiči používali detektory hořlavých plynů a CO. V rámci realizace dotazníku byly některé otázky položeny.

## **5.5 NÁVRH METODICKÉHO LISTU PRO ZÁSAH S ÚNIKEM OXIDU UHELNATÉHO**

Jelikož neexistuje metodický list pro zásah s únikem CO, tak následující část práce bude věnována návrhu metodického listu. Aktuálně jsou zpracovány pouze dva metodické listy pro zásah s únikem nebezpečné chemické látky. Jedná se o Metodický list č. 15/L – Zásahy s únikem amoniaku (čpavku) a Metodický list č. 16/L – Zásahy s únikem chlóru. I přesto, že je vytvořen Metodický list č. 1/L – Zásah s přítomností nebezpečných látek, není reálné vytvořit metodický list, který by byl univerzální a aplikovatelný na všechny nebezpečné chemické látky. Z důvodu vzniku negativních dopadů na zdraví lidí v situacích spojených s únikem CO by měl být vytvořen metodický list i pro zásah s únikem tohoto plynu, aby se předcházelo případnému nebezpečí.

Následující kapitola bude zaměřena na návrh metodického listu, který strukturou odpovídá výše uvedeným metodickým listům – č. 15/L a č. 16/L. Po kontrole a potřebných změnách by metodický list mohl být zařazený mezi ostatní Metodické listy bojového řádu jednotek požární ochrany.

| Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky |                      |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|
| Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu                            |                      |          |
| Název:                                                                                   | Metodický list číslo | <b>X</b> |
| <b>Zásahy s únikem oxidu uhelnatého</b>                                                  |                      | <b>Y</b> |
|                                                                                          | Vydáno dne           | Stran:   |

## I.

### Charakteristika

- 1) Únikem látky rozumíme uvolnění plynné fáze v důsledku vývinu látky při chemické reakci, nedokonalého hoření či poškození spalovacích zařízení. K úniku může dojít i vlivem jiných mimořádných událostí (dopravní nehoda, požár, výbuch).
- 2) Základní vlastnosti oxidu uhelnatého:
  - a) za normálních podmínek bezbarvý, extrémně hořlavý, jedovatý plyn, bez zápachu,
  - b) silně redukční činidlo,
  - c) obsažen ve svítiplynu, v generátorovém plynu a ve vodním plynu
  - d) mírně lehčí než vzduch,
  - e) reaguje se silnými oxidanty,
  - f) při styku s některými kovy může tvořit vysoce toxické karbonyly,
  - g) způsobuje bolesti hlavy, dušnost poruchy vidění, nevolnost, závratě, spavost, zvracení, křeče, zrychlenou srdeční činnost, bezvědomí či smrt,
  - h) toxický při vdechování,
  - i) způsobuje poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici
  - j) chronická expozice relativně nízkým hladinám oxidu uhelnatého může způsobit přetrvávající bolesti hlavy, závratě, deprese, zmatek, ztrátu paměti, nevolnost, poruchy sluchu a zvracení,

k) chronická expozice může u některých lidí zhoršit riziko kardiovaskulární choroby. Největší je riziko u osob s ischemickou chorobou srdeční a u těhotných žen.

j) málo rozpustný ve vodě.

3) Oxid uhelnatý vzniká při nedokonalém hoření v důsledku nedostatku kyslíku a nedostatečnému odchodu zplodin hoření a jako vedlejší produkt chemických reakcí v průmyslu.

4) Fyzikálně chemické vlastnosti:

| Oxid uhelnatý                                                                                    |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Chemický vzorec                                                                                  | CO                                                                      |
| Číslo CAS                                                                                        | 630-08-0                                                                |
| Číslo ES                                                                                         | 211-128-3                                                               |
| Číslo UN                                                                                         | 1016                                                                    |
| Molární hmotnost                                                                                 | 28,01 g/mol                                                             |
| Hustota                                                                                          | 1,14 kg/m <sup>3</sup>                                                  |
| Bod tání/bod tuhnutí                                                                             | -205 °C                                                                 |
| Bod varu                                                                                         | -191,5 °C                                                               |
| Rozpustnost ve vodě (při 20°C)                                                                   | 30 mg/l                                                                 |
| Teplota samovznícení                                                                             | 620°C                                                                   |
| Dolní mez výbušnosti                                                                             | 12,5% obj.                                                              |
| Horní mez výbušnosti                                                                             | 74% obj.                                                                |
| Rozpouštědla                                                                                     | Voda, ethanol, kyselina octová, benzen, chloroform, čpavek, ethylacetát |
| Koeficient přepočtu z mg/m <sup>3</sup> na ppm (při 20°C)                                        | 0,859 (násobíme)                                                        |
| Koeficient přepočtu z ppm na mg/m <sup>3</sup> (při 20°C)                                        | 1,164 (násobíme)                                                        |
| Přípustný expoziční limit (PEL)                                                                  | 23 mg/m <sup>3</sup> = 19,7 ppm                                         |
| Nejvyšší přípustná koncentrace (NPK)                                                             | 117 mg/m <sup>3</sup> = 100 ppm                                         |
| Havarijní přípustná koncentrace (HPK-10)                                                         | 172 mg/m <sup>3</sup> = 148 ppm                                         |
| Havarijní přípustná koncentrace (HPK-60)                                                         | 86 mg/m <sup>3</sup> = 74 ppm                                           |
| Doporučené hodnoty alarmů přístrojů (první/druhý/STEL 15 min/ TWA 8 hod)                         | 30 ppm/200 ppm, 200 ppm/30 ppm                                          |
| Údaje pro ADR/RID: Klasifikační kód<br>Bezpečnostní značka<br>Kemlerův kód (číslo nebezpečnosti) | 1TF                                                                     |
|                                                                                                  | 2.3 + 2.1 + (13)*                                                       |
|                                                                                                  | 263                                                                     |
| H-věty                                                                                           | <b>H220</b> Extrémně hořlavý plyn                                       |
|                                                                                                  | <b>H280</b> Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout     |
|                                                                                                  | <b>H331</b> Toxický při vdechování                                      |
|                                                                                                  | <b>H360D</b> Může poškodit plod v těle matky                            |

|        |                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <b>H372</b> Způsobuje poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici                                              |
| P-věty | <b>P202</b> Nepoužívejte, dokud jste si nepřečetli všechny bezpečnostní pokyny a neporozuměli jim.                          |
|        | <b>P210</b> Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným plamenem a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.     |
|        | <b>P260</b> Nevdechujte prach/dým/plyn/mlhu/páry/aerosoly                                                                   |
|        | <b>P304+P340</b> PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání. |
|        | <b>P308+P313</b> PŘI expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.                                    |
|        | <b>P381</b> Odstraňte všechny zdroje zapálení, můžete-li tak učinit bez rizika.                                             |
|        | <b>P403</b> Skladujte na dobře větraném místě.                                                                              |
|        | <b>P405</b> Skladujte uzamčené.                                                                                             |

5) Poskytnutí první pomoci při úniku oxidu uhelnatého:

- a) Vyneste postiženého ze zamořeného prostoru na čerstvý vzduch
- b) Okamžitě zavolejte zdravotní záchrannou službu, která Vám sdělí informaci, co přesně dělat.
- c) Pokud postižený dýchá, uložte ho do stabilizované polohy
- d) Pokud postižený nedýchá, proveďte umělé dýchání.
- e) Pokud má postižený srdeční zástavu, zahajte resuscitaci.
- f) v případě potřeby zahajte podpůrnou kyslíkovou terapii a hyperbarickou terapii

## II.

### Úkoly a postup činnosti

6) Kromě obecných činností při zásahu s přítomností nebezpečných látek se provádí zejména:

- a) předběžné vyznačení hranice nebezpečné zóny ve vzdálenosti 15 metrů, hranice nebezpečné zóny se pomocí měření upřesní v úrovni koncentrace PEL, tj. cca 30 ppm; při činnostech v nebezpečné zóně používají jednotky osobní ochranné prostředky v závislosti na naměřené koncentraci,



| Koncentrace oxidu uhelnatého [ppm] | Doporučené ochranné prostředky                                                                                                                                           |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-500 ppm                          | izolační dýchací přístroj vzduchový nebo filtrační dýchací přístroj* a zásahový oděv; při záchrane osob viz HPK-10, HPK-60                                               |
| 500-1200 ppm                       | izolační dýchací přístroj vzduchový nebo filtrační dýchací přístroj* a protichemický ochranný oděv typu 3 nebo 4; při záchrane osob, viz HPK-10                          |
| nad 1200 ppm                       | izolační dýchací přístroj vzduchový a protichemický ochranný oděv typu 1a (plynotěsný, přetlakový) nebo filtrační dýchací přístroj* a protichemický ochranný oděv typu 3 |

\* Běžné ochranné filtry (např. MOF-6) vůbec nechrání před účinky CO, jsou potřeba filtry se speciální katalytickou, tzv. hopkalitovou vložkou.

b) záchrana a evakuace osob z nebezpečné zóny. Zachraňují se vždy osoby, které se nacházejí v přímo zasaženém prostoru a včas se varují, popřípadě se evakuují osoby z prostoru, kde se předpokládá šíření oxidu uhelnatého. Evakuační cesty se volí tak, aby vedly mimo nebezpečnou zónu.

c) zabránění dalšímu úniku a rozšiřování plynu, odvětrání zamořeného prostoru pomocí přetlakového ventilátoru, utěsnění otvorů kromě zvoleného přívaděcího a odváděcího otvoru,

d) průběžný monitoring úniku oxidu uhelnatého, sledování koncentrace oxidu uhelnatého, provádění monitorování okolních prostor, dle potřeby upravovat hranice nebezpečné zóny,

e) informování osob nacházející se v okolí zamořené oblasti. Osoby provádějící varování lidí v místě zásahu a v místě předpokládaného šíření musí být ponaučeny o nebezpečí a šíření oxidu uhelnatého a případně vybaveny osobními ochrannými prostředky.

f) v případě potřeby nebo nedostatečného vybavení detekčními prostředky informování Laboratoře HZS.

7) Před použitím detekční techniky:

a) zkontrolujte, zda u měřicího přístroje proběhlo kontrolní měření senzorů na prověření funkčnosti přístroje

b) zkontrolujte, zda u měřicího přístroje proběhlo kalibrační měření na prověření funkčnosti přístroje,

- c) ověřte, zda měřicí přístroj ovládá osoba s dostatečnými kompetencemi a znalostmi.

8) Při použití detekční techniky:

- a) berte v potaz možnost výskytu jiného plynu, který by díky křížové citlivosti mohl změnit interpretaci naměřených dat,
- b) i při zjištění hodnot koncentrací pod hygienickými limity se snažte vždy lokalizovat zdroj úniku a proveďte měření za ztížených větracích podmínek.

9) V případě požáru:

- a) použít vhodná hasiva na uhašení požáru vzniklého oxidem uhelnatým, tj. prášek, CO<sub>2</sub>, pěna nebo vodní mlha. Nevhodným hasivem je přímý vodní proud.

10) V případě, že k úniku oxidu uhelnatého dochází ze zařízení určených k chemickým experimentům:

- a) použijte osobní ochranné prostředky,
- b) použijte detekční měřicí přístroje,
- c) odstraňte zařízení ze zasaženého místa, pokud je to možné.

11) V případě úniku:

- a) nasadte si osobní ochranné pomůcky,
- b) okamžitě evakuujte nepovolané osoby z místa nehody,
- c) k místu nehody přistupujte po větru,
- d) před povolením návratu ostatním osobám, dobře vyvětrejte místo úniku.

12) Při použití přetlakové ventilace:

- a) zasažený objekt rozdělte do několika sekcí, neovětrávejte všechny místnosti najednou,
- b) zvolte vhodný příváděcí otvor, před který se umístí ventilátor,
- c) zvolte vhodný odváděcí otvor, tj. okno či dveře,
- d) vše ostatní otvory zavřete,

e) pokud je to možné, použijte elektrický nebo hydraulický ventilátor, protože v případě použití motorového ventilátoru může dojít k nasátí výfukových zplodin z motoru do zasaženého objektu

f) přetlakový ventilátor se spalovacím motorem nesníží koncentraci CO pod hodnoty PEL.

### **III.**

#### **Očekávané zvláštnosti**

13) Při únicích oxidu uhelnatého je nutno počítat s následujícími komplikacemi:

- a) při nízkých koncentracích oxidu uhelnatého může docházet ke zkreslení naměřených hodnot (způsobeno např. různou křížovou citlivostí měřicích přístrojů, povětrnostními vlivy, uspořádáním vnitřního prostoru),
- b) kvůli absenci zápachu oxidu uhelnatého může dojít k nevědomí o vzniklé situaci a k případnému nebezpečí.
- c) při průzkumu neznámých prostor, zvláště v obytných budovách je vhodné preventivně monitorovat přítomnost oxidu uhelnatého
- d) při zásahu u pacientů s příznaky selhání srdečního oběhu je vhodné provést kontrolu prostředí na možnou přítomnost oxidu uhelnatého
- e) při tepelné degradaci materiálů v budovách může docházet k chronickým otrávám oxidem uhelnatým (např. trámy v blízkosti kouřovodu, přehřívání elektroinstalace),
- f) v případě signalizace senzoru CO u zásahu s ohrožením osob je vhodné kvůli validaci forenzních důkazů zvážit povolání chemické laboratoře.

## 6 DISKUZE

Na základě dotazníkového šetření bylo zjištěno, že příslušníci jednotek HZS jsou z hlediska detekce dobře proškoleni, i přesto ale byly objeveny nedostatky, na které by bylo vhodné se prostřednictvím odborného školení zaměřit. Mezi nejpalčivější problémy patří málo praktických zkušeností příslušníků jednotek HZS při měření CO a rozpoznání křížové citlivosti přístrojů.

Vzhledem k mimořádné situaci, panující v ČR v uplynulých měsících, se také nepodařilo naplnit jeden z cílů této práce, kterým bylo provedení praktických zkoušek detektorů CO, na jejichž základě by bylo možno vypracovat metodiky pro provádění školení příslušníků jednotek HZS.

Na základě provedení finanční analýzy přichází v úvahu finančně méně náročná varianta zahrnující zakoupení detektoru GX-6000 v ceně 62 900,- Kč, provozovaného na tužkové alkalické baterie a detektoru GX - 3R v ceně 17 800,- Kč. Jedním z důvodů jsou nejlevnější pořizovací ceny celého celku. Z hlediska praktické využitelnosti pak do úvahy připadá třetí varianta, kde spolu s pořízením levnějšího detektoru GX-6000, provozovaného na alkalické baterie pořídíme detektory GX-3R PRO, protože umožní příslušníkům měřit současně 5 plynů a zároveň umožňují přenos výsledků pomocí bluetooth. Provoz detektorů na alkalické baterie u jednotek HZS má své opodstatnění z důvodu krátkodobého používání přístrojů, kdy baterie při běžném provozu vydrží jednotce v přístroji i  $\frac{3}{4}$  roku. Je to dáno rychlým řešením zásahů a relativně malou frekvencí použití oproti nasazení detektorů v průmyslu, kde běží prakticky nonstop. Finanční analýza na plánovou obměnu detektorů bude přezkoumána vedením HZS JMK a následně se rozhodne, zda se bude obměna detektorů v rámci HZS JMK řešit podle této analýzy.

V rámci shromažďování podkladů pro tuto práci bylo velmi obtížné získat některé relevantní informace o vlastnostech CO a hlavně ověřit jejich pravdivost. Vytvořením návrhu metodického listu v systému vzdělávání jednotek HZS bude sjednocena norma znalostí hasičů v oblasti nebezpečnosti CO a také snížena rizika chyb při zvládnutí událostí s výskytem této látky.

Návrh metodického listu bude následně prozkoumán kompetentními příslušníky na Generálním ředitelství HZS JMK a po oponentním řízení bude zařazen do bojového řádu jednotek HZS. Návrh metodického listu a finanční analýza na plánovou obměnu detektorů bude přezkoumána a následně se rozhodne, zda se bude dát použít a následně jestli bude v rámci HZS využíváno.

Jako všechny aspekty činnosti jednotek HZS přináší i problematika výskytu CO u zásahu celou řadu rizik. V diplomové práci byla na základě reálných událostí při činnosti jednotek HZS tato rizika popsána a vždy bylo hledáno možné řešení k jejich odstranění. Jedním z klíčových aspektů snižování rizikových situací je kromě sjednocení vzdělávání o problematice detekce CO také hodnocení již proběhlých zásahů a vytvoření zpětné vazby s cílem verifikace a validace používaných postupů v souvislosti s takto získanými poznatky.

## **7 ZÁVĚR**

V diplomové práci byla řešena problematika rizik spojených s používáním detektorů CO jednotkami HZS JMK. Na základě provedené analýzy současného stavu vybavenosti požárních stanic jednotek HZS JMK a identifikace možných rizik, která mohou nastat během zásahu, byla navržena vhodná protipatření pro jejich snížení a popsána realizace plánované koupě nových detektorů. Nové detektory doplní či zcela nahradí doposud používané detektory plynu. Součástí řešení je i zhodnocení z pohledu finanční náročnosti.

Cílem práce byl návrh optimalizace postupu jednotek při zásazích spojených s únikem CO ve formě návrhu metodického listu pro zásahy s únikem CO, který doposud není zařazen mezi ostatními předpisy jednotek HZS ČR. Návrh metodického listu bude příslušníkům HZS podávat ucelený přehled vlastností a nebezpečnosti CO a souhrn informací a kroků, jak správně postupovat při samotném zásahu. Kromě toho obsahuje popis činností při detekci CO.

Dle mého názoru je téma diplomové práce velmi zajímavé i aktuální, a proto by bylo vhodné se tématu dále zabývat a rozšířit ho o další poznatky.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Česká republika. Vyhláška č. 247/2001 Sb., ze dne 22. června 2001 o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany. In: Sbírka zákonů. 2001. Česká republika]
- [2] Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky ze dne 30. listopadu 2017, kterým se vydává Bojový řád jednotek požární ochrany. In: . ročník 2017, číslo 41.
- [3] Bezpečnost při provozu plynových spotřebičů [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-pri-provozu-plynovych-spotrebicu-otravy-oxidem-uhelnatym>
- [4] Podmínky bezpečného provozu spotřebičů kategorie B a C. TZBinfo [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapani/7317-podminky-bezpecneho-provozu-spotrebicu-kategorie-b-a-c>
- [5] Přehled povinných revizí při vytápění plynovým kotlem. TZBinfo [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/15205-vytapite-kotlem-prinasime-prehled-povinnych-revizi-diky-kteremu-se-vyhnete-pokutam>
- [6] Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně. In: Sbírka zákonů. 1985, 34/1985. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>
- [7] Návod k výpočtům v obecné chemii [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/~sloufovi/navody.pdf>
- [8] ČESKÁ REPUBLIKA. Platná technická pravidla TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plynná paliva v budovách. In: . 2013. Dostupné také z: [http://www.mru.cz/files/obsah/000072/TPG\\_70401.pdf](http://www.mru.cz/files/obsah/000072/TPG_70401.pdf)
- [9] ČSN 07 0703 (070703) Kotelny se zařízeními na plynná paliva. Praha: Český normalizační institut, 2005. Dostupné také z: <http://csnonline.agentura-cas.cz/>
- [10] Provoz plynového spotřebiče s výkonem do 50 kW: BOZP info [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/dotazy-ohledne-provozu-plynoveho-spotrebice-s-vykonem-do-50-kw>
- [11] SIAD: Bezpečnostní list [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.siad.cz/documents/261220/0/Oxid+uhelnaty+2017.pdf/f3f5e2c5-a26c-f4f2-8928-f285020e01b3>,

[12] Carbon Monoxide Poisoning [online]. CRC Press, 2008 [cit. 2020-05-31]. ISBN 978-0-8493-8417-2. Dostupné z:

<https://books.google.cz/books?id=793KBQAAQBAJ&pg=PR4&lpg=PR4&dq=isbn+978-0-8493-8417-2&source=bl&ots=3VP5eiUTTq&sig=ACfU3U0JpJU6SFHaNH5db6MtM7P2YeMPJw&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwiy8Jjvmt7pAhXB16QKHS-aBScQ6AEwAXoECBEQAQ#v=onepage&q=isbn%20978-0-8493-8417-2&f=false>

[13] Www.mzcr.cz [online] [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: [https://www.mzcr.cz/Verejne/dokumenty/intoxikaci-oxidem-uhelnatym-nadale-nelze-podcenovat\\_10202\\_1092\\_5.html](https://www.mzcr.cz/Verejne/dokumenty/intoxikaci-oxidem-uhelnatym-nadale-nelze-podcenovat_10202_1092_5.html)

[14] Oxid uhelnatý: BEPO [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.bepo.eu/informacni-servis/item/21-oxid-uhelnaty>

[15] Carbon Monoxide A Clear and Present Danger [online]. Third edition. ESCO Press, 2003 [cit. 2020-05-31]. ISBN 1-930044-20-8. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=q7mCDwAAQBAJ&pg=PP4&dq=carbon+monoxide+danger&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwj9ieCkmN7pAhWLqaQKHS25DNIQ6AEIPTAC#v=onepage&q=DOI&f=false>

[16] Vlastnosti oxidu uhelnatého [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: [https://www.irz.cz/repository/latky/oxid\\_uhelnaty.pdf](https://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhelnaty.pdf)

[17] Www.vyskovsky.denik.cz [online] [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://vyskovsky.denik.cz/nehody/tichy-zabijak-utoci-jmenuje-se-oxid-uhelnaty-ochranou-jsou-kontroly-20191022.html>

[18] Česká republika. Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. In: Sbírka Zákonů. 2012. Česká republika.

[19] HOLOPÍREK, Miloš. Speciální chemie v požární ochraně a hasební látky: učební texty. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. ISBN 80-86640-15-9.

[20] BRUMOVSKÁ, Irena. Speciální chemie pro požární ochranu: učební texty. Vyd. 3., (přepřac.). Praha: Ministerstvo vnitra, generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2008. ISBN 978-80-86640-88-4.

[21] M. DEBANNE, Sara, James B. LARSEN a Gordon L. NELSON. Carbon Monoxide And Human Lethality: Fire and non-fire studies [online]. [cit. 2020-04-28]



[22] *Acetic Acid Production from Methanol: Report Acetic Acid E21A Basic Cost Analysis* [online]. Intratec, 2019 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=WEuwDwAAQBAJ&pg=PP14&dq=carbon+monoxide+chemical+industry+acetic+acid&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwjSu\\_n5q97pAhWyMewKHbeXDpUQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=WEuwDwAAQBAJ&pg=PP14&dq=carbon+monoxide+chemical+industry+acetic+acid&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwjSu_n5q97pAhWyMewKHbeXDpUQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false)

[23] Air Quality Criteria for Carbon Monoxide [online]. 2000 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=7pF4Y\\_U5XJwC&pg=SA7-PA10&dq=health+risk+carbon+monoxide&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiztL3wot7pAhWK\\_KQKHTcsDd0Q6AEIMTAB#v=onepage&q=ISBN&f=false](https://books.google.cz/books?id=7pF4Y_U5XJwC&pg=SA7-PA10&dq=health+risk+carbon+monoxide&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiztL3wot7pAhWK_KQKHTcsDd0Q6AEIMTAB#v=onepage&q=ISBN&f=false)

[24] K. JENSEN, Werner, Carrick DEVINE a Michael DIKEMAN. *Encyclopedia of Meat Sciences* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=srgvtq14f1AC&pg=PT517&dq=carbon+monoxide+usa+meat+myoglobin&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwjoo8zXrd7pAhWFCewKHRGyDaQQ6AEIKDAA#v=onepage&q=carbon%20monoxide%20usa%20meat%20myoglobin&f=false>

[25] Informační centrum bezpečnosti potravin: Aspekty použití oxidu uhelnatého u masa. Informační centrum bezpečnosti potravin [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/aspekty-pouziti-oxidu-uhelnateho-u-masa.aspx>

[26] Česká republika. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Sbírka zákonů*. 2007. Česká republika.

[27] MATĚJKA, Jiří. *Chemická služba: učební skript*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2012. ISBN 978-80-87544-09-9.

[28] Česká republika. Nařízení vlády č. 523/2002 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. In: *Sbírka zákonů*. 2002. Česká republika.

[29] Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru ČR. Praha: Ministerstvo vnitra, 2017. ISBN 978-80-87544-49-5

[30] Acute Exposure Guideline Levels for Airborne Chemicals. EPA: United States Environmental Protection Agency [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/aegl>

[31] Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals [online]. Volume 8. [cit. 2020-06-05]. ISBN 978-0-309-15233-4.

[32] Carbon monoxide Results - AEGL Program [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/aegl/carbon-monoxide-results-aegl-program>

[33] HÁJEK, M. Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým: Urgentní medicína [online]. 2009 Dostupné z: <https://www.akutne.cz/res/publikace/otrava-co-hajek-michal.pdf>

[34] POHANKA, Miroslav. Přehled toxikologie. V Hradci Králové: Univerzita obrany, 2013. ISBN 978-80-7231-353-2.

[35] Www.mzcr.cz [online] [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: [https://www.mzcr.cz/Verejne/dokumenty/intoxikaci-oxidem-uhelnatym-nadale-nelze-podcenovat\\_10202\\_1092\\_5.html](https://www.mzcr.cz/Verejne/dokumenty/intoxikaci-oxidem-uhelnatym-nadale-nelze-podcenovat_10202_1092_5.html)

[36] Gas Detection / Gas Principles: Electrochemical Principle [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.chromservis.eu/g/gas-principles?lang=EN>

[37] Kompenzace křížové citlivosti u elektrochemických senzorů: Testo Be sure [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/aplikace/krizove-citlivosti-u-elektrochemickych-senzoru>

[38] Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky a náměstka Ministerstva vnitra. In: . Praha, 2006, ročník 2006, částka 8, číslo 8.

[39] Technické podmínky pro pořízení věcného prostředku požární ochrany. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru. Česká republika, 2007. Dostupné také z: <https://www.hzscr.cz/clanek/katalog-vydanych-technickych-podminek-pozarni-techniky-a-vecnych-prostredku.aspx>

[40] Carbon Monoxide Alarms. Kidde: Fire Safety [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.kidde.com/home-safety/en/us/products/fire-safety/co-alarms/>

[41] Catalyzing Oxidation with Carbon Nanotubes. Dostupné z: <https://science.sciencemag.org/content/322/5898/12.14>

[42] BW Technologie by Honeywell: GasAlert Clip [online]. In: . [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: [https://h2sonlinetraining.com/document/50104153-003\\_GAClipXT\\_Manual-User-Ltr.pdf](https://h2sonlinetraining.com/document/50104153-003_GAClipXT_Manual-User-Ltr.pdf)

[43] Česká republika. Zákon č. 320/2015 Sb. o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů. In: Sbírka Zákonů. 2015. Česká republika.

[44] Česká republika. Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: Sbírka Zákonů. 2000. Česká republika.

[45] Nejnovější údaje: Jihomoravský kraj. Český statistický úřad: Krajská správa ČSÚ v Brně [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xb/1-xb>

[46] Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje: Organizační struktura [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/organizacni-slozky-organizacni-struktura-organizacni-struktura.aspx>

[47] Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje: Dislokace a typ předurčenosti jednotek HZS ČR [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jednotky-po-961839.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d>

[48] Hasičský záchranný sbor České republiky. Praha: MV - generální ředitelství HZS ČR, c2009. ISBN 978-80-86640-80-8

[49] Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje: Statistické ročenky [online]. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-rocenky.aspx>

[50] Vyhláška č. 611/2006 Z. z.: Vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky o hasičských jednotkách. In: . 2006, 233/2006, číslo 611. Dostupné také z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2006-611>

[51] Metodické pokyny pro spolupráci jednotek požární ochrany České republiky a Hasičského a záchranného sboru a hasičských jednotek Slovenské republiky při vzájemné pomoci při zdolávání mimořádných událost. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranny-system-mezinarodni-spoluprace-smlouvy.aspx>

[52] Servis detektorov plynov, ktoré využívajú hasiči, vyjde na 88-tisíc eur [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z: <https://glob.zoznam.sk/servis-detektorov-plynov-ktore-vyuzivaju-hasici-vyjde-na-88-tisic-eur/>

[53] Carbon monoxide detector requirements, laws and regulations. Dostupné z: <https://www.ncsl.org/research/environment-and-natural-resources/carbon-monoxide-detectors-state-statutes.aspx>

[54] Ministry of Housing, Communities and Local Government. The Smoke and Carbon Monoxide Alarm (England) Regulations 2015. Dostupné z <https://www.gov.uk/government/publications/smoke-and-carbon-monoxide-alarms-explanatory-booklet-for-landlords/the-smoke-and-carbon-monoxide-alarm-england-regulations-2015-qa-booklet-for-the-private-rented-sector-landlords-and-tenants>

[55] Characterization-of-Smoke-Alarm-Nuisance-Sources-from-Cooking-Events\_Final  
Dostupné z: <https://www.ctif.org/index.php/search/detector%20carbon%20monoxide>

[56] Coproposed\_document  
<https://www.ctif.org/index.php/search/detector%20carbon%20monoxide>

[57] Detector Dräger X-am 2000 Dostupné z:  
[https://www.draeger.com/cs\\_cz/Applications/Products/Portable-Gas-Detection/Multi-Gas-Detectors/X-am-2000](https://www.draeger.com/cs_cz/Applications/Products/Portable-Gas-Detection/Multi-Gas-Detectors/X-am-2000)

[58] Detector GasAlert 5 Dostupné z: <https://www.gasmonitors.cz/Gas-Alert-Micro-5-PID-IR.html>

[59] Detector GasAlert Micro Clip XT. Dostupné z: <https://www.gasmonitors.cz/A.html>

[60] Detector Sewerin SNOOPER Mini. Dostupné z: <https://www.sewerin.com/us/our-products/gas/gas-leak-detection-indoors/snooper-mini/>

[61] Větrání chráněných únikových cest při požáru: TZB info [online]. [cit. 2020-06-05].  
Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/2064-vetrani-chranenych-unikovych-cest-pri-pozaru>

[62] Leader ESV 230 NEO: Pro IZS Fire and Rescue [online]. [cit. 2020-06-05]. Dostupné z:  
<https://vetrani.tzb-info.cz/2064-vetrani-chranenych-unikovych-cest-pri-pozaru>

[63] Metodický list číslo Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu  
Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky  
Přetlaková ventilace po uhašení požáru. Odvedení studeného kouře

[64] Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky ze dne  
31. ledna 2017: Zásah s přítomností nebezpečných látek. In: Sbírka interních aktů řízení  
generálního ředitele HZS ČR. Česká republika, 2017, částka 6/2017

[65] Masimo Rad-57 - Pulzní Oxymetry: LHL s.r.o. zdravotnická technika [online]. [cit.  
2020-06-05]. Dostupné z: <https://www.lhlsro.cz/masimo-rad-57-co-pulzni-oxymetry.php>

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Předpisy týkající se údržby plynového zařízení [vlastní zpracování] [5] ...11

Tabulka 2: Hodnoty CO dle platných technických pravidel TPG 704 01 [8]... 12

Tabulka 3: Hygienické limity [zdroj: vlastní zpracování] [29] ... 15

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabulka 4: Hodnoty limitů AEGL [30; 31] ...                                                         | 15        |
| Tabulka 5 – Vliv oxidu uhelnatého na zdraví člověka [33; 34] ...                                    | 17        |
| <i>Tabulka 6: Klasifikace požárních stanic v rámci územního odboru [vlastní zpracování] [1] ...</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabulka 7: Klasifikace požárních stanic v rámci územního odboru [vlastní zpracování] [1] ...</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabulka 8: Dislokace stanic HZS JMK ...</i>                                                      | <i>21</i> |
| Tabulka 9: Vybavení jednotek požární ochrany [vlastní zpracování] [1] ...                           | 23        |
| Tabulka 10: Detekce plynů dle předurčenosti jednotek HZS [vlastní zpracování] [29] ...              | 25        |
| Tabulka 11: Aktuální vybavení jednotek HZS v JMK [vlastní zpracování] ...                           | 30        |
| Tabulka 12: Popis detektorů a finanční zhodnocení poptávky detektorů Riken Keiki ...                | 38        |
| Tabulka 13: Varianta finančně méně náročná ....                                                     | 39        |
| Tabulka 14: Varianta finančně méně náročná ...                                                      | 40        |
| Tabulka 15: Celkové náklady 1. varianty ...                                                         | 42        |
| Tabulka 16: Celkové náklady 2. varianty ....                                                        | 42        |

## SEZNAM GRAFŮ

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Graf 1: Statistika zásahů v letech 2015-2019 [49] ...                  | 21 |
| Graf 2: Celkový počet mimořádných událostí v letech 2015-2019 [49] ... | 22 |
| Graf 3: Celkový počet zásahů HZS JMK v letech 2015-2019 [49] ...       | 23 |

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázek 1: Hierarchie jednotek HZS [vlastní zpracování] [29] ... | 24 |
| Obrázek 2: Detektor Dräger X-am 2000 [57] ...                    | 32 |
| Obrázek 3: Detektor GasAlert Micro 5 [58] ...                    | 32 |
| Obrázek 4: Detektor GasAlert Micro Clip XT [59] ...              | 33 |
| Obrázek 5: Detektor Sewerin SNOOPER Mini [60] ...                | 33 |

## **SEZNAM ZKRATEK**

CO – oxid uhelnatý

HZS ČR – Hasičský záchranný sbor České republiky

HZS ČR JMK – Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje

ppm – parts per million (označení pro koncentraci)

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Příloha č. 1 – Dotazník na problematiku týkající se používání detektorů oxidu uhelnatého

# PŘÍLOHA

## *Příloha č. 1 – Dotazník na problematiku týkající se používání detektorů oxidu uhelnatého*

Pěkný den, prosím Vás o vyplnění průzkumného dotazníku. Dotazník obsahuje 17 otázek s možností výběru z nabízených odpovědí či s možností vlastní odpovědi.

1) Jakou specializovanou funkci zastávám na stanici Jihomoravského kraje?

2) Jako příslušník jsem zařazen stanici typu?

3) Setkali jste se sami u sebe v rámci své profese s příznaky otravy oxidem uhelnatým?

4) Odhadněte, kolikrát jste se za poslední rok setkal s rizikem intoxikace CO?

5) V rámci odborné přípravy jsem proškolen z hlediska možností detekce oxidu uhelnatého u zásahu HZS naší jednotkou

6) Problematika detekce oxidu uhelnatého je v rámci odborné přípravy probírána?

7) Probíráte v rámci odborné přípravy možné postupy při vzniku mimořádné události spojené s únikem oxidu uhelnatého?

8) Jaké přístroje ve vybavení naší jednotky lze použít k detekci oxidu uhelnatého?

9) Víte o možnosti měření přítomnosti oxidu uhelnatého v krvi u příslušníků jednotek HZS kraje pomocí oxymetru Masimo-Rad 57?

10) Chtěli byste, aby oxymetr Masimo-Rad 57 byl zařazen do vybavení detekční technikou naší jednotky?

11) V rámci průzkumu neznámého zápachu v bytě Vám začne signalizovat detektor CO. Majitelka tvrdí, že pro snížení intenzity zápachu použila krátce před Vaším příchodem voňavku. Jak tuto situaci vyhodnotíte?

12) Pomůže snížit hladinu CO v objektu po požáru provedení přetlakové ventilace? srovnatelný zdravotní účinek působení CO, pokud je první osoba vystavena působení koncentrace 33 ppm CO 4 hodiny a druhá osoba 1 hodinu koncentraci 83 ppm CO?

14) Provádíte standardně technický zásah otevření uzavřených prostor s detektorem plynu (CO/LEL)?

15) Mají plyny acetylen a ethylen vliv na měření senzorem CO?

16) Mají plyny amoniak a oxid uhličitý v koncentracích do 1% vliv na měření senzorem CO?

17) Mají plyny oxid siřičitý a sulfan vliv na měření senzorem CO?