



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

Možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program: OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Karel Prokop

Vedoucí práce: Mgr. Michaela Levá

České Budějovice 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou s názvem *Možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým* jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 03. května 2021

.....

podpis

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Michaele Levé, za odbornou pomoc, cenné rady a připomínky, které vedly k úspěšnému dokončení bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat vedoucí vzdělávacího a výcvikového střediska ZZS Karlovarského kraje a Olomouckého kraje a tiskovým mluvčím ZZS Středočeského kraje, ZZS kraje Vysočina za ochotu, vstřícnost a poskytnutá data. V neposlední řadě chci také poděkovat všem, kteří se zúčastnili dotazníkového šetření.

Možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým

Abstrakt

Téma bakalářské práce s názvem Možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým jsem si zvolil, protože na otravu oxidem uhelnatým zemře ročně v České republice až několik desítek osob, kdy toto číslo rozhodně není zanedbatelné a je potřeba se danou problematikou zabývat. Oxid uhelnatý je produktem nedokonalého hoření, kdy v interiérech může vznikat ve vysokých koncentracích nedokonalým spalováním, např. zemního plynu, který se používá k vytápění domácností u plynových spotřebičů. Nebezpečnou vlastností tohoto plynu je, že není cítit, nedráždí sliznice a zasažený jeho přítomnost včas nerozpozná. Cílem bakalářské práce je najít možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým, zejména seznámit širokou veřejnost, jak vzniká oxid uhelnatý a jak lze otravám s tímto spojeným předejít. V případě, že již k otravě oxidem uhelnatým dojde, jak tuto otravu co nejlépe rozpoznat a jak se v této situaci zachovat.

Aplikační část staví primárně na datech získaných z dotazníkového šetření mezi širokou veřejností o povědomí o oxidu uhelnatém, z analýzy statistických informací o úmrtnosti na toxické účinky oxidu uhelnatého a dále z dat poskytnutých od náhodně vybraných ZZS krajů. Bylo zjištěno, že znalost veřejnosti o problematice oxidu uhelnatého komplexně není dostatečná, kdy i přes relativně klesající počet úmrtí na toxické účinky oxidu uhelnatého se stále jedná o velmi závažný problém, kterému je potřeba věnovat pozornost a snažit se otravám CO předcházet.

Přínosem bakalářské práce je seznámení veřejnosti s problematikou otrav oxidem uhelnatým. Dále může bakalářská práce sloužit jako pomocný studijní materiál při studiu zdravotně sociální oblasti. Práce může také sloužit jako informační zdroj pro příslušníky Hasičského záchranného sboru České republiky, Policie České republiky, ZZS jednotlivých krajů a další subjekty zabývající se rizikem otrav oxidem uhelnatým.

Klíčová slova

oxid uhelnatý; zdroje CO; příznaky otravy CO; první pomoc při otravě CO; detekce CO; prevence otrav CO

The options to reduce the risk of carbon monoxide poisoning

Abstract

I chose the topic of Carbon Monoxide poisoning because of the people that perish from said poisoning every year in Czech Republic. This number cannot be neglected and requires attention. Carbon monoxide is created by imperfect combustions, most likely in interior areas, for example natural gases used for warming houses and for devices using gases (ovens, stoves). The most dangerous attribute of CO is lack of smell and colour, making it impossible to detect without countermeasures. The goal of this Bachelor thesis is to attempt to find methods of lowering the risk of the negative effects it has on living organisms, and also to familiarize the wider audience with the effects and prevention of poisoning. And in the case of being already poisoned, how to best recognize and handle the situation.

This application part is factually backed up by the data gained from the surveys about the public knowledge about CO poisoning and symptoms, from the analysis of statistics of negative effects of CO and also by the data obtained from several emergency medical services. It has been shown that the public's general knowledge about effects and treatment of CO poisoning is for the most part insufficient, despite the declining number of deaths due to the toxic effects of carbon monoxide it still remains a major issue to present day and should receive proper attention.

The benefit of this bachelor thesis is introducing the public to the issue of CO poisoning. This bachelor's thesis can also be used as additional study material for the field of health and social care. Facts mentioned in my work may also be beneficial for members of fire departments, Police of Czech Republic, rescue team personnel or any other parties having an interest in this topic.

Key words

carbon monoxide; sources of CO; symptoms of CO poisoning; CO poisoning first aid; CO detection; CO poisoning prevention

Obsah

Úvod.....	8
1 Historie otrav oxidem uhelnatým.....	9
1.1 Starověk.....	9
1.2 Středověk a novověk.....	9
1.3 Moderní společnost.....	10
1.4 Historie detekce oxidu uhelnatého.....	11
2 Vlastnosti oxidu uhelnatého.....	13
3 Zdroje oxidu uhelnatého.....	14
3.1 Přírodní.....	14
3.2 Antropogenní.....	14
3.2.1 Požáry v domácnostech.....	14
3.2.2 Nedokonalé spalování paliv.....	15
3.2.3 Výfukové plyny z vozidel.....	15
3.2.4 Topné nebo kuchyňské zařízení.....	15
3.2.5 Průmyslové nehody.....	16
4 Účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus.....	17
4.1 Účinky CO na hemoglobin.....	17
4.2 Účinky CO na myoglobin.....	18
4.3 Účinky CO na cytochromy.....	18
5 Příznaky otravy oxidem uhelnatým.....	19
6 Diagnóza otravy oxidem uhelnatým.....	22
7 První pomoc při otravě oxidem uhelnatým.....	24
8 Léčba otravy oxidem uhelnatým.....	25
9 Detekce oxidu uhelnatého.....	28
9.1 Instalace detektorů CO.....	28
9.2 Zásady po spuštění výstražné signalizace.....	30

10	Prevence otravy oxidem uhelnatým.....	32
10.1	Pravidelná údržba a revize kotlů a komínů	32
10.2	Dostatečný přívod vzduchu ke kotli	32
10.3	Podtlak	32
10.4	Uzavřené místnosti	33
10.5	Pořízení detektoru CO	33
11	Cíl práce	34
12	Výzkumná otázka a metodika výzkumu	35
12.1	Výzkumná otázka	35
12.2	Metodika výzkumu	35
13	Výsledky	37
14	Diskuze	63
15	Závěr	67
	Použitá literatura	68
	Seznam tabulek, obrázků a grafů	73
	Seznam tabulek.....	73
	Seznam obrázků.....	73
	Seznam grafů	74
	Seznam zkratk	76
	Přílohy	78

Úvod

Otrava oxidem uhelnatým (dále CO), je významným zdravotním, sociálním a ekonomickým problémem ve většině vyspělých zemí světa. Otrava CO zaujímá první místo mezi náhodnými otravami a jedno z prvních míst mezi příčinami toxikologických úmrtí v Evropě i v USA. V USA je každoročně 30 000 – 56 000 osob ošetřeno, 600 - 1000 osob zemře na náhodnou a 3000 – 6000 na úmyslnou otravu. Ve Velké Británii je ročně ošetřeno 25 000 osob, ve Francii 5000-8000 osob, v Polsku je hospitalizováno 46 500 osob. V České republice incidence po prudkém poklesu v 80. a 90. letech v poslední době opět mírně stoupá, celkové množství případů ročně je odhadováno na 1000 - 1500. Náhodné otravy jsou častější ve studených měsících (říjen - březen) a v místech se studenějším klimatem (Ševela a Ševčík, 2011).

V evropských i českých statistikách v 80 - 90 % jako hlavní zdroj dominuje porucha hoření ohřivačů vody nejčastěji v koupelnách. Intoxikace CO v koupelnách může být spojena s tonutím ve vaně, podchlazením, nebo naopak s opařením horkou vodou (Ševela a Ševčík, 2011).

Skutečná četnost otrav je podstatně vyšší, než je uváděná. V mnoha epidemiologických studiích bylo prokázáno, že minimálně 30 % případů není během prvního vyšetření správně diagnostikováno. Nejčastěji je mylně hodnoceno jako chřipkové onemocnění, deprese, otrava jídlem, gastroenteritida, mozková příhoda, únavový syndrom, migréna nebo intoxikace alkoholem (Ševela a Ševčík, 2011).

Otravy CO patří mezi nejzávažnější intoxikace a mezi jedny z nejčastějších příčin toxikologických úmrtí ve světě, proto je potřeba se touto problematikou zabývat, a seznámit s ní širokou veřejnost.

1 Historie otrav oxidem uhelnatým

1.1 Starověk

Zmínka o vlivech CO na lidský organismus byla poprvé nalezena ve spisech řeckého filozofa Aristotela, který žil v letech 384 př. n. l. - 322 př. n. l., ve svých spisech varoval o výparech z hořícího uhlí, které mohou způsobit nepříjemný bolestivý a při dlouhém vystavení i smrt. Ve starověku se tyto výpary používali na tresty smrti. Trestanci byli nahnáni do koupelen s rozžhavenými uhlíky, přivázáni na kládu a pověšeni nad hořící oheň. Buď byli zabiti uhořením, nebo otrávením výparů (Grossman-Cooper, 1966; Penney, 1996).

Řecký spisovatel a lékař Erasistratus (304 př. n. l. – asi 250 př. n. l.), který je znám díky své teorii o pneumatismu, se ve formě hypotézy vyjádřil o negativních vlivech oxidu uhelnatého, kde prohlásil, že při styku s tímto plynem jeho výpary mají nemalý dopad na dýchací cesty a mohou vést i ke smrtelné otravě. Řecký lékař Galén (129-199 př. n. l.) se domníval, že vdechování výparů z ohně může mít špatný vliv na lidský organismus (Grossman-Cooper, 1966; Penney, 1996).

Jedinci se sebevražednými sklony v době starověkého Říma často hleděli na oxid uhelnatý jako jediné vysvobození; za vlády Cicera (106-43 let př. n. l.) byl také hojně používán na popravu vězňů s trestem smrti. Ve spisech lékaře Caelia Aureliana (5. století n.l.) je otupení smyslů a zhoršená schopnost pohybu jako hlavní znak otravy oxidem uhelnatým. Někteří vědci se také zabývali vlivem otravy na mentální zdraví otrávených, zejména tím, jaký efekt má tento plyn na lidský mozek (Grossman-Cooper, 1966).

1.2 Středověk a novověk

V 16. století si začali tehdejší lékaři všimnout rozšíření příznaků jako je zrudnutí pokožky či zpomalený tep srdce. I přes pokroky přírodních věd v dalších stoletích bylo mnoho náhlých smrtí či smrtelných onemocnění dáváno za vinu ďáblům a peklu, což většina tehdejší společnosti považovala za daleko pohodlnější a jednodušší vysvětlení. V roce 1700 italský lékař Bernardino Ramazzini vydal knihu "De Morbis Artificum Diatriba", ve které se zabýval nemocemi a zdravotními problémy běžných pracujících lidí. Ve své knize věnoval pozornost nebezpečím, kterému jsou vystavováni pracovníci. Prosazoval názor, že pracovat poblíž výparů z hořícího uhlí je velmi nebezpečné životu a může vést i k vážné nemoci či smrti (Grossman-Cooper, 1966; Penney, 1996).

Existuje také spousta historek a pověstí týkajících se tohoto tématu. Například proslulý lékař Friedrich Hoffmann z Halle v Německu podal zdravotní hlášení o smrtelně nebezpečných výparech z hořícího uhlí a jejich efektu na člověka. Na Štědrý den v roce 1715 měli schůzku dva farmáři a student v opuštěném srubu. V něm se údajně pokoušeli při rozdělaném ohni o vyvolání nadpřirozených bytostí, s vírou, že jim pomohou při jejich hledání pokladu. Další den byli oba farmáři mrtví a student prokazoval příznaky otravy. Názor veřejnosti se shodoval s tamějšími teologickými autoritami; viník byl samotný ďábel a provedl tento tragický čin, protože se dotyční muži rouhali. Lékař Hoffman měl avšak jiné vysvětlení, a to na svoji dobu značně kontroverzní. Tvrdil, že izolace uvnitř srubu s velmi malým přívodem čerstvého vzduchu způsobila, že se výpary z uhlí v kamnech začaly akumulovat vevnitř srubu, a tím zavinily dvě smrti a jednu vážnou otravu (Grossman-Cooper, 1966; Penney, 1996).

V roce 1775, lékař z Nancy ve Francii se ve svých zápisech zmiňoval a popisoval příznaky a metody léčení po otravě uhelnými výpary. Bylo zřejmé, že dýchání čistého vzduchu mělo pozitivní účinky na otrávené pacienty. Nejčastější léčbou bylo takzvané "pouštění žilou", tedy odebrání "špatné krve" pacienta, a většinou se pro tento proces používaly pijavice (Penney, 1996).

V roce 1794 byla zmínka v zákonech Pruského státu o otravě uhelnými plyny. Paragraf 731 hlásí následující. "Nedbalé zacházení s uhlím v uzavřených prostranstvích, jehož výpary mohou zapříčinit otravu či smrt, je možno i v případě, kdy k žádné újmě nedošlo potrestat pokutou od tří do deseti Pruských tolarů, či odnětím svobody na dobu neurčitou." Oxid uhelnatý byl zaznamenán de Lassonem v roce 1776 při žíhání oxidu zinku s uhlím. Priestley (1733-1804) popsal několik vlastností CO v roce 1779 a jeho chemická struktura byla upřesněna Daltonem a Henrym o několik let později (Penney, 1996).

1.3 Moderní společnost

Při rozvoji metalurgie a průmyslu v 19. století se rozvinul proces zplyňování uhlí a společně s tím rapidně stoupl počet otrav v řadách dělníků. V roce 1842 LeBlanc oficiálně prohlásil CO za hlavní toxický komponent ve výparech z uhlí, a zároveň s jeho objevem nastala nová éra vědy v oboru toxikologie. Ohledy a vlastnosti vlivů CO byly poprvé popsány v roce 1857 Claudem Bernardem, a ve stejné době nezávisle na sobě také Hoppe-Seylerem. Bernard prohlásil, že CO s kombinací hemoglobinu vytváří hypoxii. Tento pevný svazek těchto dvou složek snižuje celkovou kapacitu kyslíku v těle. Hoppe-Seyler se zabýval změnami v barvě krve

po otravě a zaznamenal změnu v hemoglobinu, která mu snižuje kapacitu kyslíku pro přenos do lidské tkáně (Penney, 1996).

Poté co byla hypoxie zaznamenána jako reakce na otravu CO, léčba kyslíkem byla ta nejdůležitější. Byla poprvé použita Linasem a Limousinem za normálního tlaku v roce 1868. Při testech na myších se dokázalo, že otrava CO jim snižuje celkovou hladinu kyslíku v organismu, a je důležité toto téma studovat více do hloubky. Dosavadní znalosti přivedly vědce na způsob léčení otravy zvaný Hyperbarická oxygenoterapie, ve zkratce HBO. Smith a Sharp byli prvními doktory na světě, kteří tento proces podstoupili s lidskými pacienty; 68 ze 70 pacientů se vyléčilo (Penney, 1996).

1.4 Historie detekce oxidu uhelnatého

S objevem ohně si není těžké představit, že si lidé při své expanzi do neustále chladnějších oblastí brali pochodně s sebou do jeskyň či jiných uzavřených prostorů. Když někteří lidé přes noc v těchto uzavřených prostorech ze smrtelných dávek CO umírali, přeživší začali bádát, z jakého důvodu jejich společníci zemřeli, a jak by tomu mohli zabránit. Po dlouhých bádáních, se začali blížit k vysvětlení této záhady. Když jeden ze skupiny pořádně udusá oheň před spaním, zachrání tím životy ostatních. Toto byl důležitý objev pro tehdejší vědu inhalační toxikologie. Na symptomy otravy oxidem uhelnatým se postupem času začalo dívat s větší pozorností, a byly určeny způsoby, jak poznat, zda je člověk pod vlivem otravy. Jeden z indikátorů otravy byla barva kůže; když obyvatelům jeskyně začala rudnout kůže, bylo radno vyjít na čerstvý vzduch. Pokud se ovlivněnému člověku začala později barva kůže přeměňovat na tyrkysovou, usoudilo se, že by se v jeskyni, kde původně dotyčnému kůže zrudla nemělo přebývat (Penney, 2000).

K detekci CO pomáhali i ptáci, konkrétně kanárci. Ti byli umístováni v časech Průmyslové revoluce do evropských dolů a v případě jejich smrti horníky upozorněni na nebezpečí. Ptáci podleli otravě dříve v důsledku rychlejšího metabolismu. Podobný způsob se používal i v Japonsku, avšak místo opeřenců se používali myši (Penney, 2000).

Další generací detektorů CO v ovzduší byly petrolejové lampy. Petrolejky byly první nástroje na monitorování toxicity ovzduší v evropských a amerických dolech. Každý horník byl vybaven svojí vlastní lampou. Lampy byly nastaveny venku na čerstvém vzduchu s plamenem ve středu rámu. Pokud se plamen po příchodu dovnitř jeskyně zmenšil, znamenalo to, že v ní není dostatek kyslíku pro lidský organismus na delší dobu. Jestli se však plamen ještě více roznítil,

znamenal to, že v prostoru, kde se lampa nachází se shromažďují hořlavé plyny a nastává riziko vzplanutí i výbuchu. I když jsou petrolejové lampy dnes velmi zastaralé, na svou dobu byl tento vynález nadčasový a zachránil spousty životů před otravou či smrtí, zejména ve špatně větraných prostorech (Penney, 2000).

Přesnější nástroje na měření množství CO se začaly vyvíjet v 50. letech. Tyto nástroje už byly značně pokročilé, a zobrazovaly hodnoty a informace v reálném čase, avšak jejich přesnost byla pochybná. Většina z nich byla elektronická zařízení. Z těchto vycházela další generace přístrojů na monitoring CO ve vzduchu a směsicích plynů. Nejvýznamnější pokrok této generace jsou pasivní zařízení na testování ovzduší, které jsou daleko kompaktnější a mají daleko menší tolerance detekce. Většina z nich už nepotřebuje starší modely na pumpování vzduchu, ale spíše spoléhají na pasivní difuzi molekul CO, které při styku s prodyšnou membránou zařízení vyvolají reakci přístroje. Tento významný krok kupředu umožňoval shromáždění daleko více vzorků (Penney, 2000).

Protože potřeba hlídat množství CO v ovzduší, v domech, průmyslových oblastech a jiných prostředích je stále na místě, nespočet metod a přístrojů bylo vyvinuto a stále se vyvíjí. V budoucnu může lidstvo očekávat ještě mnoho nápadů a vylepšených zařízení. Dnes už jich je přehršel, a nemálo z nich je velmi kvalitních, ale vždy je možnost pro zlepšení (Penney, 2000).



Obrázek 1 – kanárek sloužící k ochraně horníků, zdroj: (Chapman, 2019)



Obrázek 2 - petrolejová lampa používaná v dolech, zdroj: (National Museum of American History, 2015)

2 Vlastnosti oxidu uhelnatého

CO vzniká hořením uhlíku v soustavě s nedostatkem kyslíku. Je obsažen v kouřových plynech, svítiplynu, koksárenském plynu, výfukových plynech motorů, v plynech po výbuchu výbušnin aj. Reaktivita CO se využívá v hutnictví při rafinaci kovového niklu. CO se dále používá k výrobě některých chemikálií. Za 2. světové války byl použit výfukový plyn dieslových motorů k usmrcení vězňů v pojezdových plynových komorách a v koncentračních táborech (Šafr, 2014).

CO je hořlavý, bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, nedráždí dýchací cesty. Je hlavním produktem nedokonalého spalování materiálů s obsahem uhlíku. Lidskými smysly je nedetekovatelný a pro organismus člověka smrtelně toxický. Ve vodě je prakticky nerozpustný, rozpouští se v řadě organických rozpouštědel. Směs CO se vzduchem je výbušná. Při reakci s chlorem poskytuje fosgen. Má přibližně stejnou hustotu jako vzduch, s kterým se snadno mísí. Hoří modrým plamenem (Patočka, 2004; Šafr, 2014).

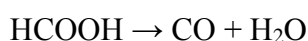
Základní fyzikální vlastnosti:

- Bod tání: -205°C
- Bod varu: -191°C
- Hutnota par: 0,967
- Relativní molekulová hmotnost: 28,01

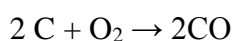
(HZS ČR, © 2020)

Vzniká jako vedlejší produkt parciální oxidace uhlíku během nedokonalého spalování látek, které ve své molekule obsahují výše uvedený prvek. Vzniká tehdy, pokud je teplota spalování příliš nízká, čas hoření je příliš krátký nebo není k dispozici dostatek kyslíku. CO je průmyslově vyráběn jako součást tzv. syntézního plynu nebo vzniká při parním reformingu ropných frakcí. CO je surovinou pro výrobu methanolu, aldehydů, uhlovodíků, kyseliny mravenčí a octové. Používá se též jako redukční činidlo k výrobě fosforu z apatitu (Kassa, 2006; Ševela a Ševčík, 2011).

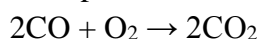
- Připravuje se rozkladem kyseliny mravenčí:



- Vzniká hořením uhlíku za nedostatku kyslíku:



- S kyslíkem hoří namodralým plamenem na oxid uhličitý za uvolnění značného množství tepla:



(Benešová et al., 2014)

3 Zdroje oxidu uhelnatého

3.1 Přírodní

V atmosféře je CO běžně obsažen v koncentraci nižší než 0,001% (neboli 10 ppm– parts per milion), přičemž ve venkovských oblastech je koncentrace nižší než v městských aglomeracích. Hlavním přírodním zdrojem CO jsou vulkanické a bahenní plyny a lesní požáry, významným zdrojem jsou rovněž fotochemické reakce v atmosféře, při nichž dochází k postupné oxidaci CO na CO₂. Přírodní zdroje se na produkci CO podílejí přibližně ze 40 %, kdy větší část produkce CO je vlivem antropogenní činnosti (Obroučka, 2003; Hájek, 2009).

3.2 Antropogenní

Nejvýraznější podíl antropogenní produkce CO v současné době způsobuje vypalování deštných pralesů (rozvojové země) a spalování fosilních paliv, především ve spalovacích motorech dopravních prostředků (vyspělé země), kdy vlivem výfukových plynů spalovacích motorů znečišťuje životní prostředí. Je také součástí významných plynů: vodního plynu a generátorového plynu (Ševela a Ševčík, 2011; Streblová, 2013; Benešová et al., 2014).

Hlavními zdroji CO, při kterých nejčastěji dochází k otravám, jsou požáry v domácnostech, nedokonalé spalování paliv (např. dřevěné uhlí, brikety, topný plyn, ropa), topné nebo kuchyňské zařízení s nedostatečným větráním nebo nesprávnou údržbou, výfukové plyny z vozidel využívajících spalovací motory a průmyslové nehody (slévárny železa, chemické závody) (Kinoshita et al., 2020).

3.2.1 Požáry v domácnostech

Mezi nejčastější příčiny těchto požárů patří nedbalost při kouření nebo zacházení s otevřeným ohněm v domácnostech, např. zapomenuté jídlo na sporáku, svíčky ponechané bez dozoru v blízkosti hořlavé látky nebo užití benzínu při zapalování kamen. Jednou z příčin vysokého počtu úmrtí při požárech je také neopatrnost osob při vytápění svých domovů. Při provozu topidel ne vždy dodržují potřebná bezpečnostní pravidla, mnohdy zanedbávají údržbu topidel a kouřovodů. Domácnosti jsou v dnešní době přeplněny vybavením z materiálů, které se snadno vznítí a rychle hoří, přičemž dochází k úniku velkého množství vysoce toxického kouře (např. čalouněný nábytek, matrace, bytové textilie). Nebezpečí může plynout i z běžných činností v domácnosti jako je hra dětí, vaření, kutilství apod. Během požáru může být příčinou smrti udušení a otrava CO v důsledku vdechování kouřových plynů. Nebezpečné je rovněž vdechování jiných toxických látek vznikajících při hoření plastických polymerů (kyanidy,

fosgen, oxidy dusíku), které mohou být následně prokázány v krvi a plicích (Štefan a Hladík, 2012; Kopáček, © 2021).

3.2.2 Nedokonalé spalování paliv

CO již dlouho neproudí plynovým potrubím do domácností, neboť svítiplyn, který ho obsahoval, byl nahrazen plynem zemním. K intoxikacím v domácnostech však dochází i nyní, a to tam, kde zemní plyn hoří v malých nevětraných místnostech, spotřebovává kyslík, v prostředí s menším obsahem kyslíku začíná hořet nedokonale a uvolňuje se CO. Typicky k tomu dochází ve špatně odvětraných koupelnách s plynovou karmou při napouštění vany teplou vodou, případně v malých kuchyních při přitápění plynovou troubou, přičemž plynové hořáky mohou být funkčně naprosto v pořádku. Většina CO vzniká při nedokonalém spalování uhlíkatých materiálů, jako jsou pevná paliva (např. uhlí, koks a dřevo), kapalná paliva (např. topné oleje, benzín a nafta) a plyných paliv (např. zemní plyn, zkapalněné uhlovodíkové plyny - LPG) (Souček et al., 2011; Burišín, 2014).

3.2.3 Výfukové plyny z vozidel

Do této skupiny patří výfukové plyny benzinových či dieslových motorů a jejich činnosti v uzavřeném nebo špatně větraném prostoru (garáže, výrobní haly, studny, zimní stadiony při poruše zařízení výroby ledu, vodní plochy při závodech motorových člunů). Výfukové plyny ze vznětového (naftového) motoru obsahují přibližně 0,01 – 0,06 % CO a vdechování nezpůsobuje smrtelnou otravu CO. Koncentrace CO ve výfukových plynech ze zážehových (benzinových) motorů se v posledních letech značně snížily zavedením třicestných katalyzátorů. Časté jsou také sebevraždy výfukovými plyny spuštěného motoru v uzavřené garáži nebo kabině automobilu, kam jsou výfukové plyny přivedeny hadicí z výfuku (Štefan a Hladík, 2012; Ševčík a Matějovič, 2014; Kinoshita et al., 2020).

3.2.4 Topné nebo kuchyňské zařízení

V domácnostech jsou nejčastějšími možnými zdroji CO zařízení používaná pro ohřívání a vaření. Hlavními palivy pro vaření jsou zemní plyn a LPG, které jsou spalovány většinou ve spotřebičích bez odvodu spalin. Spotřebiče k přípravě pokrmů na pevná a kapalná paliva jsou obvykle vybaveny kouřovody. Velmi vysoké množství oxidu uhelnatého produkují také otevřené grily na dřevěné uhlí a měly by se proto používat pouze ve venkovním prostředí. Do této skupiny patří také zařízení na topení nebo ohřev vody (Kassa, 2006; Burišín, 2014).

3.2.5 Průmyslové nehody

Nejčastějšími nehodami v průmyslu bývají úniky nebezpečných látek nebo přípravků, které mohou vést ke vzniku požáru, výbuchu či k toxickému rozptylu a následkem toho pak k újmě na zdraví, poškození životního prostředí nebo škodám na zařízení či majetku. Nehody v průmyslu vznikají obvykle během určitého pracovního procesu, resp. během jeho jednotlivých fází. K otravám CO dochází především v důsledku havarijních situací v dolech, v tepelných elektrárnách, v některých průmyslových provozech, u vysokých pecí při výrobě oceli, v koksovnách a v nedokonale odvětraných důlních dílech (Kassa, 2006; Ševčík a Matějovič, 2014).



Obrázek 3 – zdroje CO v domácnosti, zdroj: (SAFE HOME europe, © 2019)

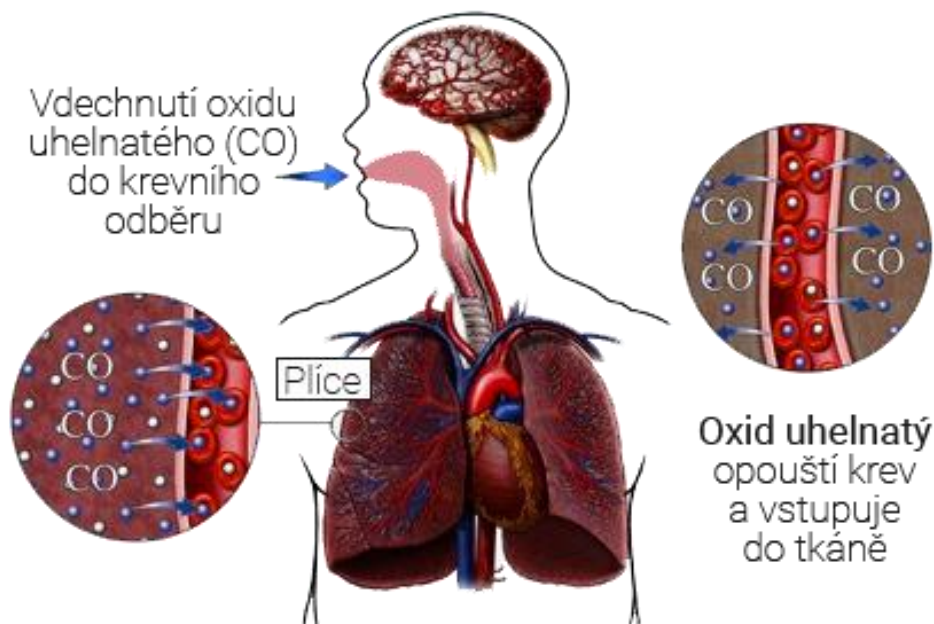
Mimo výše uvedeného se na produkci CO podílí také endogenní produkce neboli produkce CO vlivem fyziologických dějů v našem těle. Hlavní zdroj endogenní produkce CO je degradace hemu prostřednictvím hemoxygenáz. Množství CO, které takto vzniká, není natolik velké, aby mohlo dojít k projevům otravy CO, ačkoli vznikl předpoklad, že za určitých okolností se může spolupodílet společně s vdechovaným CO. Endogenní produkce CO získala v posledních desetiletích rostoucí vědecký zájem a CO je dnes považován za plynnou signální molekulu spolu s oxidem dusnatým a sirovodíkem, která je schopná spouštět buněčné stresové reakce ve složitých organismech (Ublová, 2018; Stucki a Stahl, 2020).

4 Účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus

4.1 Účinky CO na hemoglobin

CO prakticky neproniká pokožkou, převážnou expoziční cestou je inhalace (vdechování). Toxicita CO je dána tím, že znemožňuje/omezuje přenos kyslíku z plic do tkání. Difúzí se CO rychle dostává z plic do krve, kde se váže na železo v krevním barvivu hemoglobinu za vzniku karboxylhemoglobinu (COHb) a omezuje tak kapacitu krve pro přenos kyslíku (afinita hemoglobinu k oxidu uhelnatému je 200 - 250x vyšší než ke kyslíku). Tato vysoká afinita proto za normální koncentrace kyslíku ve vzduchu (21 %) způsobí, že již 0,1 % koncentrace CO přemění během několika minut 50 % hemoglobinu na COHb, který není schopen přenášet kyslík (SZÚ, © 2007; Klener, 2011).

Hlavním účinkem CO je hypoxie (nedostatek kyslíku) tkání. Hypoxie tkání způsobená CO ovlivňuje více orgánů. To zahrnuje otok mozku s neurologickými příznaky a poruchami vědomí; plicní edém s respiračním selháním; snížená kontraktilita myokardu, arytmie a srdeční selhání; a selhání ledvin (Kinoshita et al., 2020).



Obrázek 4 – cesta vstupu oxidu uhelnatého do lidského organismu, zdroj: (SAFE HOME europe, © 2019)

Toxicita CO je ovlivněna některými faktory, jako je koncentrace ve vzduchu, dále pak celková doba expozice, dechový objem, srdeční výkon, aktuální nárok tkání na zásobení kyslíkem (např. při tělesné námaze). Lidé trpící anémií (chudokrevností) mají nižší práh pro toxický efekt CO ve srovnání s normální koncentrací hemoglobinu. Děti jsou obecně vnímavější k toxickým účinkům CO ve srovnání s dospělými (Patočka, 2004).

4.2 Účinky CO na myoglobin

Mimo hemoglobinu se CO váže na myoglobin v myokardu a kosterním svalu, což způsobuje nefunkční transport kyslíku ve tkáni. Má také přímé účinky tím, že inhibuje aktivitu enzymů, jako je cytochrom dýchacích řetězců v mitochondriích (Lüllmann et al., 2004; Kinoshita et al., 2020).

Myoglobin je cytoplazmatický protein obsahující jednu hemovou skupinu, který se vyskytuje v cytoplazmě buněk myokardu a kosterního svalstva. Jeho hlavní funkcí je přenos kyslíku z cytoplazmy do mitochondrií. Na rozdíl od hemoglobinu může vázat pouze jednu molekulu kyslíku (nebo oxidu uhelnatého). Afinita myoglobinu k CO je přibližně 25–40 krát větší než jeho afinita ke kyslíku. Vazbou oxidu uhelnatého na myoglobin dochází k zastavení přenosu kyslíku k mitochondriím svalových buněk, což vede ke svalové ischemii. Dochází ke zhoršení srdeční kontraktility, snížení srdečního výdeje a komorovým arytmiím. Na kosterních svalech se vliv CO v počátečních fázích otravy projevuje svalovou chabostí až nemožností volního pohybu. V pozdější fázi intoxikace dochází k rozvoji tonicko-klonických křečí (Ublová, 2018).

4.3 Účinky CO na cytochromy

Cytochromy jsou významné membránové proteiny obsahující hemovou skupinu. Jejich hlavní funkcí je přenos elektronů prostřednictvím redukce a oxidace železa. Jejich vyřazení z funkce při expozici CO se může podílet na projevech a následcích otravy. Pro poškozenou osobu může být podstatné zejména vyřazení cytochrom c oxidázy (neboli cytochromu aa3), která je důležitým enzymem dýchacího řetězce. Její funkcí je redukce molekulárního kyslíku. Vazbou CO na cytochrom c oxidázu vzniká mimo jiné významné množství superoxidů, které mohou následně interferovat s procesem tkáňového dýchání a tím dále prohlubovat stav hypoxie. CO se v těle váže i na další proteiny se skupiny cytochromů (např. cytochrom P450). Ovlivnění těchto enzymů však hraje při hodnocení a průběhu intoxikace CO zanedbatelnou roli (Ublová, 2018).

5 Příznaky otravy oxidem uhelnatým

K otravě dochází při vdechování zamořené atmosféry s relativně malou koncentrací CO (koncentrace 4,6 mg/l CO vede po 30minutové expozici ke smrti zasaženého). Klinický průběh otravy se rozvíjí pod obrazem "kyslíkového hladovění". Intoxikace začíná pocitem "těžkého dechu" a "zadýcháváním", zvláště při tělesné námaze, pokračuje bolestmi hlavy s pocitem tlaku a bušení ve spáncích. Pokud vdechování CO pokračuje, přechází stav v únavu, závratě, zmatenost. Někdy je přítomna úzkost, jindy předráždění a neadekvátní agresivní reakce. Stav vyústí v neschopnost pohybu, později přichází bezvědomí, tachykardie, kóma a smrt. Předsmrtné může být uvolnění svěračů (Štětina, 2000; Hirt a Vorel, 2016).

Anamnesticky je nutno pátrat, zda zdravotním problémům nepředcházely problémy se spotřebičem, karmou, kotlem, krbem (neodborná oprava spotřebičů či kouřovodů, neobvyklý zápach, narudlé zbarvení plamene), popřípadě práce se strojem na benzinový či naftový pohon v uzavřeném a nevětraném prostoru. Pokud je postižena více než jedna osoba s podobnými příznaky (nebo nalezena více než jedna mrtvola v obytném prostoru) je vždy nutno vyloučit hypotézu otravy CO. Nežjištění diagnózy otravy CO může mít katastrofální dopad na pacienta i další příslušníky domácnosti (Ševčík a Matějovič, 2014).

Klinické projevy otravy CO jsou nespecifické a souvisí s koncentrací CO ve vdechnuté směsi, délkou expozice, aveolární ventilací, tělesnou aktivitou a individuální vnímavostí. Není korelace mezi klinickými projevy a hladinou COHb v krvi. Obvyklé jsou mírnější příznaky, jako bolesti hlavy (v 85 %), závratě (v 90 %), zvracení, nevolnost, bolest na hrudi, slabost, psychické příznaky. Pokračující expozice CO může způsobovat ataxii, zmatenost, euforii, delirium, generalizované křeče a kóma. Objevuje se tachypnoe a tachykardie. Při závažnějším stupni přistupují neurologické příznaky a dochází k poruše vědomí různého stupně (Ševčík a Matějovič, 2014; Zadák a Havel, 2017).



Obrázek 5 - příznaky otravy CO, zdroj: (Novák, 2018)

Rozdělení otrav dle závažnosti na stadia I-IV, hodnotící klinické příznaky v jednotlivých orgánových systémech bez ohledu na konkrétní hladinu COHb, znázorňuje "Ostravská klasifikace" (Ševela a Ševčík, 2011).

Stadium	Vědomí	Neurologický nález	Vegetativní poruchy	Oběh	Dýchání
I.	při vědomí	negativní	bolest hlavy, nauzea, zvracení	beze změn	beze změn
II.	při vědomí	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	bolest hlavy, nauzea, zvracení	beze změn	beze změn
III.	somnolence sopor	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	zvracení	hypertenze, tachykardie	hyperventilace
IV.	kóma	pozitivní extrapyramidové a pyramidové příznaky	nelze	hypertenze, tachykardie, hypotenze, bradykardie, asystolie	hypoventilace

Tabulka č. 1 – Ostravská klasifikace, zdroj: (Ševela a Ševčík, 2011)

Při hladinách COHb do 5 % (jsou běžné např. u lehčích kuřáků a osob pohybujících se na frekventovaných ulicích) nebývají příznaky patrné. Při akutních otravách malými koncentracemi (COHb od 5 do 10 %) se objevují bolesti hlavy a mírná dušnost, slabost, závratě. Akutní otrava CO může být následována rozvojem různých neurologických abnormalit až po dobu jednoho roku od otravy. Nejčastěji se jedná o kognitivní deficit (od mírné zmatenosti až po těžkou demenci) a parkinizmus. Tyto komplikace se nejčastěji objevují po protražované (více než 24hodinové) expozici CO, u pacientů s poruchou vědomí a u pacientů s hladinou COHb nad 25 % (Souček et al., 2011; Zadák a Havel, 2017).

Hladiny od 10 do 30 % mohou vyvolat silné bolesti hlavy, závratě slabost, dušnost s hyperventilací, předrážděnost, hyperreflexii, zmatenost, dezorientaci, poruchy vidění (Souček et al., 2011; Šafr, 2014).

Při těžkých otravách přechází postižený do bezvědomí, v němž se mohou nejprve objevit křeče, později bezvědomí hluboké. Tep je rychlý, nitkovitý, dech je nepravidelný. V tomto stavu může nastat smrt. Velmi vysoká koncentrace oxidu uhelnatého může způsobit smrt v několika sekundách. Intoxikace organismu může být komplikovaná nebezpečím aspirace zvratků s následným udušením, záněty plicní tkáně, poškozením centrálního nervového systému a

plicním adémem. Při otravách s hladinou COHb nad 50 % nastává kóma, křeče (extrémní hypoxie vede k otoku mozku a případné hyperpyrexii), útlum dýchání, kardiovaskulární selhání s edémem plic až srdeční zástava a smrt. Občas uváděné růžové zbarvení kůže způsobené velkým množstvím COHb bývá neobvyklé, snad až na výjimky u extrémně závažných otrav. Cyanóza a bledost kůže bývají obvyklejší. Výsledkem tkáňové hypoxie mohou být kožní puchýře, častěji na místech vystavených tlaku (Souček et al., 2011; Šafr, 2014).

Akutní účinky:

- bolest hlavy, závrať (20 % COHb)
- nauzea, zvracení, akční neschopnost (30 % COHb)
- zmatenost, porucha vědomí až kóma (40-50 % COHb)
- hluboké kóma, smrt (nad 60 % COHb)

Chronické účinky:

- následky po akutní otravě: pseudoneurastenický syndrom, toxická encefalopatie (poruchy paměti, změny osobnosti), extrapyramidová symptomologie

(Pelclová, 2014)

Klasifikace intoxikace a stanovení tíže onemocnění podle naměřené koncentrace COHb v krvi nejsou přesné, protože hodnota COHb nemusí odrážet klinickou závažnost intoxikace. Pro následnou léčbu i prognózu má klinický obraz a hodnocení jednotlivých orgánových systémů daleko větší význam. Z praktického hlediska je tedy daleko vhodnější tzv. ostravská klasifikace (viz tabulka výše), ve které jsou hodnoceny stav vědomí, neurologické příznaky, vegetativní, respirační a kardiovaskulární systém (Ševčík a Matějovič, 2014).

6 Diagnóza otravy oxidem uhelnatým

Otrava CO je ideálně diagnostikována klinickou triádou: 1. příznaky shodné s otravou CO, 2. historie nedávné expozice CO; a 3. zvýšená hladina COHb. V nejednoznačných případech mohou být užitečné hladiny okolního vzduchu CO, stejně jako znalost potenciálních zdrojů otravy CO. Na diagnózu otravy CO je nutno myslet při inhalaci kouře (např. při požárech, u popálených osob), při nález bezvědomého v uzavřeném prostoru s běžícím spalovacím motorem. Často však situace nebývá tak zřejmá a klinický nález je nespecifický. Podezření je nutno pojmout zejména v zimních měsících, v situacích, v nichž například hořel plynový spotřebič v hůře větrané místnosti, a pacienti byli nalezeni v bezvědomí nebo se známkami srdeční ischemie, arytmie, se změnami mentálního stavu, s bolestmi hlavy, slabostí, chřipkovými příznaky. Je potřeba zeptat se nálezců obětí (policie, sousedé, tým RZP) na pocit vydýchaného vzduchu nebo přetopené místnosti (Souček et al., 2011; Zadák a Havel, 2017; Rose et al., 2017).

K základním laboratorním vyšetřením patří stanovení hladiny COHb z krevního vzorku tzv. CO-oxymetrií (princip spektrofotometrie), využívající absorpce světla v šesti různých vlnových délkách. Jedná se o rychlou a přesnou metodu. Bylo zjištěno, že více než třetina nemocnic v ČR nemá možnost provedení tohoto vyšetření. Krevní vzorky pacientů s podezřením na otravu CO jsou odesílány do nejbližší laboratoře s dostupností CO-oxymetrie, čímž dochází k oddálení diagnostiky i definitivní léčby (Ševčík a Matějovič, 2014).

Další možností zjištění hodnoty COHb je tzv. neinvazivní pulzní CO-oxymetrie. Jedná se o transportní přístroj k měření COHb, fungující také na principu spektrofotometrie. Metoda je přínosná v přednemocničních podmínkách v sanitních vozech i na příjmových ambulancích, resp. urgentních příjmech v nemocnici. Má uspokojivou přesnost měření s odchylkou 5-10 % ve srovnání se spektrofotometrií laboratorní. Bohužel stále není jasné, zda je přesnost samotné pulzní CO oxymetrie ve srovnání s COHb měřené spektrofotometricky z laboratorního CO oxymetru dostatečná, a proto by měly být hodnoty pulzní CO oxymetrie potvrzeny laboratorními měřeními (Ševčík a Matějovič, 2014; Rose et al., 2017).

Další možnost je určení COHb z výdechu, k čemuž se využívá detekční trubička, která je jednoduchá a levná, ale jedná se pouze o orientační metodu a pro nemocniční užití je méně vhodná (Ševčík a Matějovič, 2014).

K dalším doporučeným vyšetřením patří analýza krevních plynů, krevní obraz, kompletní biochemický screening včetně hodnoty glykémie a myoglobinu, toxikologický screening z moči a arteriální laktát, který bývá nezdědka zvýšen a je spojována s dlouhou expozicí a horší prognózou. Vhodné je provést vyšetření na TnI (troponin I) a EKG. Doporučené je také neurologické vyšetření, k odhalení zvýšeného rizika PNP (polyneuropatie), nesmí však vést k výraznému oddálení definitivní léčby (Ševela a Ševčík, 2011; Ševčík a Matějovič, 2014).



Obrázek 6 - přenosný pulzní CO Oxymetr, zdroj: (HZS Královehradeckého kraje, © 2021)

7 První pomoc při otravě oxidem uhelnatým

Vzhledem k obrovskému riziku, že CO může otrávit i samotného zachránce, je třeba vždy maximálně dbát také na vlastní bezpečnost. Je třeba být velmi opatrný a nesnažit se v místnosti nadechovat. Stačí několik málo nadechnutí a zachránce je bez vědomí (Bezpečnost práce.info, © 2013).

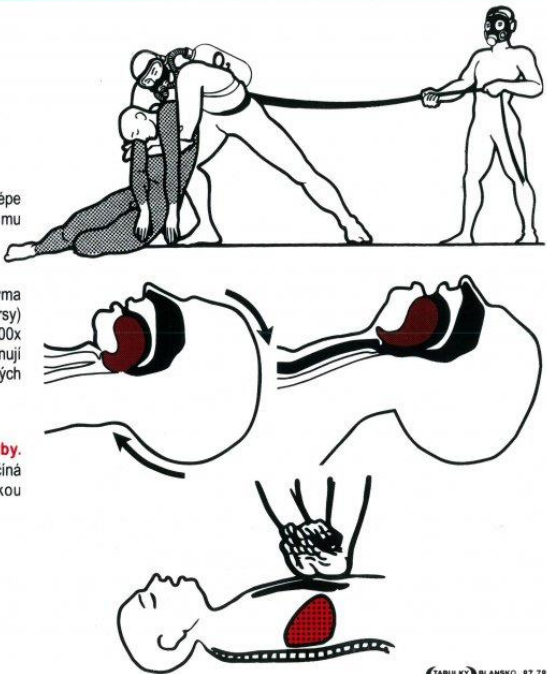
Zásady první pomoci:

- zachránce se ujistí, že jemu ani postiženému na místě nehrozí žádné další nebezpečí
- pokud se zachránce rozhodne vstoupit do zasaženého prostoru, zajistí předtím pokud možno otevření všech oken a dveří
- zachránce co nejrychleji vynese postiženého na čerstvý vzduch
- v případě bezvědomí postiženého jej uložíme do klidové polohy, hlavně musíme dbát na to, aby měl volné dýchací cesty
- je-li postižený při vědomí, umožní mu zachránce zaujmout polohu, která mu nejlépe vyhovuje
- zachránce sleduje postiženého do příjezdu zdravotnické záchranné služby

(ZZMV, © 2020)

PRVNÍ POMOC PŘI OTRAVĚ OXIDEM UHELNATÝM

- Při záchráně postiženého ze zamořeného prostoru zajistíme svoji **vlastní bezpečnost!**
- Postiženého co nejrychleji vyneseme ze zamořeného prostředí.
- Postiženého, pokud je v bezvědomí, ihned uložíme na záda, nejlépe na zem. **Pokud nedýchá, zprůchodníme dýchací cesty.** Zakloníme mu hlavu, a to tlakem na čelo a tahem za bradu. **Voláme 155.**
- **Nezačne-li postižený dýchat, zahájíme masáž srdce!** Napjatými rukama rytmicky stlačujeme dolní polovinu hrudní kosti (tj. asi mezi prsy) do hloubky nejméně 5 cm (u dospělého), frekvencí nejméně 100x za minutu (asi 2x za sekundu). (Zachránci vyškolení v resuscitaci kombinují masáž srdce a umělé dýchání střídáním komprese hrudníku a umělých vdechů v poměru 30 : 2.)
- **V oživování pokračujeme až do příjezdu záchranné služby.** Resuscitaci ukončíme jen tehdy, pokud se postižený probouzí a začíná reagovat. **POZOR!** Ojedinělé lapavé nádechy nejsou známkou probouzení, v resuscitaci v tomto případě pokračujeme!
- Postiženého vždy převezeme do nemocnice, a to i v případě lehčí otravy, kdy je postižený při vědomí.



www.tabulky.eu TABULKY BLANSKO 87 785

Obrázek 7 - první pomoc při otravě CO, zdroj: (Bezpečnostní tabulky, © 2021)

8 Léčba otravy oxidem uhelnatým

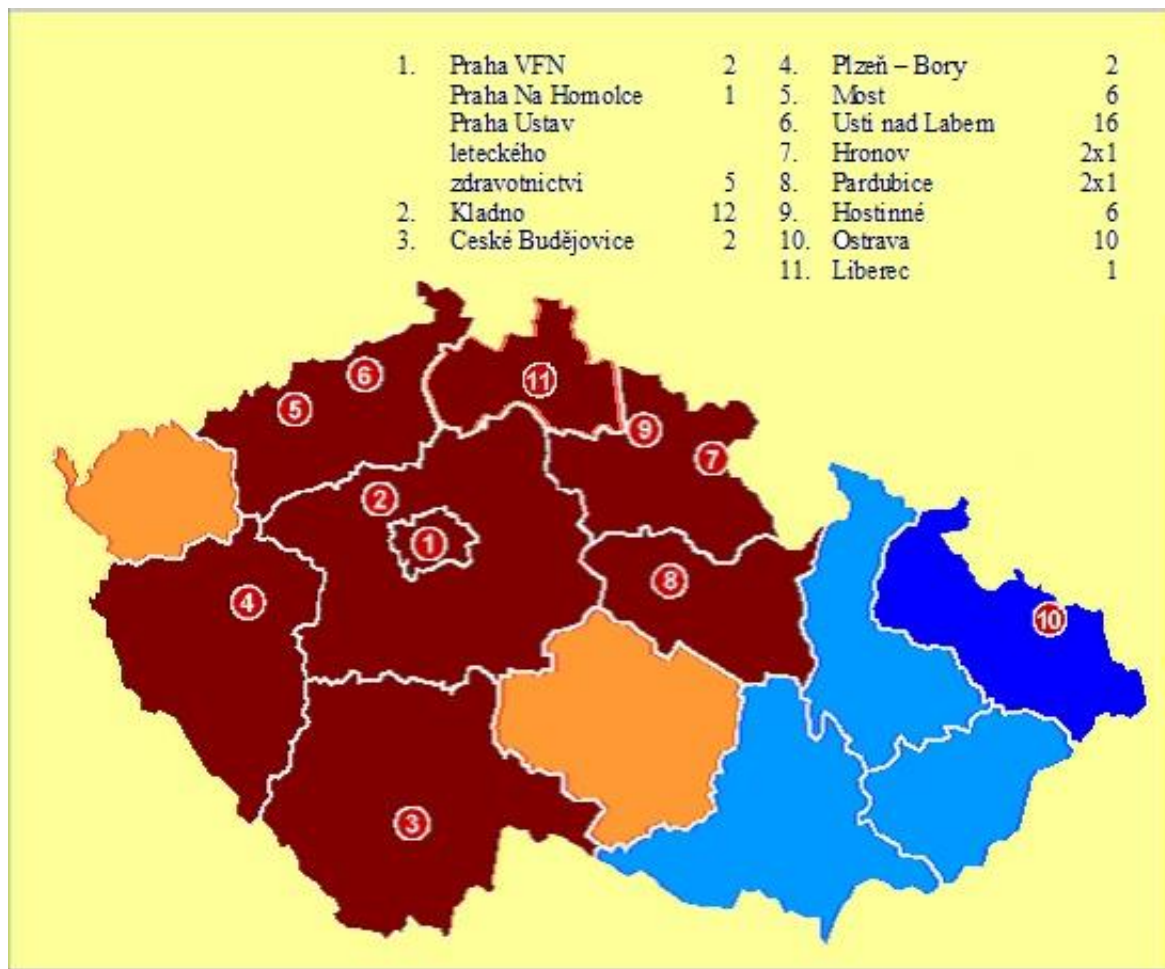
Léčba na místě otravy spočívá v okamžitém vytažení pacienta ze zamořeného prostředí za respektování vlastní bezpečnosti. Vyšetření pacienta a zhodnocení stavu by mělo zahrnovat i neurologické vyšetření a vyšetření případného zevního poranění a interní zátěže (zejména diabetes a ischemická choroba srdeční - ICHS). Následuje zahájení symptomatické léčby dle klinického stavu (tekutinová resuscitace, inotropní podpora, zahájení kardiopulmonální resuscitace - KPR v případě zástavy oběhu) a léčba kyslíkem. Kyslík je nutno podat těsníci maskou se zásobním vakem s vysokým průtokem (15 l/min), v případě poruchy vědomí je indikována orotracheální intubace a UPV (umělá plicní ventilace) s FiO_2 (inspirační koncentrací kyslíku) 1,0 a užitím přetlaku na konci výdechu (PEEP) (Ševela a Ševčík, 2011; Ševčík a Matějovič, 2014).

Nemocniční léčba spočívá v léčbě kyslíkem za normálního atmosférického tlaku (normobarická oxygenoterapie, NBO), nebo tlaku vyššího, než je tlak atmosférický (hyperbarická oxygenoterapie, HBO). Součástí léčebně-ošetrovatelského přístupu je komplexní intenzivní terapie včetně tekutinové resuscitace a orgánové podpory (Ševčík a Matějovič, 2014).

NBO je aplikace 100 % kyslíku za normálního atmosférického tlaku vzduchu (100 kPa). Je vyčleněná pro lehčí případy s nevýraznou symptomatologií nebo subjektivními příznaky (odpovídá I. stupni Ostravské klasifikace). Aplikace kyslíku je doporučena po dobu minimálně 12 hodin způsobem, který lze dosáhnout FiO_2 blížící se 1,0, a to buď průtokovým systémem (obličejová maska s rezervoárem a vysokým průtokem kyslíku 15 l/min), nebo systémem bez zpětného vdechování (těsníci obličejová maska, CPAP maska nebo CPAP helma, Rubenův ventil či jeho modifikace) s nádechovou a výdechovou chlopní (Ševela a Ševčík, 2011; Ševčík a Matějovič, 2014).

HBO se rozumí aplikace 100 % kyslíku za podmínek vyššího tlaku, než je tlak atmosférický (zpravidla 200-300 kPa). Během HBO dochází k urychlení disociace COHb z 90 minut během NBO na 22 minut během HBO a urychlení zajištění dodávky O_2 do periferních tkání a likvidace tkáňové hypoxie. Prakticky to znamená dýchání jednoduchou maskou pro nos a ústa po dobu 120 minut (jedenkrát denně) s minimálním počtem 8-10 opakování. Léčba probíhá v prostoru tlakové komory, což je uzavřená místnost masivní konstrukce s okénky a malým, ale dostatečným vnitřním prostorem. Na základě různých fyzikálních procesů a charakteristice jednotlivých sezení dochází ke zvýšení nabídky kyslíku organismu. Nabídka může být při HBO až 15x vyšší než při dýchání vzduchu za normálních podmínek. Dochází k plnému dosycení

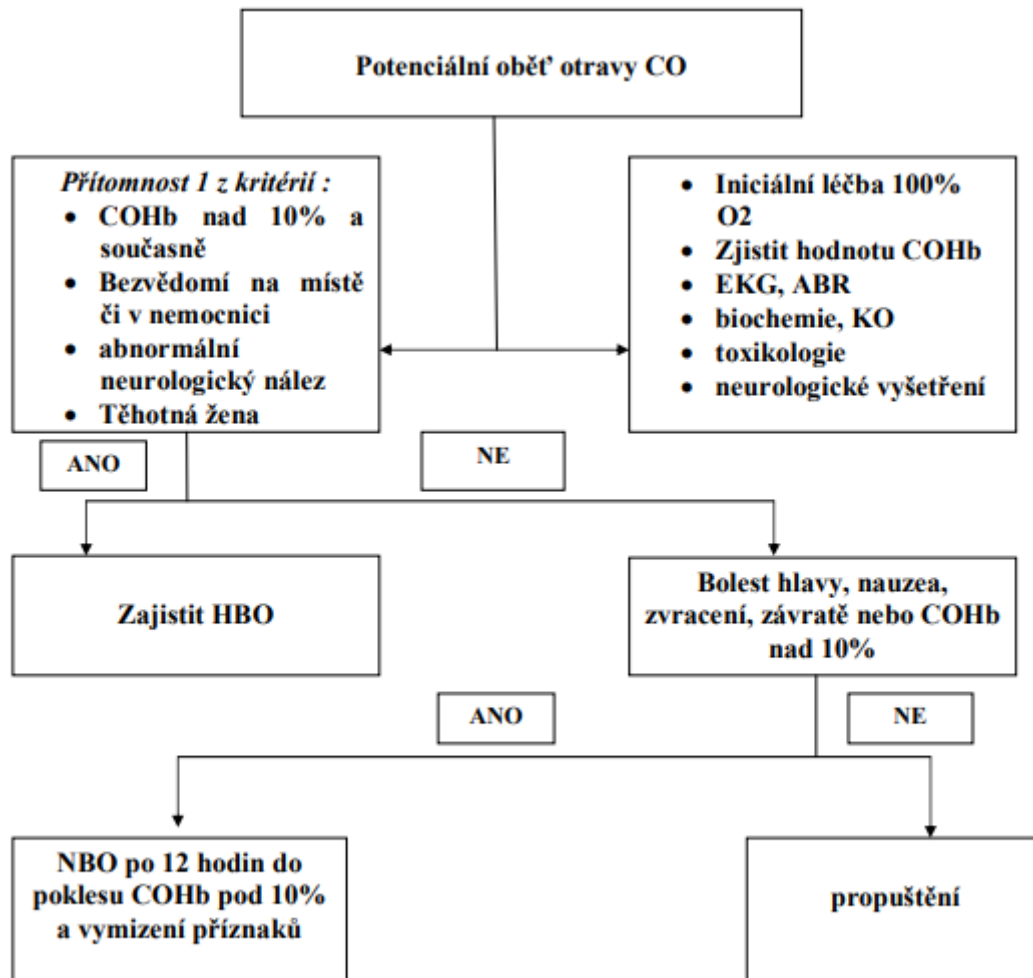
krevního barviva (hemoglobinu) červených krvinek kyslíkem a zejména k mnohonásobnému zvýšení obsahu rozpuštěného kyslíku v krevní plazmě. Až 4 násobně se tak rozšiřuje oblast šíření kyslíku do tkání. Kromě zvýšené dodávky kyslíku, má hyperbarický kyslík řadu dalších specifických efektů (zmenšení velikosti bublin plynu, snížení otoku ve tkáních, zlepšení imunitních funkcí v boji proti infekci, snížení průběhu následného postižení po nedokrvení (ischemicko-reperfuzního syndromu), stimulace hojení ran růstem nových cév (neovaskularizace) a růstem vaziva (fibroblastová proliferace) a podobně (Ševela a Ševčík, 2011; Ševčík a Matějovič, 2014; ÚLZ, © 2021).



Obrázek 8 - seznam pracovišť s HBO v ČR s počtem míst, zdroj: (Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny ČLS JEP, © 2021)

Většina studií doporučuje co nejčasnější zahájení HBO, optimálně do 6, resp. do 4 hodin. Tzv. Weareův protokol je některými autory přijímán jako zlatý standard léčby-spočívá v aplikaci tří expozičních HBO během 24 hodin. Suplementární aplikace HBO mezi léčebnými expozičními HBO není doporučována. Zahájení HBO po 24 hodinách u asymptomatických pacientů není doporučováno. Jak evropská, tak americká odborná společnost doporučuje použití HBO

u těžkého stupně otravy a vysokým rizikem PNP. Rovněž v závěrech VII. Evropské konsensuální konference v hyperbarické medicíně 2004 je doporučena aplikace HBO u otravy CO v těchto případech: ztráta vědomí na místě nehody či v nemocnici, abnormální neurologický nález a u těhotné ženy (Ševela a Ševčík, 2011; Ševčík a Matějovič, 2014).



Obrázek 9 - vývojový diagram diagnostiky a léčby otravy CO, zdroj: (Hájek, 2009)

Systematická analýza z roku 2019 ukázala, že HBO je účinná ve středně rizikových a vysoce rizikových situacích a měla by být zvolenou terapií, aby se zabránilo následkům, zejména neurologickým. Tento typ léčby je v posledních desetiletích užitečný díky svému silnému účinku proti toxicitě CO, protože výrazně snižuje poločas rozpadu COHb v krevním řečišti a snižuje jej na méně než čtvrtinu jeho normálního fyziologického stavu. Je všeobecně známo, že ne každé lékařské zařízení má hyperbarické komory kvůli jeho ceně a odbornosti, proto lze NBO považovat za životaschopnou terapeutickou možnost, která ve srovnání s HBO představuje přijatelné výsledky (Casillas et al., 2019).

9 Detekce oxidu uhelnatého

K detekci CO se používají detektory CO, které vydávají poplach, když v průběhu času zaznamenají určité množství oxidu uhelnatého. Jsou pouze doplňkovým bezpečnostním opatřením, které přispívá ke snížení uvedených rizik. Detektory, fungují na následujících principech:

- **Biometrický senzor:** funguje na principu gelu, který je uvnitř detektoru, pokud detektor absorbuje oxid uhelnatý tak změní barvu, a tato změna barvy spustí alarm
- **Polovodič z oxidu kovu:** funguje na principu čipu z oxidu křemičitého, který detekuje oxid uhelnatý tím, že sníží elektrický odpor v detektoru a tato změna spustí alarm
- **Elektrochemický senzor:** funguje na principu elektrody v chemickém roztoku, které snímají změny elektrických proudů při kontaktu s oxidem uhelnatým, kdy tato změna spustí alarm.

(Carlsen, 2021)

Dle ČSN EN 50292 ed. 2 „Elektrická zařízení pro detekci oxidu uhelnatého v obytných budovách, karavanech a na lodích – Návod pro výběr, instalaci, použití a údržbu“, rozlišujeme dva typy zařízení na detekci oxidu uhelnatého:

- **Detekční zařízení typu A** – zajišťuje vizuální a zvukovou výstražnou signalizaci a výstupní funkci ve formě výstupního signálu, který může působit přímo nebo nepřímo na větrací zařízení nebo jiné pomocné zařízení. Je to zařízení, které má většinou všechny své části trvale instalovány, s výjimkou vyměnitelných baterií. Napájení tohoto zařízení může být zajištěno pomocí vyměnitelných baterií nebo přímo ze sítě.
- **Detekční zařízení typu B** – zajišťuje pouze vizuální a zvukovou výstražnou signalizaci. Jedná se o detektory, často zvané jako hlásiče CO, obvykle plastové konstrukce s nebo bez LCD displeje, které výstražným tónem signalizují zvýšenou koncentraci CO, nebezpečnou lidskému zdraví. Mohou být s pevnou i přenosnou instalací. Obvykle je to zařízení napájené pouze z baterie.

(Burišín, 2014)

9.1 Instalace detektorů CO

Požadavky na správnou a bezpečnou instalaci je výrobce povinen uvést v návodu. Detektor by měl být instalován v každé místnosti se spotřebičem paliv. Další zařízení má být instalováno:

- v místnostech, ve kterých tráví jejich uživatel delší dobu po probuzení a z nichž nemusí být slyšet výstražná signalizace ze zařízení umístěných v jiných částech budovy;
- ve všech ložnicích.

Je-li v budově obývací ložnice (jedna místnost, sloužící jako obývací pokoj a ložnice), má být zařízení umístěno co nejdál od kuchyňského sporáku, avšak co nejbližší místu, kde spí osoby. Detektor by měl být instalován v každé místnosti, přes který kouřovod prochází. Zařízení pro detekci oxidu uhelnatého nemá být instalováno:

- v uzavřeném prostoru (např. v příborníku nebo za záclonou)
- kde může být zakryto (např. nábytkem)
- přímo nad výlevkou
- v blízkosti dveří nebo okna
- v blízkosti odsávacího ventilátoru nebo digestoře
- v blízkosti větracích otvorů nebo podobných otvorů pro větrání
- v prostoru, kde může teplota poklesnout pod -10 °C nebo překročit 40 °C , pokud není pro tato prostředí zařízení navrženo
- v místech, kde prach a špína mohou narušit funkci snímače
- ve vlhkém nebo mokřém místě
- v těsné blízkosti kuchyňského sporáku

Při instalaci zařízení v místnosti se spotřebičem paliv je třeba si uvědomit, že přestože má CO podobnou hustotu jako okolní vzduch, bude jako složka teplé směsi plynů mít tendenci stoupat. Proto má být v případě instalace na stěně umístěno pod stropem, ne blíže než 150 mm, vždy však výše než jsou horní okraje dveří nebo oken. Je-li zařízení instalováno na stropě, má být umístěno alespoň 300 mm od jakékoliv stěny. Zařízení má být umístěno horizontálně ve vzdálenosti mezi 1 m a 3 m od hrany nejbližšího potenciálního zdroje oxidu uhelnatého. Jsou-li v místnosti příčky, má být zařízení umístěno na stejné straně příčky jako potenciální zdroj. Detektory oxidu uhelnatého v místnostech se šikmým stropem se umísťují na vyšší straně místnosti. Detekční zařízení instalované v ložnicích nebo prostorách vzdálených od spotřebiče paliv má být umístěno v blízkosti dýchací zóny uživatelů.

(Burišín, 2014)

Hlavní volba při výběru detekčního zařízení bude mezi zařízením typu A nebo typu B (to je zařízení s výstupní funkcí nebo bez výstupní funkce).

Zařízení typu A je vhodné v prostorech užívaných osobami s nějakým tělesným omezením, které může znemožnit nebo ztížit manuální zásah při výstražné signalizaci. Je vhodné především pro stabilní instalace.

Zařízení typu B je určeno jak pro stabilní, tak i mobilní instalace. U mobilních instalací je zařízení téměř výlučně napájeno pouze bateriemi. Je třeba si též uvědomit, že zařízení pracuje přerušovaně.

(Burišín, 2014)

9.2 Zásady po spuštění výstražné signalizace

V případě spuštění výstražné signalizace přítomnosti oxidu uhelnatého se doporučuje provést následující činnosti:

- zachovat klid a otevřením dveří a oken zajistit intenzivní větrání (to neplatí v případě, kdy jsou zdrojem oxidu uhelnatého výfukové plyny z dopravních prostředků – zvláště za chladného počasí)
- odstavit z provozu všechny spotřebiče paliv
- pokud se i přes tato opatření výstražná signalizace nevypne, je nutno opustit budovu; okna a dveře se ponechají otevřené; do budovy je možno vstoupit, až dojde k vypnutí výstražné signalizace; u budov s více byty je nutno varovat všechny uživatele
- zajistit lékařskou pomoc; zdravotníky informovat o předpokládané intoxikaci oxidem uhelnatým
- zajistit opravu spotřebičů; pokud nebyl poplach jednoznačně falešný, je možno začít používat spotřebiče paliv až po jejich překontrolování a vyčištění pro další použití kompetentní osobou podle národních předpisů (v ČR je to u plynových spotřebičů servisní technik)
- zvláštní pozornost je nutno věnovat zařízením napájeným z baterií, protože k vypnutí výstražné signalizace může dojít v důsledku vybití baterií dříve, než dojde ke snížení úrovně oxidu uhelnatého v ovzduší; do budovy by se mělo po ukončení poplachu v tomto případě vstupovat s velkou opatrností a až po kontrole koncentrace oxidu uhelnatého

Zařízení na detekci oxidu uhelnatého je nutno považovat pouze za doplňkové bezpečnostní zařízení. Instalací detekčního zařízení nejsou odstraněna rizika způsobená vadnou instalací spotřebiče paliv, jeho nesprávným používáním a neprováděním jeho údržby.

(Burišín, 2014)



Obrázek 10 – detektor CO s displejem, zdroj: (HP TRONIC, © 2017)



Obrázek 11 – detektor CO bez displeje, zdroj: (HP TRONIC, © 2017)



Obrázek 12 - moderní kombinovaný detektor kouře a CO, zdroj: (Mironet, © 2019)

10 Prevence otravy oxidem uhelnatým

10.1 Pravidelná údržba a revize kotlů a komínů

Důležitou prevencí před únikem CO ve vnitřních prostorech je správně provedená a odborně způsobilou osobou prověřená instalace všech spotřebičů paliv (kontrola, popř. revize) a dodržení požadavků a doporučení výrobce pro jejich provoz, včetně provádění jeho pravidelné a správné údržby (čištění a kontrola servisním pracovníkem) (Carlsen, 2021).

Při používání plynového kotle na ohřev vody a vytápění, je potřeba dodržet lhůty pravidelných kontrol plynových spotřebičů, a to jednou ročně, jak o tom hovoří:

- § 4 nařízení vlády č. 378/2001 Sb. nařízení vlády, kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí
- devátá část vyhlášky č. 48/1982 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
- 1x ročně se musí nechat udělat kontrola spalovacího mechanismu. Mělo by dojít k vyčištění hořáků a kontrole pojistného ventilu a termostatu

Pravidelně je třeba čistit také komín, aby měl dobrý tah a nedocházelo ke špatnému spalování, při kterém vzniká CO. Čištění, kontrolu a revizi tzv. spalinové cesty jste povinni provádět dle § 3 vyhlášky č. 34/2016 Sb. Lhůty čištění a kontrol spalinových cest jsou uvedeny v tabulce v příloze č. 2 vyhlášky č. 34/2016 Sb.

(Bezpečnost práce.info, © 2013)

10.2 Dostatečný přívod vzduchu ke kotli

Je důležité, aby všechny plynové spotřebiče měly dostatečný a pravidelný přísun čerstvého vzduchu. Tam, kde se nachází např. kotel by měly být pootevřené dveře nebo alespoň mikroventilace. Přísun čerstvého vzduchu může v některých nových budovách představovat velký problém, protože jsou příliš utěsněné a neprodyšné. Mají totiž silnou tepelnou izolaci a často také plastová okna, která nepropustí dostatek vzduchu. Někdy se dokonce stává, že odvětrávací mřížky jsou také utěsněné nebo zastavěné nábytkem (Bezpečnost práce.info, © 2013).

10.3 Podtlak

Některá zařízení mohou v bytě způsobovat podtlak. Např. digestoř v kuchyni nebo větrák na toaletě. Pokud je v provozu např. plynový kotel v plné topné sezóně, a do toho se používá

i digestoř a přitom zůstane zavřené okno, může v místnosti dojít k podtlaku, který zajistí nasávání spalin, které jsou bohaté na CO, a začne spaliny vracet do místnosti. Je tedy potřeba mít vždy otevřené okno, aby docházelo k neustálému odvětrávání místnosti (Bezpečnost práce.info, © 2013).

10.4 Uzavřené místnosti

Obecně platí, že v uzavřených místnostech se nikdy nemá: rozdělávat oheň, používat grily na dřevěné uhlí nebo propan-butanové vařiče ani žádné naftové generátory. Stejně tak nezapínat v uzavřených místnostech jakékoliv zařízení se spalovacím motorem, jako jsou např. motorové pily, sekačky na trávu, frézy a v garáži nikdy nenechávat zapnutý motor auta nebo motorky, a to ani v případě, že jsou otevřená vrata, i přes to může dojít k otravě CO (Bezpečnost práce.info, © 2013).

10.5 Pořízení detektoru CO

Velmi účinným prostředkem v ochraně proti CO jsou různé detektory a čidla, která dokáží CO rozpoznat a včas na něj upozornit. Detektor se doporučuje se používat všude tam, kde dochází ke spalování zemního plynu, uhlí, dřeva, biomasy a topného oleje. Tzn. tam, kde se používá kotel, kamna, krb, karna, plynový sporák, krbová kamna nebo krbová vložka a jiná topná zařízení. Neopomenutelné je také to, že CO se může dostat do naší domácnosti i od sousedů. Pro takové případy je vždy lepší mít detektor oxidu uhelnatého také v bytě (Bezpečnost práce.info, © 2013).

11 Cíl práce

Cílem práce je najít možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým. Zejména seznámit širokou veřejnost, jak vzniká oxid uhelnatý a jak lze otravám s tímto spojeným předejít. V případě, že již k otravě oxidem uhelnatým dojde, jak tuto otravu co nejlépe rozpoznat a jak se v této situaci zachovat.

12 Výzkumná otázka a metodika výzkumu

12.1 Výzkumná otázka

Pro vypracování této práce na téma, možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým, byla stanovena výzkumná otázka:

Jaké jsou možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým?

12.2 Metodika výzkumu

Metodika využitá ke zpracování této bakalářské práce spočívá ve shromažďování informací a jejich následné analýze, zejména z právních předpisů, technických norem, odborné literatury, elektronických zdrojů v oblasti problematiky týkající se oxidu uhelnatého.

Výzkumná část je zpracována prostřednictvím dotazníkového šetření směřovaného mezi širokou veřejností, analýzou úmrtnosti na toxické účinky oxidu uhelnatého od roku 2010 do současné doby a analýzou získaných statistických informací od náhodně vybraných ZZS krajů k ošetření (popřípadě transportu) osob do nemocničních zařízení na diagnózu T 58 – toxické účinky oxidu uhelnatého.

Analýza statistiky úmrtnosti na toxické účinky oxidu uhelnatého byla provedena od roku 2010 do roku 2019, na rok 2020 prozatím nebyla statistika vydána. Byla provedena analýza každého jednotlivého roku, kdy byla zpracována tabulka rozdělená na úmrtí mužů a žen a na celkový počet úmrtí. Závěrem byl zpracován celkový graf k porovnání jednotlivých roků a ke zjištění, zda úmrtí má klesající nebo stoupající tendenci nebo zda stagnuje a graf k porovnání úmrtí mužů a žen.

Analýza statistických údajů poskytnutých od náhodně vybraných ZZS krajů (konkrétně Středočeského, Karlovarského, Olomouckého kraje a kraje Vysočina) byla provedena se zaměřením na ošetření (popřípadě transport) osob do nemocničních zařízení v jednotlivých krajích na diagnózu T 58 – toxické účinky oxidu uhelnatého. K zajištění přehlednosti jsou vypracovány tabulky. Závěrem budou analyzovaná data u každého kraje shrnuta v přehledném grafu pro porovnání jednotlivých roků v rámci kraje. Následně budou také porovnány roky 2018, 2019 a 2020 v rámci krajů.

Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit úroveň znalostí o oxidu uhelnatém v určitých oblastech a stanovit ty oblasti, u kterých respondenti v převážné většině nejvíc chybovali. Dotazník

obsahoval 2 demografické otázky a 15 uzavřených testových otázek, zaměřených na ověření znalostí o oxidu uhelnatém.

Otázky byly sestaveny tak, aby zahrnovaly komplexní znalosti, které jsou důležité k rozeznání nebezpečí, které CO představuje. V dotazníku byly otázky, ve kterých se nacházely 4 varianty možných odpovědí, z nichž u některých byla jedna odpověď správná u některých více a u některých všechny. Dále se zde nacházely otázky, kde se nacházely dvě varianty možných odpovědí, ze kterých byla vždy jen jedna správná. Dotazníky byly anonymní a určeny pro širokou veřejnost. Dotazník je uveden v příloze A.

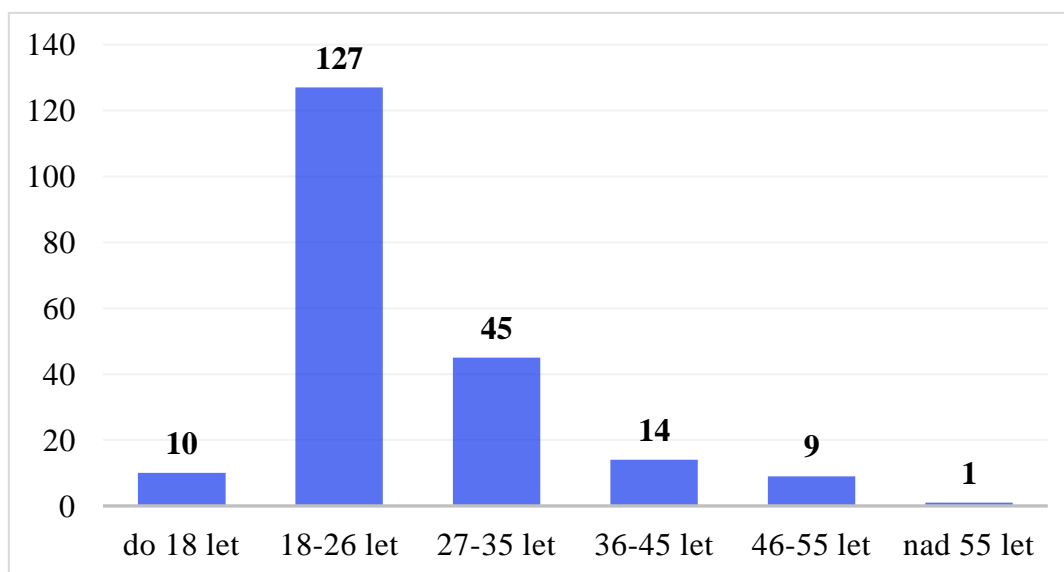
Vyplněno bylo celkem 206 dotazníků, z nichž žádný nebyl vyřazen. Dotazníkové šetření probíhalo v období měsíců březen a duben 2021. Výsledky dotazníkového šetření jsou vyjádřeny pomocí grafů, které znázorňují celkové hodnoty zodpovězených variant v jednotlivých otázkách u všech 206 respondentů celkem.

13 Výsledky

V této části bakalářské práce jsou interpretovány výsledky dotazníkového šetření, a to v podobě vyhodnocení každé otázky z dotazníku. K zajištění přehlednosti jsou vypracovány grafy. V každé otázce je správná odpověď označena tučným písmem (v některých otázkách je více správných odpovědí).

Otázka č. 1: Věk respondentů

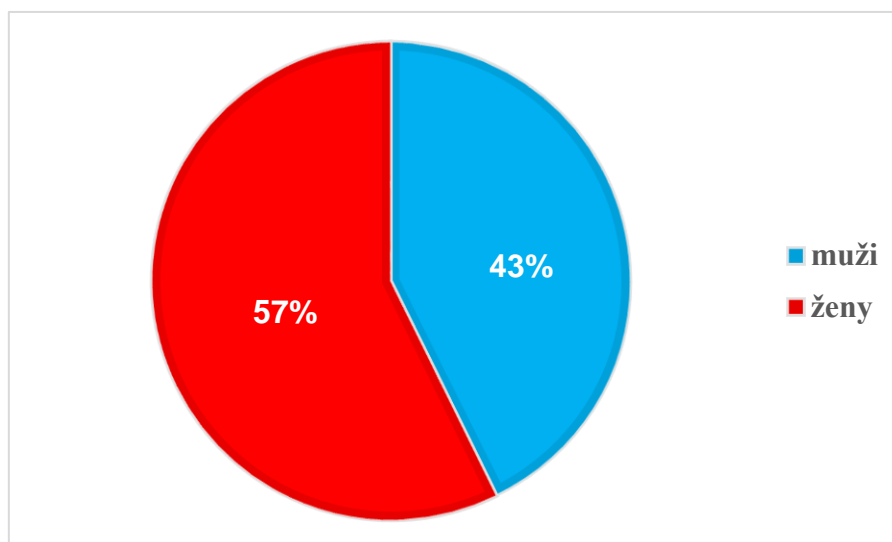
Výzkumný soubor byl rozdělen do věkových skupin. Nejvíce byla ve výzkumu zastoupena věková skupina 18-26 let. Věkové skupiny do 18 let, 27-35 let, 36-45 let a 46-55 let byly zastoupeny méně. Nejméně respondentů měla věková skupina nad 55 let.



Graf č. 1 – Věk respondentů, zdroj: vlastní

Otázka č. 2: Pohlaví respondentů

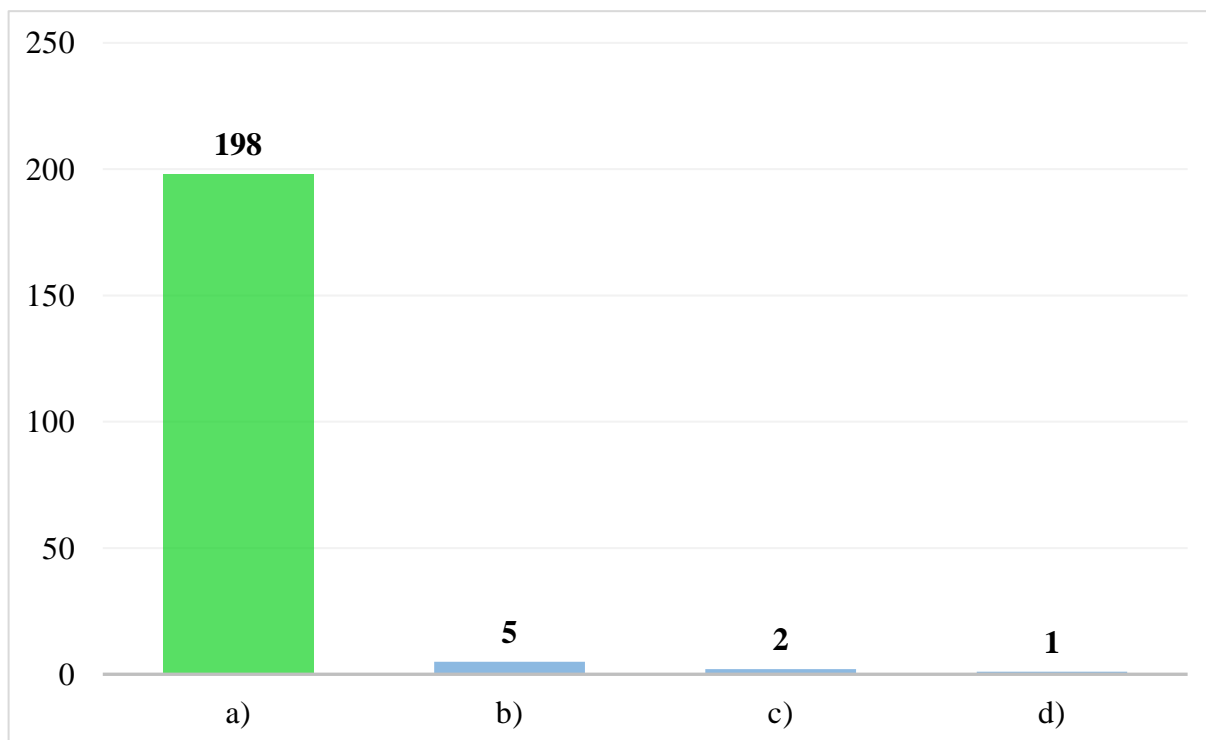
Z celkového počtu 206 respondentů se dotazníkového šetření zúčastnilo celkem 88 mužů, což představuje podíl 43 %. Ženy mají větší zastoupení. Do šetření se jich zapojilo celkem 118, což tvoří podíl 57 %.



Graf č. 2 – Pohlaví respondentů, zdroj: vlastní

Otázka č. 3: Jakého skupenství je oxid uhelnatý

- a) plynného
- b) kapalného
- c) pevného
- d) plazma

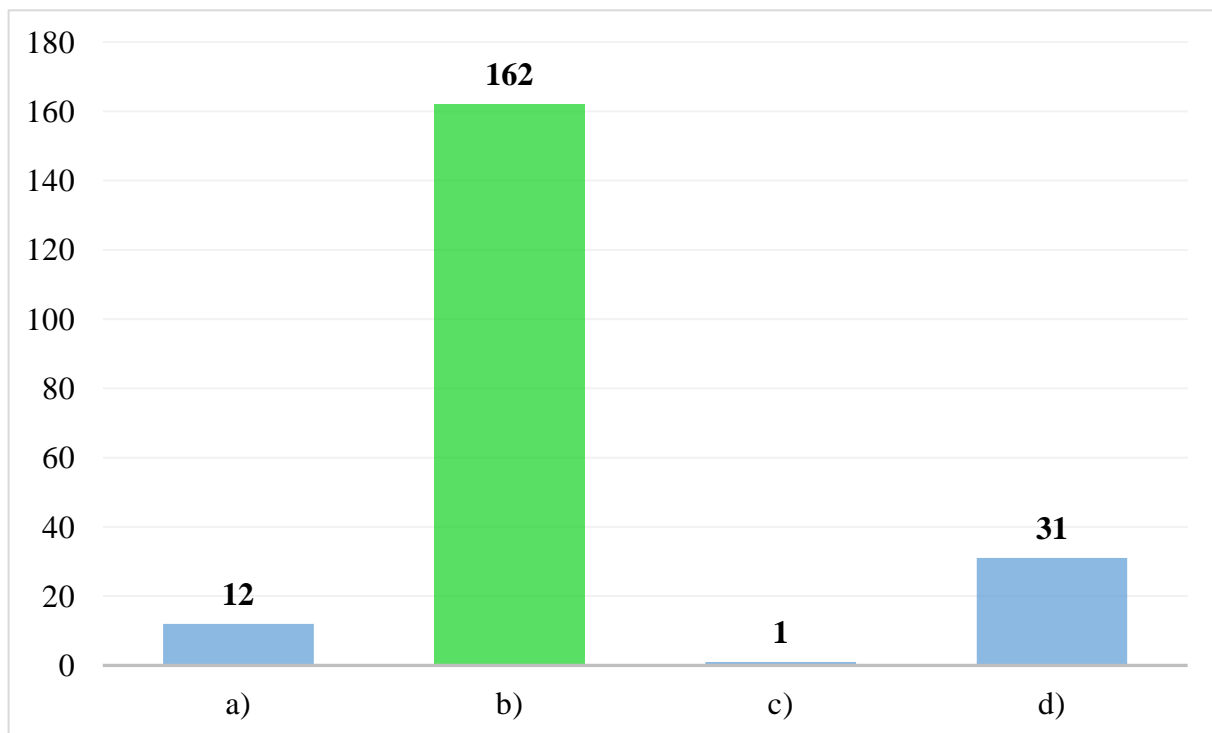


Graf č. 3 – Jakého skupenství je oxid uhelnatý, zdroj: vlastní

Graf 3 vyjadřuje, že na otázku č. 3 správně odpovědělo 198 respondentů s variantou „plynného“. Naopak 5 respondentů odpovědělo chybně variantu „pevného“, 2 respondenti odpověděli chybně „kapalného“ a jeden respondent odpověděl chybně variantu „plazma“.

Otázka č. 4: Jaký má oxid uhelnatý zápach

- a) připomínající pot
- b) žádný (je bez zápachu)**
- c) příjemný
- d) připomínající zkažená vejce

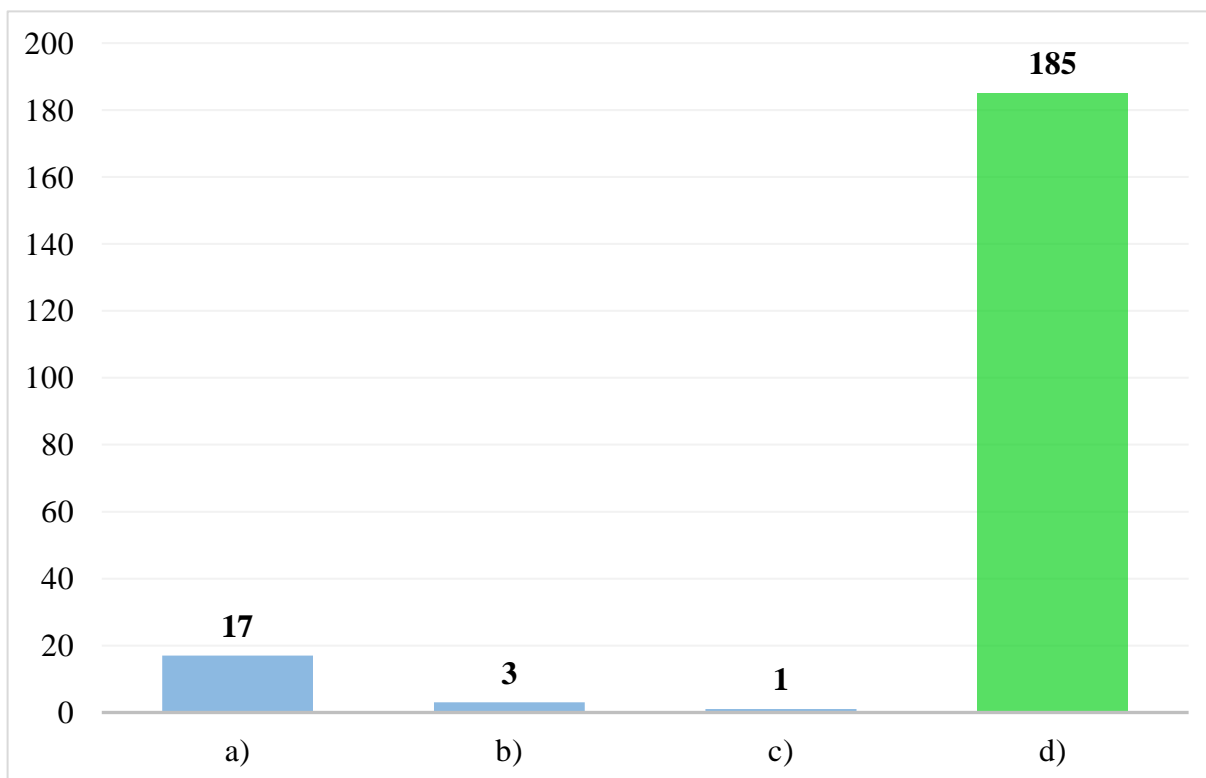


Graf č. 4 – Jaký má oxid uhelnatý zápach, zdroj: vlastní

Graf 4 vyjadřuje, že na otázku č. 4 správně odpovědělo 162 respondentů s variantou „žádný (je bez zápachu)“. Naopak 31 respondentů odpovědělo chybně variantu „připomínající zkažená vejce“, 12 respondentů odpovědělo chybně „připomínající pot“ a jeden respondent odpověděl chybně variantu „příjemný“.

Otázka č. 5: Jakou má oxid uhelnatý barvu

- a) šedou
- b) zelenou
- c) modrou
- d) žádnou (je bezbarvý)**

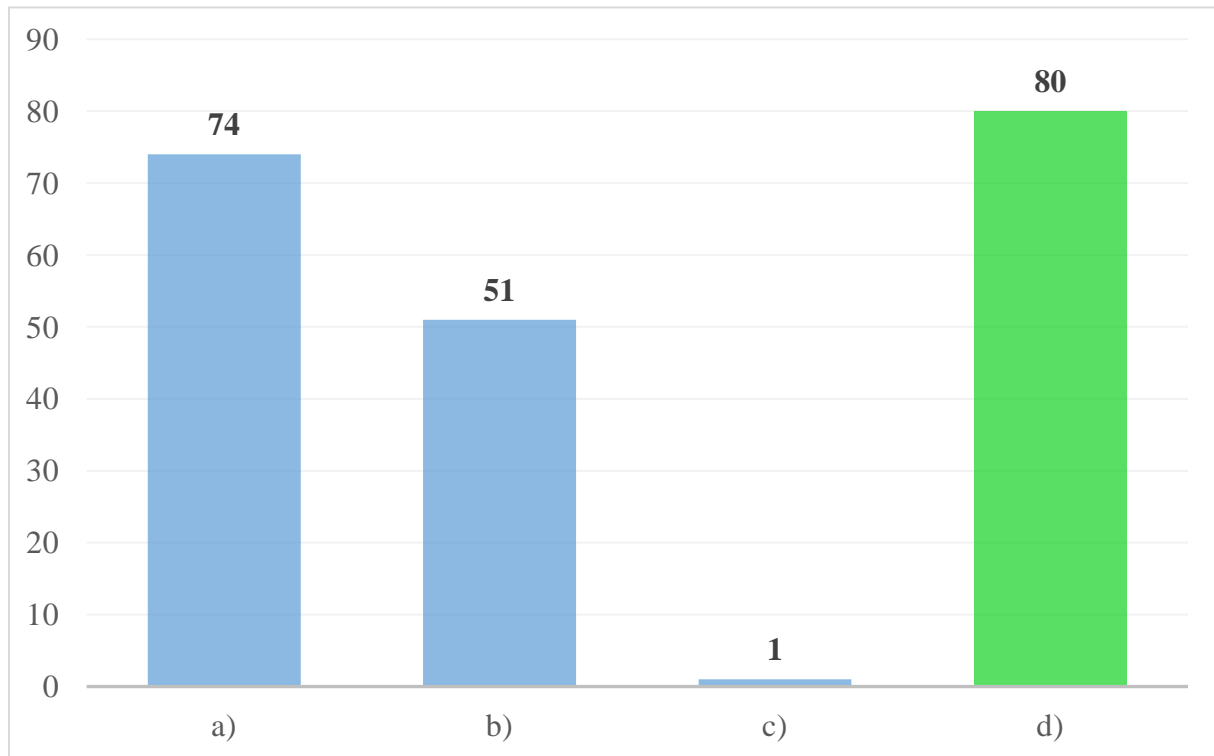


Graf č. 5 – Jakou má oxid uhelnatý barvu, zdroj: vlastní

Graf 5 vyjadřuje, že na otázku č. 5 správně odpovědělo 185 respondentů s variantou „žádnou (je bezbarvý)“. Naopak 17 respondentů odpovědělo chybně variantu „šedou“, 3 respondenti odpověděli chybně „zelenou“ a jeden respondent odpověděl chybně variantu „modrou“.

Otázka č. 6: Kde se bude v místnosti oxid uhelnatý hromadit

- a) u stropu (je lehčí než vzduch)
- b) u podlahy (je těžší než vzduch)
- c) nebude se hromadit nikde
- d) bude rovnoměrně rozptýlen po místnosti (je přibližně stejně těžký jako vzduch)**

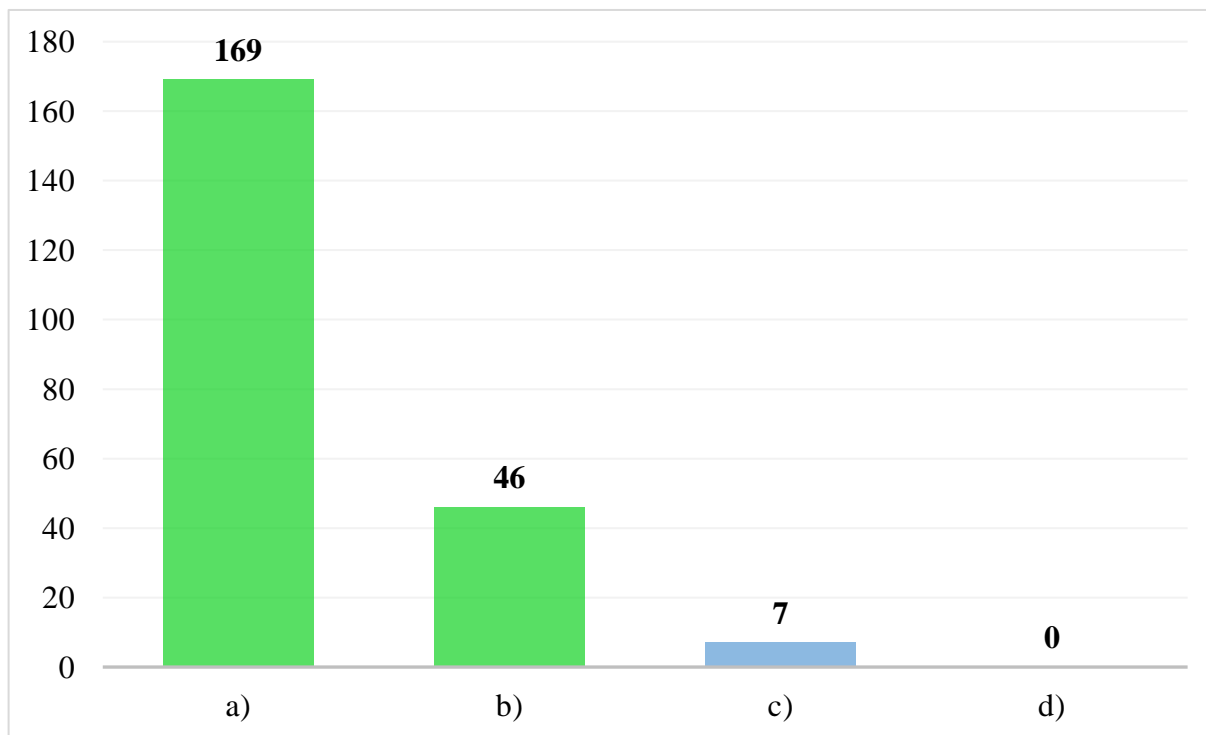


Graf č. 6 – Kde se bude v místnosti oxid uhelnatý hromadit, zdroj: vlastní

Graf 6 vyjadřuje, že na otázku č. 6 správně odpovědělo pouze 80 respondentů s variantou „bude rovnoměrně rozptýlen po místnosti (je přibližně stejně těžký jako vzduch)“. Naopak 74 respondentů odpovědělo chybně variantu „u stropu (je lehčí než vzduch)“, 51 respondentů odpovědělo chybně variantu „u podlahy (je těžší než vzduch)“ a jeden respondent odpověděl chybně variantu „nebude se hromadit nikde“.

Otázka č. 7: Kdy vzniká oxid uhelnatý (více správných odpovědí)

- a) při špatném spalování v uzavřených prostorách, kde není trvalý přísun vzduchu
- b) když je teplota spalování příliš nízká nebo když je čas hoření příliš krátký
- c) když je v prostoru příliš mnoho čerstvého vzduchu
- d) vzniká náhodně a nepředvídatelně

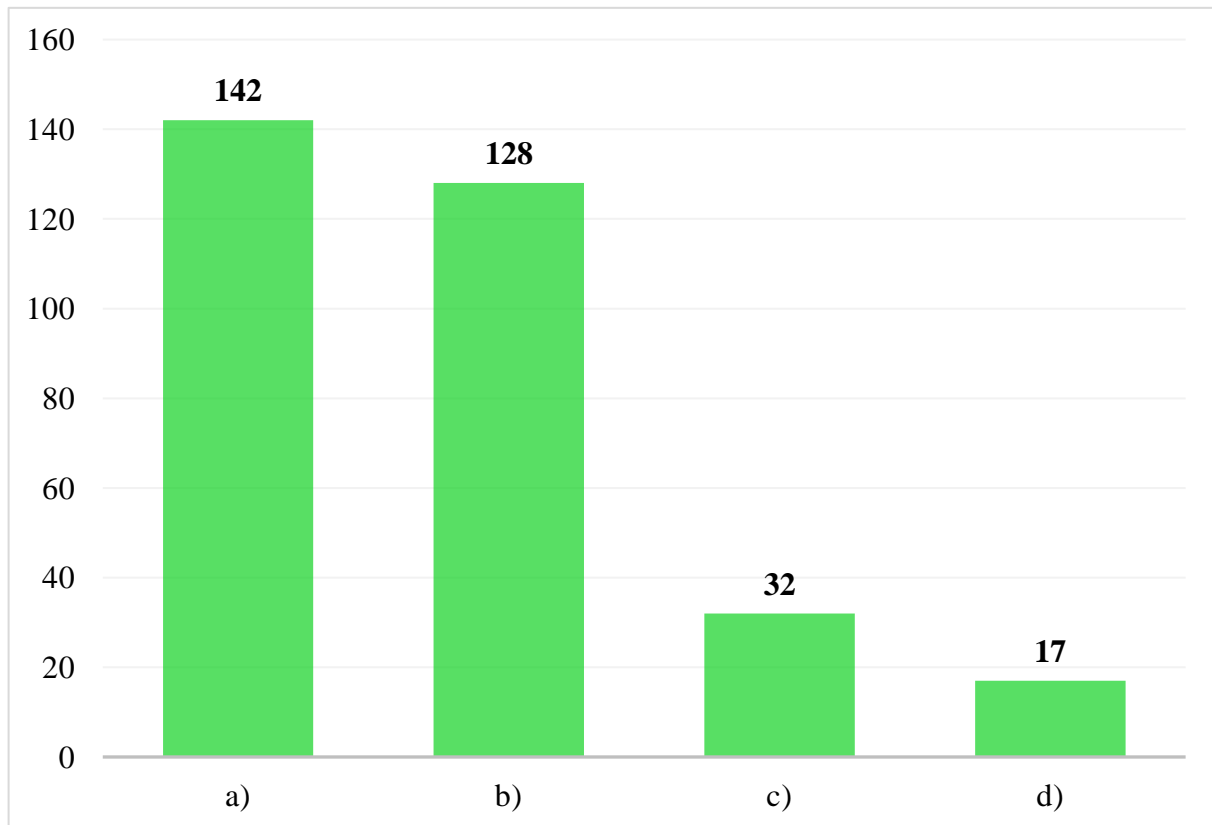


Graf č. 7 – Kdy vzniká oxid uhelnatý, zdroj: vlastní

Graf 7 vyjadřuje, že na otázku č. 7 správně odpovědělo 169 respondentů z 206 s variantou „při špatném spalování v uzavřených prostorách, kde není trvalý přísun vzduchu“ ale pouze 46 z 206 respondentů správně odpovědělo „když je teplota spalování příliš nízká nebo když je čas hoření příliš krátký“. Naopak 7 respondentů odpovědělo chybně variantu „když je v prostoru příliš mnoho čerstvého vzduchu“, a žádný respondent neodpověděl chybně variantu „vzniká náhodně a nepředvídatelně“.

Otázka č. 8: Oxid uhelnatý může vznikat při (více správných odpovědí)

- a) ucpaném nebo blokováném komínu**
- b) nastartování vozidla v garáži**
- c) grilování**
- d) hoření dřeva v otevřeném krbu**

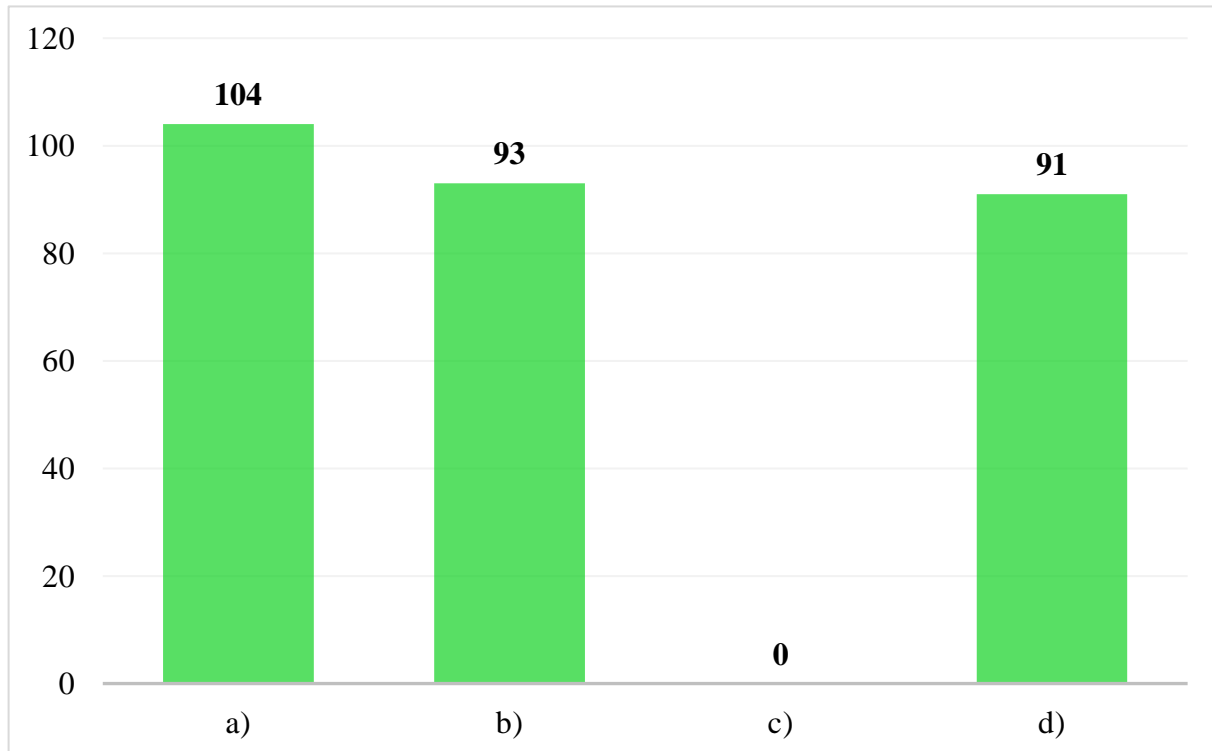


Graf č. 8 – Oxid uhelnatý může vznikat při, zdroj: vlastní

Graf 8 vyjadřuje, že na otázku č. 8 správně odpovědělo 142 respondentů z 206 s variantou „ucpaném nebo blokováném komínu“, 128 z 206 respondentů správně odpovědělo „nastartování vozidla v garáži“, ale pouze 32 z 206 respondentů odpovědělo správně variantu „grilování“, a pouze 17 z 206 respondentů odpověděl správně variantu „hoření dřeva v otevřeném krbu“.

Otázka č. 9: Kde nejčastěji vzniká oxid uhelnatý (více správných odpovědí)

- a) v koupelnách s průtokovým ohřívačem vody (karma)**
- b) v garážích**
- c) v dobře větraných prostorech
- d) ve výrobních halách nebo průmyslových provozech**

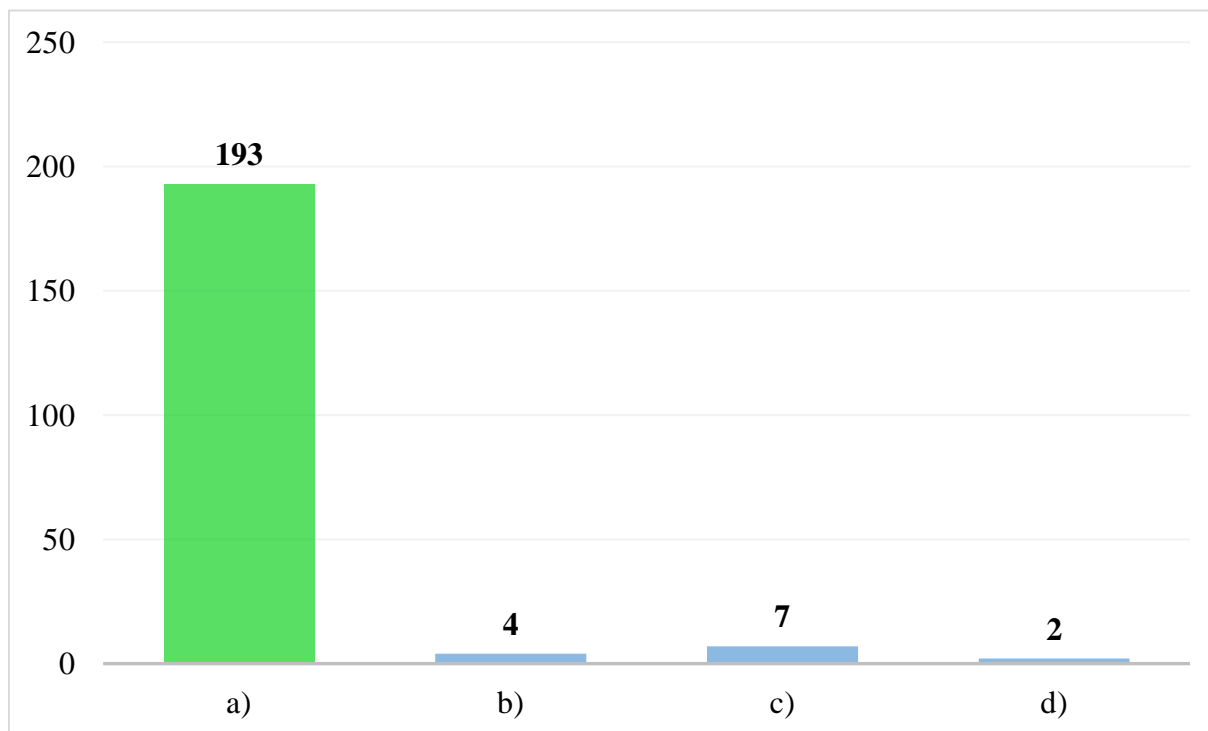


Graf č. 9 – Kde nejčastěji vzniká oxid uhelnatý, zdroj: vlastní

Graf 9 vyjadřuje, že na otázku č. 9 správně odpovědělo 104 respondentů z 206 s variantou „v koupelnách s průtokovým ohřívačem vody (karma)“, 93 z 206 respondentů správně odpovědělo „v garážích“ a 91 z 206 respondentů odpovědělo správně variantu „ve výrobních halách nebo průmyslových provozech“. Žádný respondent neodpověděl chybně variantu „v dobře větraných prostorech“.

Otázka č. 10: Jak se primárně dostává oxid uhelnatý do lidského organismu

- a) **inhalací (vdechnutím)**
- b) prostřednictvím potravy
- c) pokožkou
- d) kontaktem s kontaminovanou krví

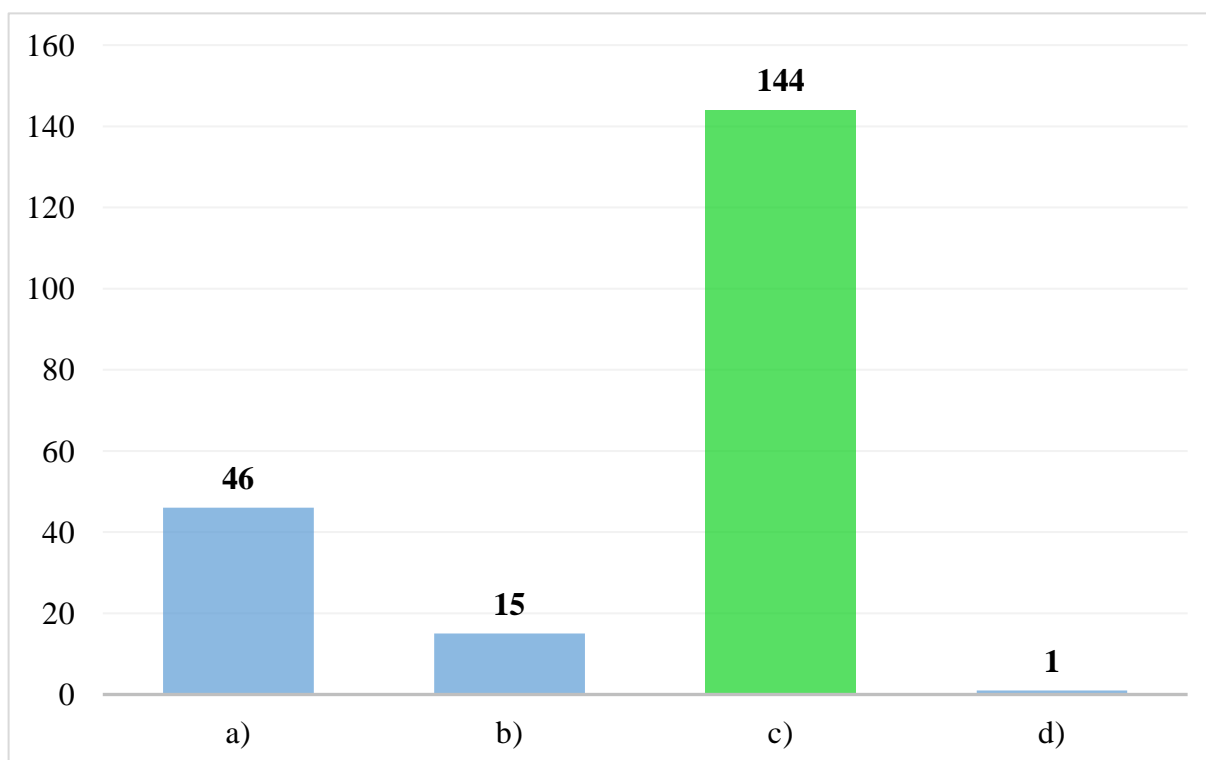


Graf č. 10 – Jak se primárně dostává oxid uhelnatý do lidského organismu, zdroj: vlastní

Graf 10 vyjadřuje, že na otázku č. 10 správně odpovědělo 193 respondentů s variantou „inhalací (vdechnutím)“. Naopak 7 respondentů odpovědělo chybně variantu „pokožkou“, 4 respondenti odpověděli chybně variantu „prostřednictvím potravy“ a dva respondenti odpověděli chybně variantu „kontaktem s kontaminovanou krví“.

Otázka č. 11: Proč je oxid uhelnatý nebezpečný

- a) je karcinogenní, může způsobit rakovinu plic
- b) napadá centrální nervovou soustavu
- c) **váže se pevně na červené krevní barvivo hemoglobin, brání přenosu kyslíku**
- d) způsobuje neplodnost

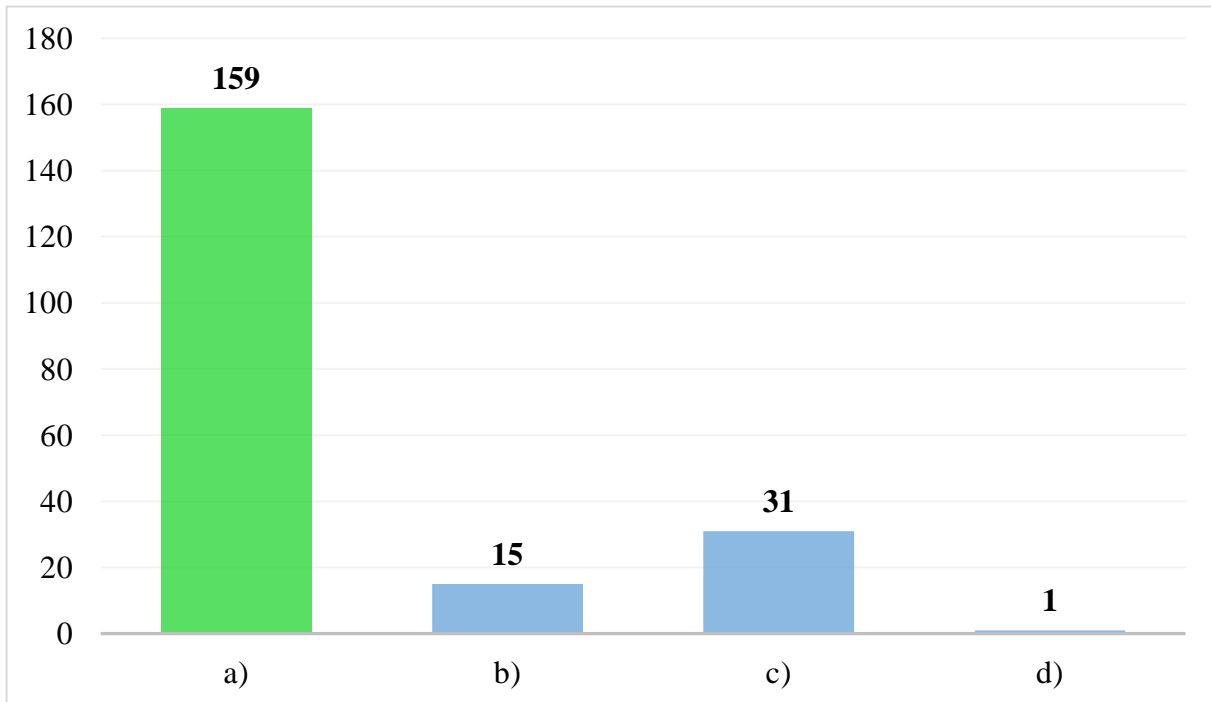


Graf č. 11 – Proč je oxid uhelnatý nebezpečný, zdroj: vlastní

Graf 11 vyjadřuje, že na otázku č. 11 správně odpovědělo 144 respondentů s variantou „váže se pevně na červené krevní barvivo hemoglobin, brání přenosu kyslíku“. Naopak 46 respondentů odpovědělo chybně variantu „je karcinogenní, může způsobit rakovinu plic“, 15 respondentů odpovědělo chybně variantu „napadá centrální nervovou soustavu“ a jeden respondent odpověděl chybně variantu „způsobuje neplodnost“.

Otázka č. 12: Co ovlivňuje účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus

- a) mimo jiného koncentrace oxidu uhelnatého ve vzduchu a celková doba expozice
- b) vzdálenost od zdroje oxidu uhelnatého
- c) množství hemoglobinu v těle
- d) přítomnost dalších osob v okolí

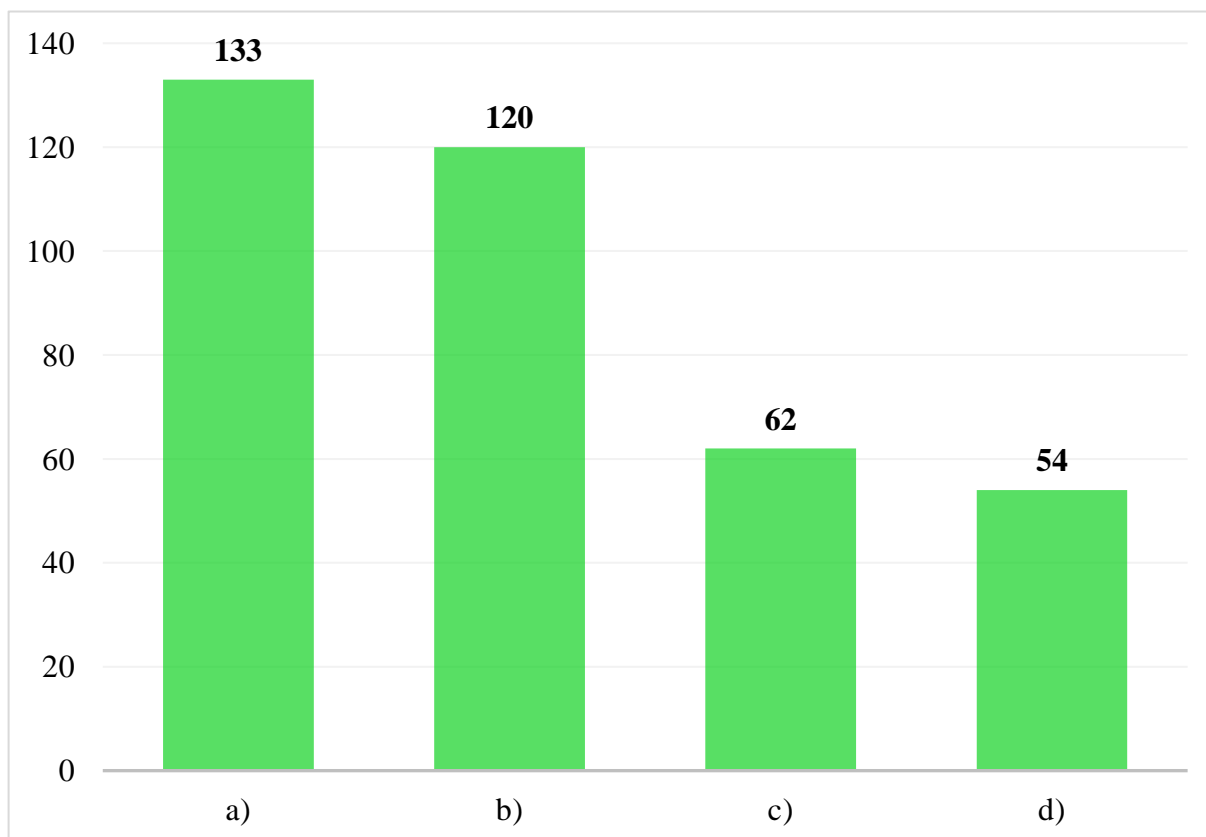


Graf č. 12 – Co ovlivňuje účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus, zdroj: vlastní

Graf 12 vyjadřuje, že na otázku č. 12 správně odpovědělo 159 respondentů s variantou „mimo jiného koncentrace oxidu uhelnatého ve vzduchu a celková doba expozice“. Naopak 31 respondentů odpovědělo chybně variantu „množství hemoglobinu v těle“, 15 respondentů odpovědělo chybně variantu „vzdálenost od zdroje oxidu uhelnatého“ a jeden respondent odpověděl chybně variantu „přítomnost dalších osob v okolí“.

Otázka č. 13: Jaké jsou příznaky otravy oxidem uhelnatým (více správných odpovědí)

- a) **bolest hlavy a nevolnost (spojená se zvracením)**
- b) **ztráta vědomí**
- c) **dušnost**
- d) **závratě**

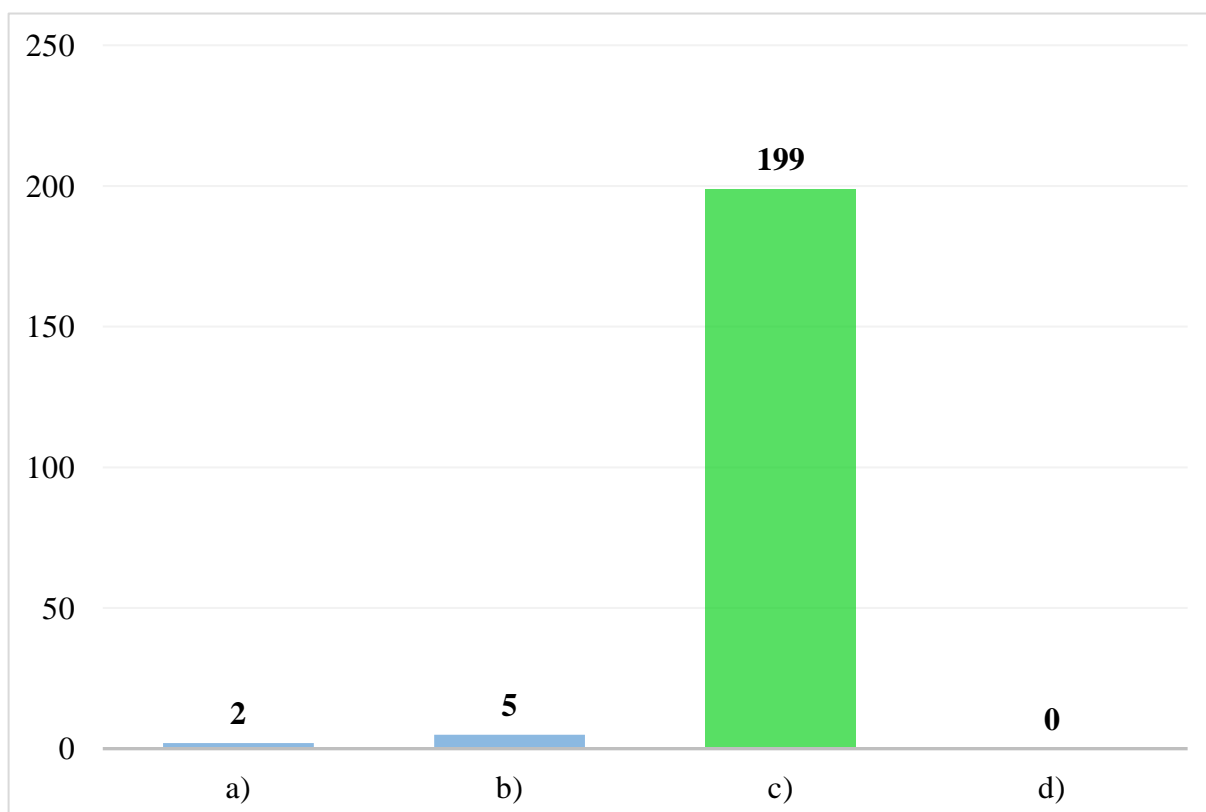


Graf č. 13 - Jaké jsou příznaky otravy oxidem uhelnatým, zdroj: vlastní

Graf 13 vyjadřuje, že na otázku č. 13 správně odpovědělo 133 respondentů z 206 s variantou „bolest hlavy a nevolnost (spojená se zvracením)“, 120 z 206 respondentů správně odpovědělo „ztráta vědomí“, ale pouze 62 z 206 respondentů odpovědělo správně variantu „dušnost“, a pouze 54 z 206 respondentů odpověděl správně variantu „závratě“.

Otázka č. 14: Jaká je první pomoc při otravě oxidem uhelnatým

- a) zajištění teplotního a klidového stavu osoby
- b) osobu zanechám v zamořeném prostoru a kontroluji životní funkce (tlak, tep..)
- c) vynesení osoby ze zamořeného prostoru, uvolnění dýchacích cest (pokud nedýchá masáž srdce)**
- d) podání dostatečného množství tekutin

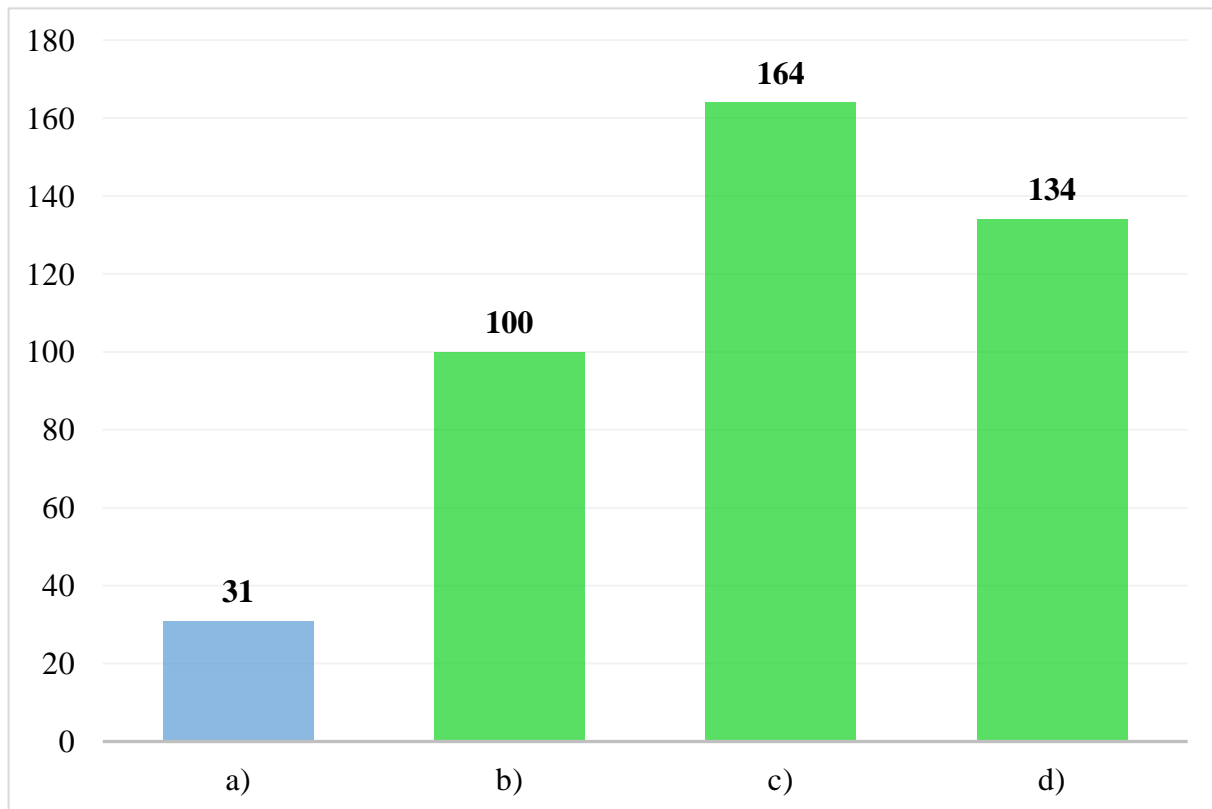


Graf č. 14 - Jaká je první pomoc při otravě oxidem uhelnatým, zdroj: vlastní

Graf 14 vyjadřuje, že na otázku č. 14 správně odpovědělo 199 respondentů s variantou „vynesení osoby ze zamořeného prostoru, uvolnění dýchacích cest (pokud nedýchá masáž srdce)“. Naopak pouze 5 respondentů odpovědělo chybně variantu „osobu zanechám v zamořeném prostoru a kontroluji životní funkce (tlak, tep..)“, 2 respondenti odpověděli chybně variantu „zajištění teplotního a klidového stavu osoby“. Žádný respondent neodpověděl chybně variantu „podání dostatečného množství tekutin“.

Otázka č. 15: Mezi prevencí otravy oxidem uhelnatým patří (více správných odpovědí)

- a) pořízení detektoru kouře
- b) pravidelné větrání v domácnosti
- c) pravidelná revize a údržba kotlů a komínů
- d) pořízení detektoru oxidu uhelnatého

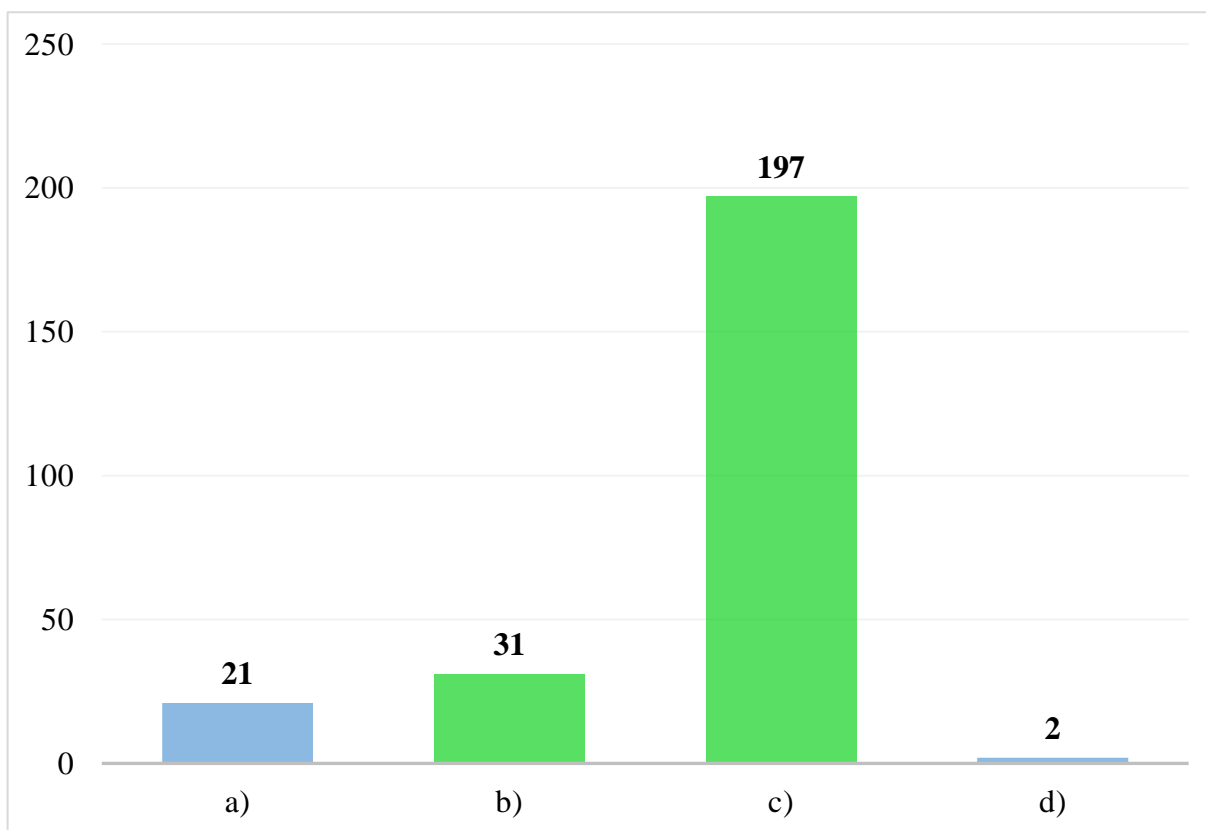


Graf č. 15 - Mezi prevencí otravy oxidem uhelnatým patří, zdroj: vlastní

Graf 15 vyjadřuje, že na otázku č. 15 správně odpovědělo 164 respondentů z 206 s variantou „pravidelná revize a údržba kotlů a komínů“, 134 z 206 respondentů správně odpovědělo „pořízení detektoru oxidu uhelnatého“ a 100 z 206 respondentů odpovědělo správně variantu „pravidelné větrání v domácnosti“. Naopak 31 z 206 respondentů odpovědělo chybně variantu „pořízení detektoru kouře“.

Otázka č. 16: Kde v domě správně umístit detektor oxidu uhelnatého (více správných odpovědí)

- a) ve sklepě
- b) v ložnici**
- c) v místnosti, kde může dojít k tvorbě oxidu uhelnatého (např. u plynového kotle)**
- d) na balkoně



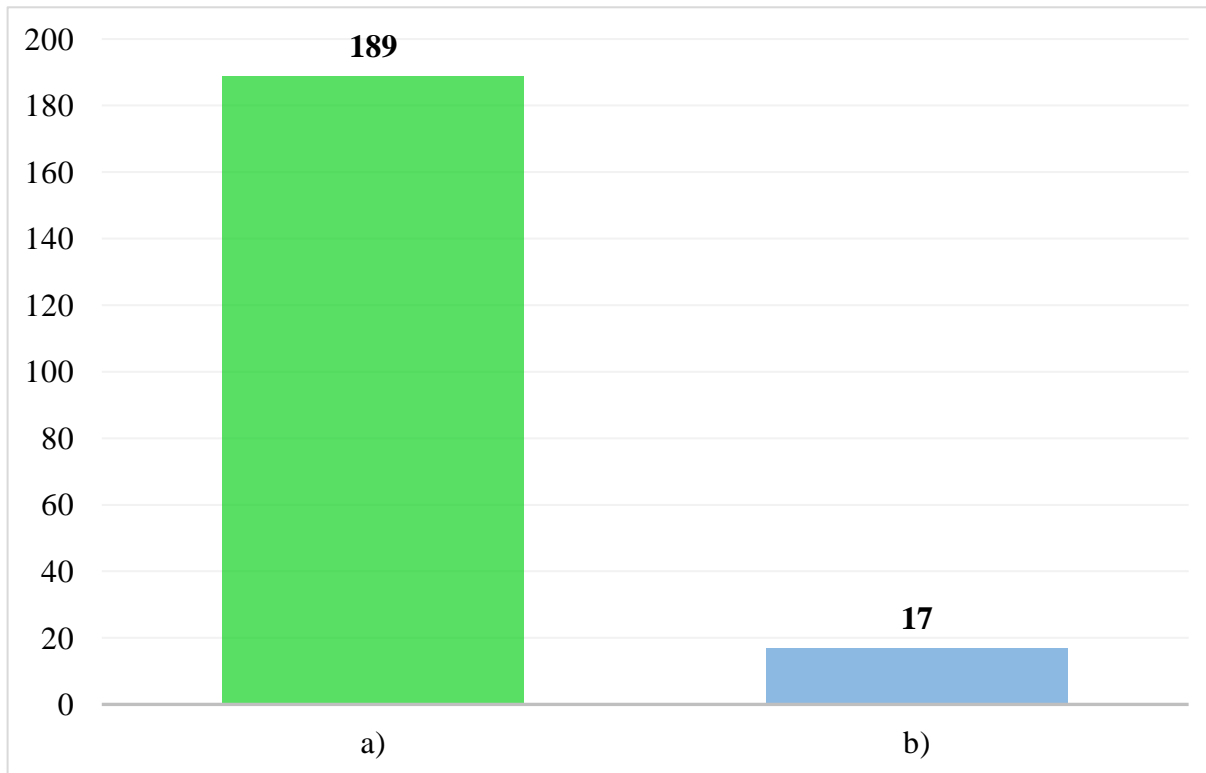
Graf č. 16 - Kde v domě správně umístit detektor oxidu uhelnatého, zdroj: vlastní

Graf 16 vyjadřuje, že na otázku č. 16 správně odpovědělo 197 respondentů z 206 s variantou „v místnosti, kde může dojít k tvorbě oxidu uhelnatého (např. u plynového kotle)“ ale pouze 31 z 206 respondentů správně odpovědělo „v ložnici“. Naopak 21 respondentů odpovědělo chybně variantu „ve sklepě“, a dva respondenti neodpověděli chybně variantu „na balkoně“.

Otázka č. 17: Je povinnost mít v domácnosti (objektu) detektor oxidu uhelnatého

a) **ne**

b) **ano**



Graf č. 17 - Je povinnost mít v domácnosti (objektu) detektor oxidu uhelnatého, zdroj: vlastní

Graf 17 vyjadřuje, že na otázku č. 17 správně odpovědělo 189 respondentů s variantou „ne“.

Naopak pouze 17 respondentů odpovědělo chybně variantu „ano“.

Analýza statistických údajů

V této části bakalářské práce jsou zanalyzovány statistické údaje k úmrtnosti na otravy oxidem uhelnatým v ČR, a to v podobě vyhodnocení každého roku od roku 2010 do současnosti. K zajištění přehlednosti jsou vypracovány tabulky. Závěrem budou analyzovaná data shrnuta v přehledném grafu pro porovnání jednotlivých roků.

Rok 2010

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
toxický účinek oxidu uhelnatého	muži	ženy	112
	94	18	

Tabulka č. 2 – příčina smrti rok 2010, zdroj: (ČSÚ, 2011)

Tabulka č. 2 vyjadřuje, že v roce 2010 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 112 osob, z toho bylo 94 mužů a 18 žen.

Rok 2011

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
toxický účinek oxidu uhelnatého	muži	ženy	113
	90	23	

Tabulka č. 3 – příčina smrti rok 2011, zdroj: (ČSÚ,2012)

Tabulka č. 3 vyjadřuje, že v roce 2011 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 113 osob, z toho bylo 90 mužů a 23 žen.

Rok 2012

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
toxický účinek oxidu uhelnatého	muži	ženy	100
	78	22	

Tabulka č. 4 – příčina smrti rok 2012, zdroj: (ČSÚ,2013)

Tabulka č. 4 vyjadřuje, že v roce 2012 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 100 osob, z toho bylo 78 mužů a 22 žen.

Rok 2013

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	74	19	93

Tabulka č. 5 – příčina smrti rok 2013, zdroj: (ČSÚ,2014)

Tabulka č. 5 vyjadřuje, že v roce 2013 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 93 osob, z toho bylo 74 mužů a 19 žen.

Rok 2014

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	56	19	75

Tabulka č. 6 – příčina smrti rok 2014, zdroj: (ČSÚ,2015)

Tabulka č. 6 vyjadřuje, že v roce 2014 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 75 osob, z toho bylo 56 mužů a 19 žen.

Rok 2015

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	61	22	83

Tabulka č. 7 – příčina smrti rok 2015, zdroj: (ČSÚ,2016)

Tabulka č. 7 vyjadřuje, že v roce 2015 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 83 osob, z toho bylo 61 mužů a 22 žen.

Rok 2016

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	53	24	77

Tabulka č. 8 – příčina smrti rok 2016, zdroj: (ČSÚ,2017)

Tabulka č. 8 vyjadřuje, že v roce 2016 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 77 osob, z toho bylo 53 mužů a 24 žen.

Rok 2017

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	70	9	79

Tabulka č. 9 – příčina smrti rok 2017, (ČSÚ,2018)

Tabulka č. 9 vyjadřuje, že v roce 2017 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 79 osob, z toho bylo 70 mužů a 9 žen.

Rok 2018

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	37	18	55

Tabulka č. 10 – příčina smrti rok 2018, zdroj: (ČSÚ,2019)

Tabulka č. 10 vyjadřuje, že v roce 2018 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 55 osob, z toho bylo 37 mužů a 18 žen.

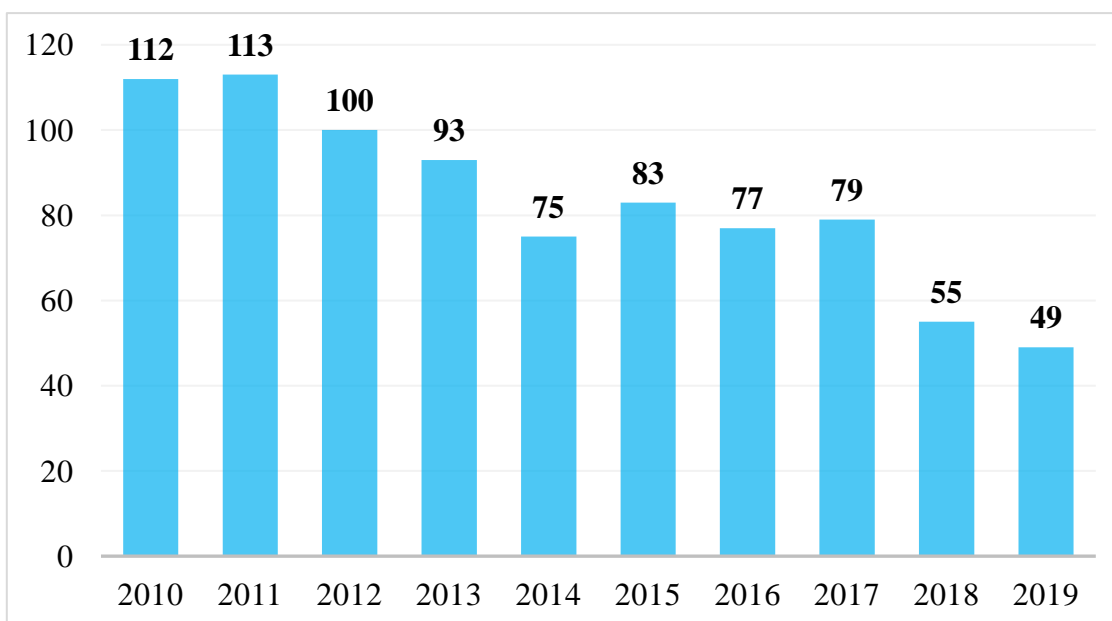
Rok 2019

příčina úmrtí	pohlaví		celkem
	muži	ženy	
toxický účinek oxidu uhelnatého	36	13	49

Tabulka č. 11 – příčina smrti rok 2019, (ČSÚ,2020)

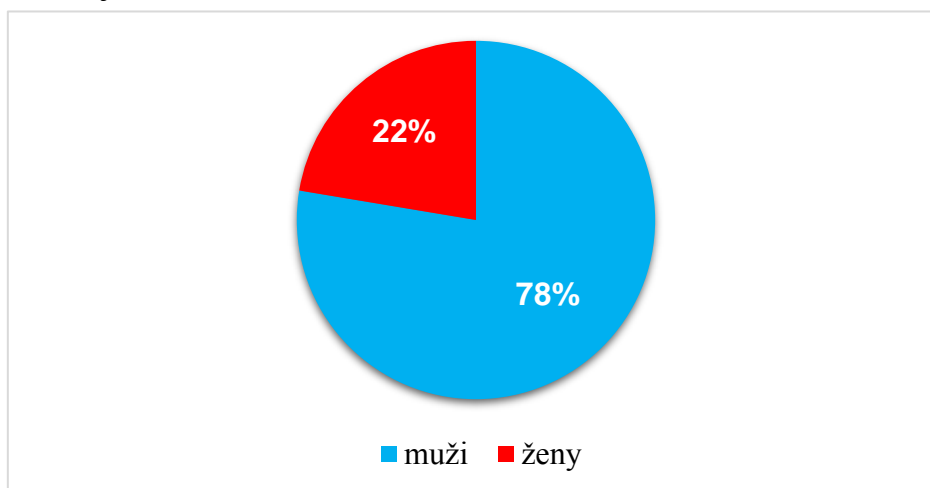
Tabulka č. 11 vyjadřuje, že v roce 2019 na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 49 osob, z toho bylo 36 mužů a 13 žen.

Celková analýza od roku 2010 do roku 2019



Graf č. 18 – celková analýza úmrtí na otravu CO dle jednotlivých roků, zdroj: (ČSÚ, 2020)

Z grafu č. 18 je patrné, že největší úmrtnost na toxický účinek oxidu uhelnatého byla v roce 2011 a to konkrétně s počtem 113 úmrtí. Naopak nejmenší úmrtnost na toxický účinek oxidu uhelnatého byla v roce 2019 a to konkrétně s počtem 49 úmrtí. Na rok 2020 nebyla prozatím statistika vydána. Obecně lze tedy prohlásit, že úmrtnost na toxický účinek oxidu uhelnatého má relativně klesající tendenci.



Graf č. 19 – znázornění úmrtí mužů a žen od roku 2010 do roku 2019, zdroj: (ČSÚ, 2020)

Z grafu č. 19 je patrné, že v úmrtnosti na toxické účinky oxidu uhelnatého jednoznačně převažují muži, a to konkrétně se 78 % a celkovým počtem 649 úmrtí. Naopak ženy v porovnání s muži v úmrtnosti na toxické účinky oxidu uhelnatého dosahují pouze 22 % s celkovým počtem 187 úmrtí. Je tedy jednoznačné, že muži umírají na toxické účinky oxidu uhelnatého více.

Analýza statistických údajů ZZS krajů

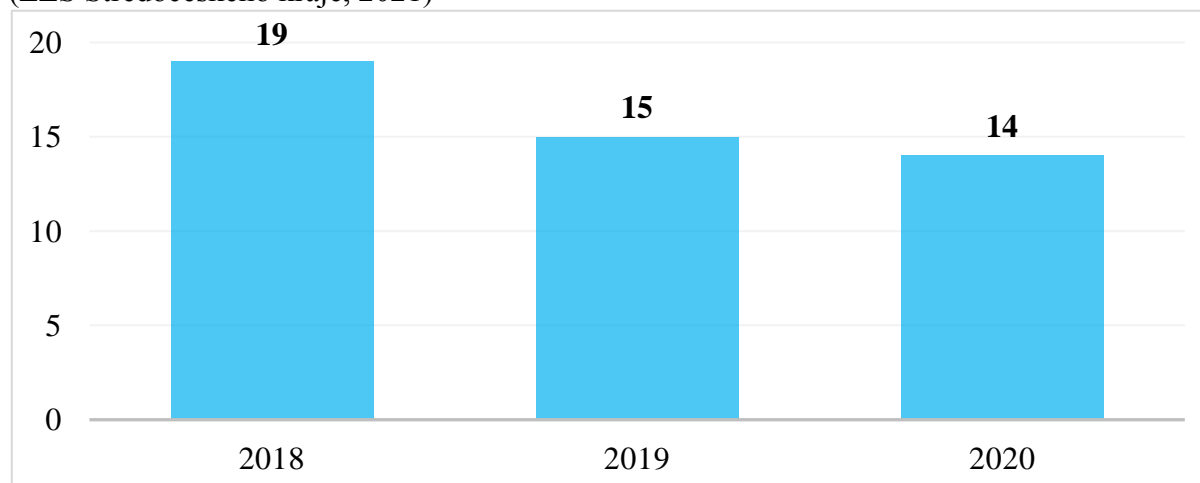
V této části bakalářské práce jsou zanalyzovány statistické údaje poskytnuté od náhodně vybraných ZZS krajů k ošetření (popřípadě transportu) osob do nemocničních zařízení na diagnózu T 58 – toxické účinky oxidu uhelnatého, a to v podobě vyhodnocení jednotlivých roků. Neexistuje jednotná statistika údajů v rámci ČR. K zajištění přehlednosti jsou vypracovány tabulky. Závěrem budou analyzovaná data u každého kraje shrnuta v přehledném grafu pro porovnání jednotlivých roků v rámci kraje. Dále budou porovnány jednotlivé ZZS podle jednotlivých let, a to konkrétně za rok 2018, 2019 a 2020.

ZZS Středočeského kraje

Statistická data byla ve Středočeském kraji získána od tiskové mluvčí ZZS Středočeského kraje, která byla velice ochotná a potřebná data vyhledala a v krátkém intervalu poskytla. Byla získána data od roku 2018 do roku 2020, kdy jiné roky bohužel z technických důvodů nebylo možno dohledat. Jednotlivé roky a případy jsou uvedeny v tabulce níže.

diagnóza	rok	počet osob
T 58 - toxické účinky oxidu uhelnatého	2018	19
	2019	15
	2020	14

Tabulka č. 12 - statistická data ZZS Středočeského kraje od roku 2018 do roku 2020, zdroj: (ZZS Středočeského kraje, 2021)



Graf č. 20 – porovnání jednotlivých roků ve Středočeském kraji, zdroj: (ZZS Středočeského kraje, 2021)

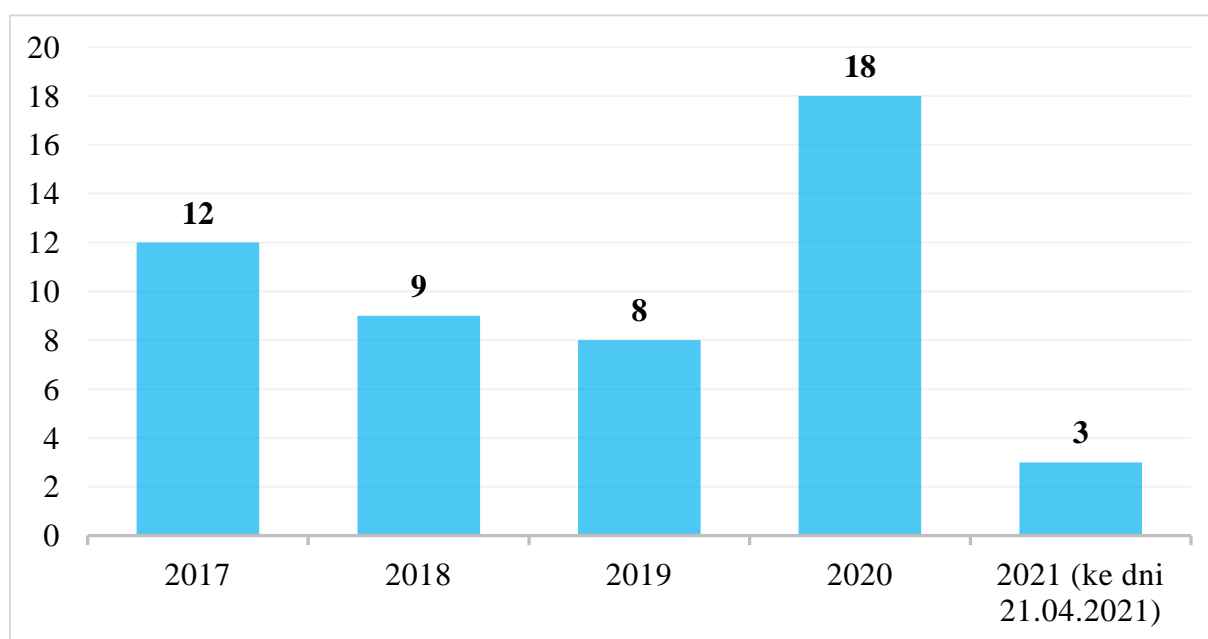
Z grafu č. 20 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo ve Středočeském kraji v roce 2018 a to konkrétně s počtem 19 případů. Naopak nejméně případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo ve Středočeském kraji roce 2020.

ZZS Karlovarského kraje

Statistická data byla získána od vedoucí vzdělávacího a výcvikového střediska, která byla velice ochotná a obratem potřebná data zaslala. Byla získána data od roku 2017 do současné doby, kdy jednotlivé roky a případy jsou uvedeny v tabulce níže.

diagnóza	rok	počet osob
T 58 - toxické účinky oxidu uhelnatého	2017	12
	2018	9
	2019	8
	2020	18
	2021 (ke dni 21.04.2021)	3

Tabulka č. 13 – statistická data ZZS Karlovarského kraje od roku 2017 do současnosti, zdroj: (ZZS Karlovarského kraje, 2021)



Graf č. 21 – porovnání jednotlivých roků v Karlovarském kraji, zdroj: (ZZS Karlovarského kraje, 2021)

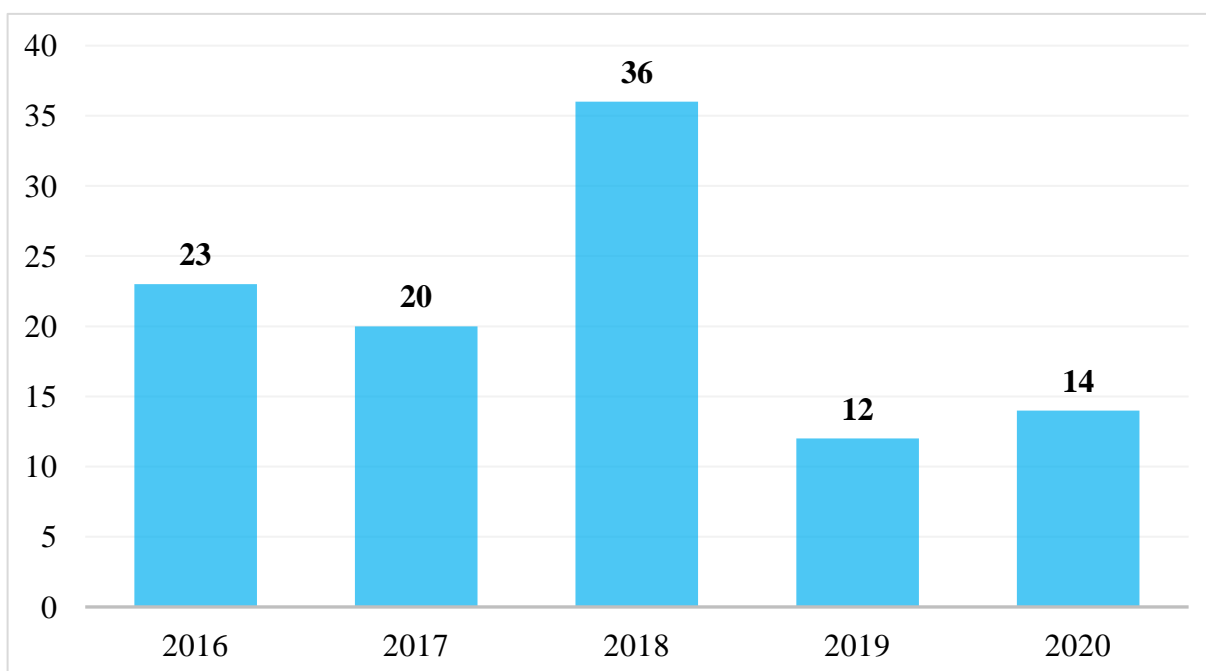
Z grafu č. 21 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo v Karlovarském kraji v roce 2020 a to konkrétně s počtem 18 případů. Naopak nejméně případů bylo v roce 2021, kdy však toto není směrodatné z důvodu, že data ještě nejsou úplná a nejméně případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo tedy v Karlovarském kraji v roce 2019 s počtem 8 případů.

ZZS kraje Vysočina

Statistická data byla získána od tiskového mluvčího ZZS kraje Vysočina, který byl velice ochotný a vstřícný, kdy potřebná data vyhledal a ve velmi krátkém intervalu poskytl. Byla získána data od roku 2016 do roku 2020. Počty se mohou mírně lišit v závislosti na uvedené hlavní diagnóze (ne vždy je uváděna hlavní diagnóza T 58). Jednotlivé roky a případy jsou uvedeny v tabulce níže.

diagnóza	rok	počet osob
T 58 - toxické účinky oxidu uhelnatého	2016	23
	2017	20
	2018	36
	2019	12
	2020	14

Tabulka č. 14 – statistická data ZZS kraje Vysočina od roku 2016 do roku 2020, zdroj: (ZZS kraje Vysočina, 2021)



Graf č. 22 – porovnání jednotlivých roků v kraji Vysočina, zdroj: (ZZS kraje Vysočina, 2021)

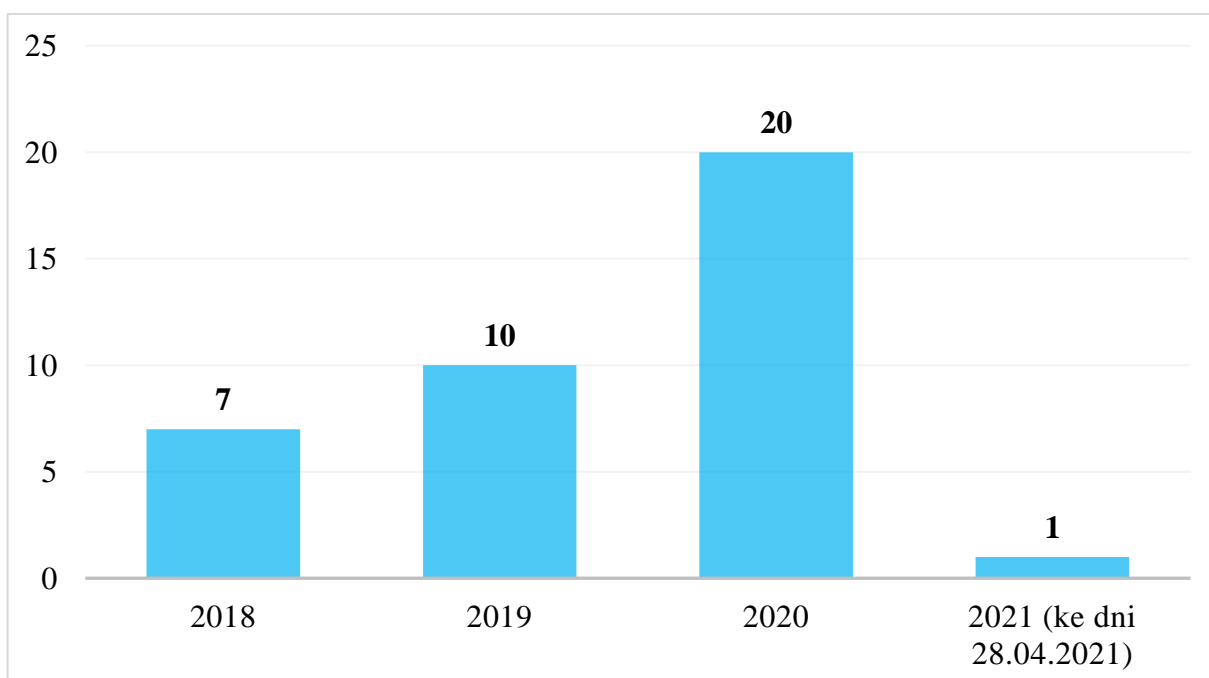
Z grafu č. 22 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo v kraji Vysočina v roce 2018 a to konkrétně s počtem 36 případů. Naopak nejméně případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo v kraji Vysočina v roce 2019 s počtem 12 případů.

ZZS Olomouckého kraje

Statistická data byla získána od vedoucí vzdělávacího a výcvikového střediska, která byla velice ochotná a obratem potřebná data zaslala. Byla získána data od roku 2018 do současné doby, kdy jednotlivé roky a případy jsou uvedeny v tabulce níže.

diagnóza	rok	počet osob
T 58 - toxické účinky oxidu uhelnatého	2018	7
	2019	10
	2020	20
	2021 (ke dni 28.04.2021)	1

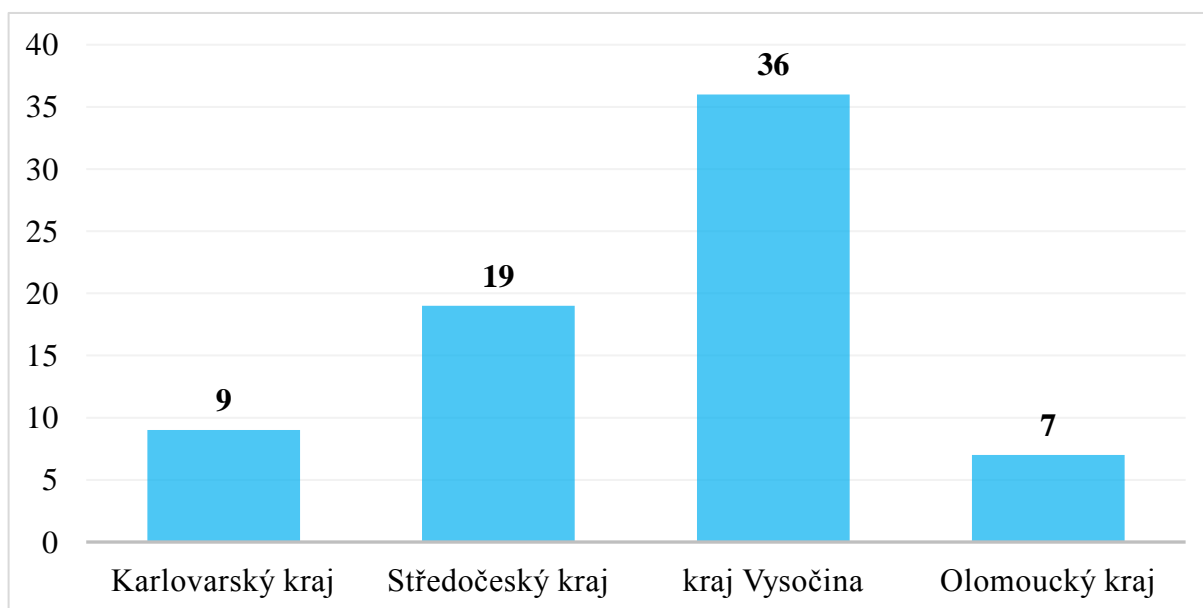
Tabulka č. 15 – statistická data ZZS Olomouckého kraje od roku 2018 do současnosti, zdroj: (ZZS Olomouckého kraje, 2021)



Graf č. 23 – porovnání jednotlivých roků v Olomouckém kraji, zdroj: (ZZS Olomouckého kraje, 2021)

Z grafu č. 23 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo v Olomouckém kraji v roce 2020 a to konkrétně s počtem 20 případů. Naopak nejméně případů bylo v roce 2021, kdy však toto není směrodatné z důvodu, že data ještě nejsou úplná a nejméně případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého bylo tedy v Olomouckém kraji v roce 2018 s počtem 7 případů.

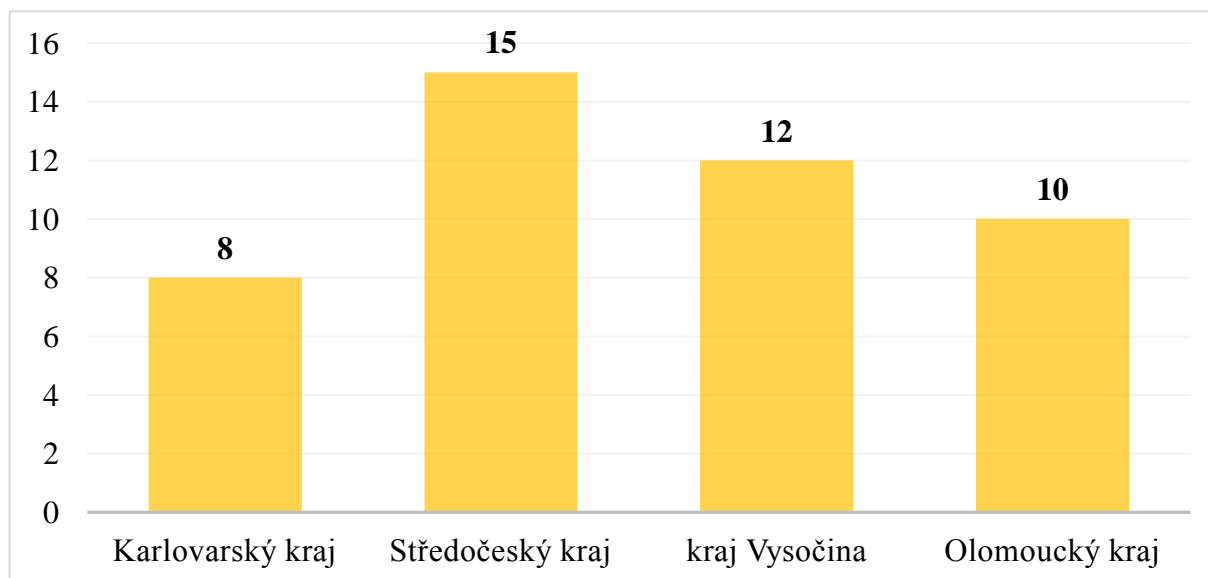
Porovnání ZZS za rok 2018



Graf č. 24 – porovnání ZZS za rok 2018, zdroj: (ZZS krajů, 2021)

Z grafu č. 24 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého z analyzovaných krajů bylo v roce 2018 v kraji Vysočina, a to konkrétně s počtem 36 případů naopak nejméně případů bylo v Olomouckém kraji s počtem 7 případů.

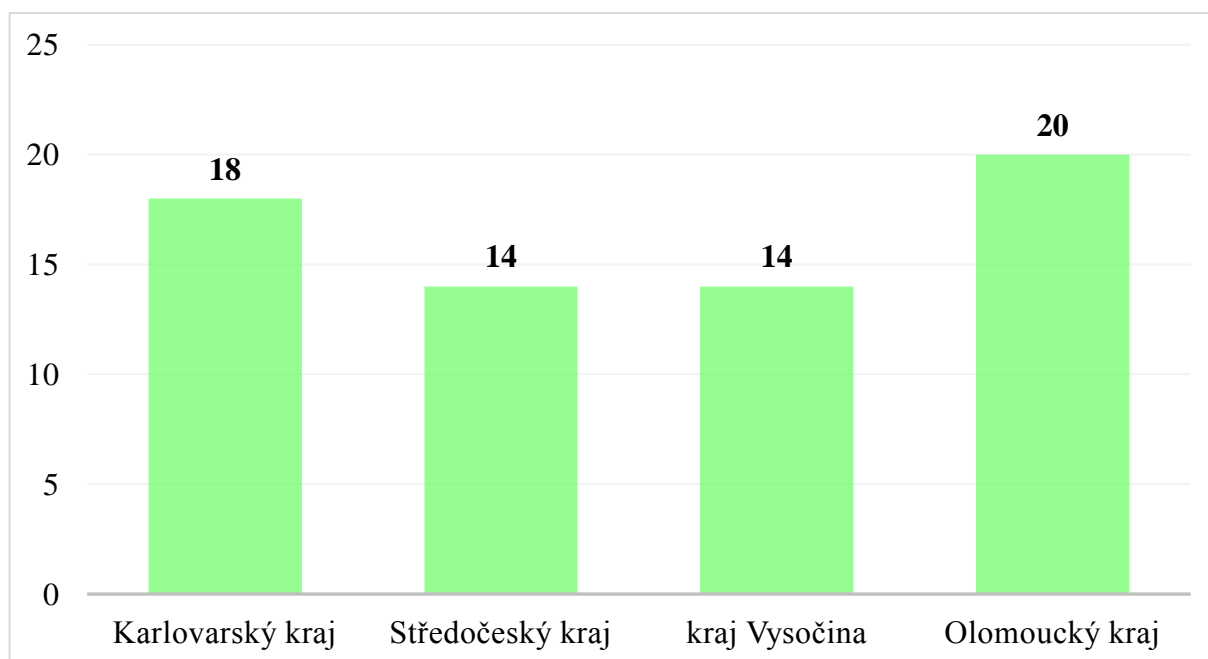
Porovnání ZZS za rok 2019



Graf č. 25 – porovnání ZZS za rok 2019, zdroj: (ZZS krajů, 2021)

Z grafu č. 25 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého z analyzovaných krajů bylo v roce 2019 ve Středočeském kraji, a to konkrétně s počtem 15 případů naopak nejméně případů bylo v Karlovarském kraji s počtem 8 případů.

Porovnání ZZS za rok 2020



Graf č. 26 – porovnání ZZS za rok 2020, zdroj: (ZZS krajů, 2021)

Z grafu č. 26 je patrné, že nejvíce případů s diagnózou T58 – toxické účinky oxidu uhelnatého z analyzovaných krajů bylo v roce 2020 v Olomouckém kraji, a to konkrétně s počtem 20 případů naopak nejméně případů bylo shodně ve Středočeském kraji a kraji Vysočina s počtem 14 případů.

14 Diskuze

Dotazníkové šetření

Dle grafického znázornění jednotlivých otázek dotazníku je patrné, že největší nedostatky respondentů tvoří otázka č. 6, která byla cílena na to, kde se bude CO v místnosti hromadit. Chybně odpovědělo celkem 126 respondentů (61 %) a pouze 80 respondentů (39 %) odpovědělo správně. 74 respondentů si myslelo, že CO se bude hromadit u stropu a 51 respondentů, že se bude hromadit u podlahy, kdy však toto není pravda, protože CO je přibližně stejně těžký jako vzduch, a proto bude v místnosti rovnoměrně rozptýlen.

Další otázkou, ve které respondenti nejvíce chybovali je otázka č. 8, která byla zaměřená na to, kdy může vznikat CO. V této otázce byly celkem 4 možné odpovědi, kdy všechny čtyři byly správné. 142 respondentů (69 %) odpovědělo správně, že při ucpaném nebo blokováném komínu, dále 128 respondentů (62 %) odpovědělo správně, že při nastartování vozidla v garáži, kdy však pouze 32 respondentů (15 %) odpovědělo správně, že při hoření dřeva v otevřeném krbu a pouze 17 respondentů (8 %) odpovědělo správně, že při grilování, kdy je potřeba si uvědomit, že CO může vznikat u každé z těchto uvedených činností a je tedy vždy třeba jednat obezřetně.

Třetí otázkou, kde respondenti nejvíce chybovali je otázka č. 9, která byla zaměřená na to, kde může nejčastěji vznikat CO. V této otázce byly celkem 4 možné odpovědi, kdy tři z nich byly správné. 104 respondentů (50 %) odpovědělo správně, že v místnostech s průtokovým ohříváčem vody (karmou), ale pouze 93 respondentů (45 %) odpovědělo správně, že ve výrobních halách a průmyslových provozech a jen 91 respondentů (44 %) odpovědělo správně, že v garážích. Výše uvedené správné odpovědi jsou místa, kde často dochází k tvorbě oxidu uhelnatého a je velice žádoucí se na tato místa zaměřit a vzniku oxidu uhelnatého předcházet.

Další z mého pohledu velice důležitou otázkou, ve které se také poměrně hodně chybovalo je otázka č. 13, která byla zaměřená na to, jaké jsou příznaky otravy CO. V této otázce byly celkem 4 možné odpovědi, kdy všechny čtyři byly správné. 133 respondentů (65 %) odpovědělo správně ztráta vědomí, 120 respondentů (58 %) odpovědělo správně bolest hlavy a nevolnost (spojená se zvracením), avšak pouze 62 respondentů (30 %) odpovědělo správně dušnost a 54 respondentů (26 %) odpovědělo správně závratě. Z mého pohledu je toto jedna z nejdůležitějších otázek v dotazníku a odpovědi na otázku jsou dle mého jednoznačně

nedostačující, protože je velice důležité, co nejdříve otravu rozpoznat, a právě závratě a bolest hlavy spojená se zvracením patří k prvotním příznakům otravy CO.

Další z určitého úhlu pohledu neuspokojivá otázka je otázka č. 16, která byla zaměřená na to, kde v domě správně umístit detektor oxidu uhelnatého. V této otázce byly celkem 4 možné odpovědi, kdy pouze dvě byly správné. Na jedné straně 197 respondentů (96 %) odpovědělo, že v místnosti, kde může dojít k tvorbě oxidu uhelnatého (např. u plynového kotle) ale na druhé straně pouze 31 respondentů (15 %) odpovědělo správně v ložnici. Umístění detektorů v domácnostech není dané zákonem, nicméně v místech, kde je předpoklad vzniku oxidu uhelnatého, by měl být v domácnosti minimálně jeden detektor umístěn v místě, kde může dojít k tvorbě CO např. u kotle a další v místě nejčastějšího výskytu osob v domě např. v již zmiňované ložnici, popřípadě v obývacím pokoji. Pořízení detektoru CO patří dle mého pohledu k velice důležitému prvku prevence otravy, protože sice tvorbě CO nezabrání ale dokáže na přítomnost CO včas upozornit a zachránit tímto lidské životy.

Další otázkou, ve které se nejvíce chybovalo je otázka č. 7, která byla zaměřená na to, kdy vzniká CO. V této otázce byly celkem 4 možné odpovědi, kdy pouze dvě byly správné. 169 respondentů (82 %) odpovědělo správně, že při špatném spalování v uzavřených prostorách, kde není trvalý přísun vzduchu ale pouze 46 respondentů (22 %) odpovědělo správně když je teplota spalování příliš nízká nebo když je čas hoření příliš krátký.

Poslední otázkou, u které se nejvíce chybovalo je otázka č. 15, která byla zaměřená na to, jaké jsou možnosti prevence otravy CO. V této otázce byly celkem 4 možné odpovědi, kdy tři z nich byly správné. 164 respondentů (80 %) odpovědělo správně pravidelná údržba a revize kotlů a komínů, 134 respondentů (65 %) odpovědělo správně pořízení detektoru oxidu uhelnatého ale pouze 100 respondentů (49 %) odpovědělo správně pravidelné větrání v domácnosti. Prevence vzniku oxidu uhelnatého je velice důležitá, kdy je důležité nebrat jí na lehkou váhu a co nejvíce se snažit vzniku CO předejít.

Obecně mohu vzhledem k výše uvedenému prohlásit, že otázky, u kterých nebyla u správných odpovědí úspěšnost respondentů více jak 50 % (minimálně 103 respondentů) lze znalost problematiky oxidu uhelnatého považovat za nedostatečnou.

Naopak otázky, u kterých byla úspěšnost respondentů minimálně 70 % a více lze považovat za dostatečné, mezi tyto otázky patří otázka č. 11, která byla zaměřená na to, proč je CO nebezpečný, kdy 144 respondentů (70 %) odpovědělo správně. Dále sem patří otázka č. 12,

kteřá byla zaměřená na to, co ovlivňuje účinky, kdy 159 respondentů (77 %) odpovědělo správně a otázka č. 4, kteřá byla zaměřená na to, jaký má CO zápach, kdy 162 respondentů (79 %) odpovědělo správně.

Mezi otázky, které byly vyhodnoceny jako nejlépe zodpovězené jednoznačně patří otázka č. 5, kteřá byla zaměřená na to, jakou má CO barvu, kdy 185 respondentů (90 %) odpovědělo správně, otázka č. 17, kteřá byla zaměřená na to, zda je povinnost mít v domácnosti (objektu) detektor oxidu uhelnatého, kdy 189 respondentů (92 %) odpovědělo správně, otázka č. 10, kteřá byla zaměřená na to, jak se primárně dostává CO do lidského organismu, kdy 193 respondentů (94 %) odpovědělo správně, otázka č. 3, kteřá byla zaměřená na to, jakého skupenství je CO, kdy 198 respondentů (96 %) odpovědělo správně a nejlépe zodpovězená otázka byla otázka č. 14, kteřá byla zaměřená na to, jaká je první pomoc při otravě CO, kdy 199 respondentů (97 %) odpovědělo správně.

Výsledky dotazníkového šetření bych zhodnotil tak, že některé otázky z dotazníku široká veřejnost zná a rozumí dané problematice, nicméně v některých otázkách jednoznačně převažuje neznalost veřejnosti. Podle mého názoru má veřejnost o problematice CO nedostatek znalostí, popřípadě hrozbě CO nepřikládají takovou důležitost. Dalším nedostatkem je, že si lidé neuvědomují, že CO může vznikat i při běžných činnostech jako je např. grilování, hoření dřeva v otevřeném krbu, parkování vozidla v garáži atd. Velice důležitá je také problematika zabývající se prevencí vzniku CO, zejména pravidelná údržba a revize kotlů a komínů, zajištění dostatečného přívodu vzduchu ke kotli a v neposlední řadě také pořízení detektoru oxidu uhelnatého. Myslím, že je potřeba se problematice zabývající se CO více věnovat a cíleně se zaměřit na výchovné činnosti, které přispějí k vyšší znalosti veřejnosti.

Výzkumnou otázku lze vyhodnotit takto: Mezi možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým jednoznačně patří znalost fyzikálních vlastností oxidu uhelnatého, dále znalost, kde, za jakých okolností, a při jakých činnostech může CO vznikat, aby se vzniku CO dalo snáze předejít, v neposlední řadě je velmi důležité znát příznaky otravy CO, aby mohlo dojít ke správnému rozpoznání otravy CO. Velice důležitá je také prevence vzniku CO, mezi kterou patří pravidelná údržba a revize kotlů a komínů, zajištění dostatečného přívodu vzduchu ke kotli a také pořízení detektoru CO (minimálně dva v domácnosti, jeden k místu možného vzniku CO a druhý do místa nejčastějšího výskytu osob v domácnosti, např. do ložnice nebo obývacího pokoje. Také je nutné dodržovat zásady, mezi které např. patří nerozdělávat oheň v uzavřených prostorách, nenechávat v uzavřených místnostech nastartovaná vozidla nebo zařízení se

spalovacím motorem (např. sekačky, pily..). Velmi důležitá je také metodicky vzdělávací činnost ve školách a mezi širokou veřejností.

Statistické šetření k úmrtnosti osob na toxické účinky CO

Dle grafického znázornění statistických údajů k úmrtnosti na otravy oxidem uhelnatým v ČR, od roku 2010 do roku 2020 je patrné, že jednoznačně největší úmrtnost na toxický účinek oxidu uhelnatého byla v roce 2011 a to konkrétně s počtem 113 úmrtí, následoval rok 2010 s počtem 112 úmrtí a třetí nejhorší rok v úmrtnosti na toxický účinek oxidu uhelnatého byl rok 2012 s počtem 100 úmrtí. Naopak nejmenší úmrtnost na toxický účinek oxidu uhelnatého byla jednoznačně v roce 2019 a to konkrétně s počtem 49 úmrtí, následoval rok 2018 s počtem 55 úmrtí a třetí nejlepší rok v úmrtnosti na toxický účinek oxidu uhelnatého byl rok 2014 s počtem 75 úmrtí. Na rok 2020 nebyla prozatím statistika vydána. Obecně lze tedy prohlásit, že úmrtnost na toxický účinek oxidu uhelnatého má relativně klesající tendenci až na rok 2011 s počtem 113 úmrtí, kde došlo k nárůstu oproti roku 2010 o 1 úmrtí, rok 2015 s počtem 85 úmrtí, kde došlo k nárůstu oproti roku 2014 o 8 úmrtí a na rok 2017 s počtem 79 úmrtí, kde došlo k nárůstu oproti roku 2016 o 2 úmrtí. Dále bylo graficky porovnáno úmrtí mužů v porovnání s ženami, kdy z analyzovaného období od roku 2010 do 2019 vyplynulo, že mužů na toxický účinek oxidu uhelnatého zemřelo celkem 649 (78 %) a žen 187 (22 %). Úmrtí mužů tedy jednoznačně převyšuje nad úmrtím žen.

Statistické šetření k toxickým účinkům CO v rámci vybraných ZZS krajů

Dle grafického znázornění statistických údajů od náhodně vybraných ZZS krajů k ošetření (popřípadě transportu) osob do nemocničních zařízení na diagnózu T 58 – toxické účinky oxidu uhelnatého vyplynulo, že v určeném jednotném období od roku 2018 do roku 2020 bylo celkem ve vybraných krajích diagnostikováno 182 osob na diagnózu T 58 – toxické účinky oxidu uhelnatého, z toho v roce 2018 bylo diagnostikováno 71 osob, v roce 2019 bylo diagnostikováno 45 osob a v roce 2020 bylo diagnostikováno 66 osob. V roce 2018 byla nejhorší situace v kraji Vysočina s počtem 36 případů naopak nejlepší situace byla v Olomouckém kraji s počtem 7 případů. V roce 2019 byla nejhorší situace ve Středočeském kraji s počtem 15 případů naopak nejlepší situace byla v Karlovarském kraji s počtem 8 případů. V roce 2020 byla nejhorší situace v Olomouckém kraji s počtem 20 případů naopak nejlepší situace byla shodně v kraji Vysočina a Středočeském kraji s počtem 14 případů.

15 Závěr

Tato bakalářská práce je zaměřena na možnosti snížení rizika otrav oxidem uhelnatým. Cílem práce bylo nalézt možnosti snížení rizika otrav CO a komplexně s problematikou spojenou s CO seznámit širokou veřejnost. Cíl práce byl splněn, kdy návrh možností snížení rizika otrav CO byl zpracován v přehledné tabulce a je přiložen jako příloha B v bakalářské práci.

Po celkové analýze dotazníkového šetření byl vyvozen závěr, že znalost veřejnosti o problematice CO není dostatečná, kdy veřejnost obecně hrozbě CO nepřikládá takovou důležitost. Dalším nedostatkem je, že si lidé neuvědomují že CO může vznikat i při běžných činnostech. Z tohoto důvodu byl vytvořen návrh možností snížení rizika otrav CO, který vycházel z výsledků dotazníkového šetření. Po zhodnocení statistických údajů k úmrtnosti na toxické účinky CO lze konstatovat, že úmrtnost má relativně klesající tendenci a jednoznačně převyšuje úmrtí mužů nad ženami. Z vyhodnocených údajů od vybraných ZZS krajů k ošetření (transportu) osob do nemocničních zařízení s diagnózou T 58 – toxické účinky oxidu uhelnatého vyplynulo, že mezi případy a jednotlivými kraji není žádná přímá úměrnost, kdy se nedá přesně specifikovat, zda komplexně dochází k poklesu nebo nárůstu, protože se to u každého kraje liší.

Výzkumná otázka byla provedeným výzkumem zodpovězena, že mezi možnosti snížení rizika otrav CO patří znalost fyzikálních vlastností oxidu uhelnatého, znalost kde, za jakých okolností a při jakých činnostech může CO vznikat, znalost příznaků otravy CO, prevence vzniku a v neposlední řadě také metodicky vzdělávací činnost ve školách a mezi širokou veřejností.

Bakalářská práce byla zpracována tak, aby čtenář po jejím přečtení měl základní přehled o vlastnostech oxidu uhelnatého, o jeho zdrojích, o účincích na lidský organismus, o příznacích, diagnóze a léčbě otravy, o první pomoci při otravě, ale také o detekci CO a o prevenci vzniku otravy CO. Výsledky práce budou nabídnuty k využití zúčastněným ZZS krajů a HZS ČR.

Použitá literatura

BARTŮNĚK, Petr, Dana JURÁSKOVÁ, Jana HECZKOVÁ a Daniel NALOS, ed. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče*. Praha: Grada Publishing, 2016. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-4343-1

BENEŠOVÁ, Marika, Erna PFEIFEROVÁ a Hana SATRAPOVÁ. *Odmaturuj! z chemie*. 2., přeprac. vyd. Brno: Didaktis, 2014. ISBN 978-80-7358-232-6

BEZPEČNOST PRÁCE.INFO, portál o bezpečnosti práce (BOZP) a požární ochraně (PO), *Oxid uhelnatý. Jak předejít otravě, první pomoc, detektor a čidla*. [online]. Copyright © 2013 [cit. 06.03.2021]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostprace.info/rizika/oxid-uhelnaty-jak-predejti-otrave-prvni-pomoc-detektor/>

BEZPEČNOSTNÍ TABULKY. První pomoc při otravě oxidem uhelnatým - obrázek [online]. © 2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.tabulky.eu/pokyny-prvni-pomoci/prvni-pomoc-pri-otrave-oxidem-uhelnatym/>

BURIŠIN, Miroslav. *Evropská norma pro detekci oxidu uhelnatého v obytných budovách, karavanech a na lodích*, dostupné online, 2014 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/11591-nova-evropska-norma-pro-detekci-oxidu-uhelnateho-v-obytnych-budovach-karavanech-a-na-lodich>

CARLSEN, John. *What Does a Carbon Monoxide Detector Do and How Does it Work?*, dostupné online, February 22, 2021 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.safewise.com/home-security-faq/carbon-monoxide-detector/>

Casillas S, Galindo A, Camarillo-Reyes LA, Varon J, Surani SR, *Effectiveness of Hyperbaric Oxygenation Versus Normobaric Oxygenation Therapy in Carbon Monoxide Poisoning: A Systematic Review*, Cureus., Published 2019 Oct 15, dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31788375/>

ČESKÁ SPOLEČNOST HYPERBARICKÉ A LETECKÉ MEDICÍNY ČLS JEP. Seznam HBO komor na území ČR - obrázek [online]. © 2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.cshlm.cz/seznam-pracovist>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Demografická ročenka ČR od roku 2010 do roku 2019 [online]. 2011-2020 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/demograficka-rocenka-cr-2010-wg5imclir9>

GROSSMAN-COOPER, Anna. *Carbon Monoxide: A Bibliography with Abstracts*. Public Health Bibliography Series – Vydání 68. United States: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, 1966

HÁJEK, Michal. *Diagnostický a léčebný standard otravy oxidem uhelnatým*. Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny, ČLS JEP, 2009. ISSN 1212-1924

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, *Nebezpečné chemické látky*. Hasičský záchranný sbor České republiky [online]. Copyright © 2020 [cit.03.02.2021]. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/docDetail.aspx?docid=21696875&doctype=ART&chnum=2#Oxid_uhelnaty

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR KRÁLOVÉHRADECKÉHO KRAJE. Hasiči vyzkoušeli nový přístroj na měření oxidu uhelnatého v krvi v praxi - obrázek [online]. © 2021 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasici-vyzkoušeli-novy-pristroj-na-mereni-oxidu-uhelnateho-v-krvi-v-praxi.aspx>

HIRT, Miroslav a František VOREL. *Soudní lékařství II. díl*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0268-6

HP TRONIC. Detektor oxidu uhelnatého Honeywell XC100D-CS - obrázek [online]. © 2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.euronics.cz/detektor-oxidu-uhelnateho-honeywell-xc100d-cs-hnlxc100dcs/p438222/#popis>

HP TRONIC. Detektor oxidu uhelnatého Honeywell XC70-CSSK-A - obrázek [online]. © 2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.euronics.cz/detektor-oxidu-uhelnateho-honeywell-xc70-cssk-a-alarm-scan-hnlxc70csska/p535090/>

KASSA, Jiří. *Toxikologické aspekty medicíny katastrof: učební text pro vysokoškolskou výuku*. V Hradci Králové: Univerzita obrany, 2006. ISBN 80-85109-89-1

Kinoshita H, Türkan H, Vucinic S, Naqvi S, Bedair R, Rezaee R, Tsatsakis A, *Carbon monoxide poisoning*, Toxicology Reports, Volume 7, 2020, Pages 169-173, ISSN 2214-7500, dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750019305864>

KLENER, Pavel. *Vnitřní lékařství*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-705-9

KOPÁČEK, Petr. *Vyhláška 23/2008 - Požáry v domácnostech*. Hasičský záchranný sbor České republiky [online]. Copyright © 2021 [cit. 08.04.2021]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/nejtragictejsi-nasledky-maji-pozary-v-domacnostech-jak-svou-domacnost-proti-pozaru-zabezpecit.aspx>

LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Martin WEHLING. *Farmakologie a toxikologie*. Vyd. 2. české. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0836-1

MIRONET. Google Nest Protect Wireless – bateriové kouřové a CO čidlo - obrázek [online]. © 2019 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.mironet.cz/google-nest-protect-wireless-bateriove-kourove-a-co-cidlo+dp307544/>

NATIONAL MUSEUM OF AMERICAN HISTORY. Miner's Safety Lamp – obrázek [online]. 2015 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_872280

NOVÁK, Ivo. Tichý zabiják oxid uhelnatý - obrázek [online]. Zdravotnická záchranná služba Královéhradeckého kraje, 2018 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.zzskhk.cz/cs/tichy-zabijak-oxid-uhelnaty#>

OBROUČKA, Karel. *Ochrana ovzduší I.: (zdroje a látky znečišťující ovzduší)*. Ostrava: Vysoká škola podnikání, 2003. ISBN 80-86764-00-1

PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada, 2004. ISBN 8024706083

PELCLOVÁ, Daniela. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., dopl. vyd. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2597-3

PENNEY, David G., ed. *Carbon Monoxide Toxicity*. Boca Raton: CRC Press, 2000. ISBN 9780429122019, DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420039320>

PENNEY, David G., ed. *Carbon Monoxide*. Boca Raton: CRC Press, 1996. ISBN 9780429260674, DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429260674>

PROFESIONÁLNÍ PROTIPOŽÁRNÍ SYSTÉMY, Detektor oxidu uhelnatého - uživatelská příručka [online]. Copyright © 2009 [cit. 17.03.2021]. Dostupné z: <http://www.protipozarni-systemy.com/file/p19.pdf>

Rose JJ, Wang L, Xu Q, McTiernan CF, Shiva S, Tejero J, Gladwin MT, *Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy*. Am J Respir Crit Care Med, 2017 Mar 1, Pages 398-399, dostupné z: <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/rccm.201606-1275CI>

SAFE HOME EUROPE. Co je oxid uhelnatý? - obrázky [online]. Copyright © 2019 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <http://www.oxiduhelnaty.cz/co-je-oxid-uhelnaty/>

SIMON CHAPMAN. The Canadian canary in the teenage vaping coalmine-obrázek [online]. 2019 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://simonchapman6.com/2019/06/28/the-canadian-canary-in-the-teenage-vaping-coalmine/>

SOUČEK, Miroslav, Jindřich ŠPINAR a Jiří VORLÍČEK, ed. *Vnitřní lékařství*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-210-5418-9

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, *Oxid uhelnatý*. SZÚ [online]. Copyright © 2007 [cit. 03.02.2021]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/cely-clanek-1>

STREBLOVÁ, Eva. *Souhrnné texty z chemie: pro přípravu k přijímacím zkouškám (přirodovědné obory, lékařství)*. 3., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 9788024621357

Stucki D, Stahl W, *Carbon monoxide – beyond toxicity?*, Toxicology Letters, Volume 333, 2020, Pages 251-260, ISSN 0378-4274, dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.08.010>

ŠAFR, Gustav, ed. *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru II*. Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0722-8

ŠEVČÍK, Pavel a Martin MATĚJOVIČ, ed. *Intenzivní medicína*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2014. ISBN 978-80-7492-066-0

ŠEVELA, Kamil a Pavel ŠEVČÍK. *Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3146-9

ŠTEFAN, Jiří a Jiří HLADÍK. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Praha: Grada, 2012. ISBN 9788024735948

ŠTĚTINA, Jiří. *Medicína katastrof a hromadných neštěstí*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-688-9

UBLOVÁ, Michaela. *Intoxikace oxidem uhelnatým*. [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/equaxq/> Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Lékařská fakulta.

ÚSTAV LETECKÉHO ZDRAVOTNICTVÍ PRAHA, *Hyperbarická oxygenoterapie* [online]. Copyright © 2021 [cit. 07.03.2021]. Dostupné z: <http://www.ulz.cz/cz/hyperbaricka-oxygenoterapie/oddeleni/hyperbaricka-oxygenoterapie>

ZADÁK, Zdeněk a Eduard HAVEL. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. 2., doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0282-2

ZDRAVOTNICKÉ ZAŘÍZENÍ MINISTERSTVA VNITRA, *První pomoc při otravách*. [online]. Copyright © 2020 [cit. 06.03.2021]. Dostupné z: <https://www.zzmv.cz/prvni-pomoc-pri-otravach>

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Ostravská klasifikace.....	str. 20
Tabulka č. 2 - příčina smrti rok 2010.....	str. 53
Tabulka č. 3 - příčina smrti rok 2011.....	str. 53
Tabulka č. 4 - příčina smrti rok 2012.....	str. 53
Tabulka č. 5 - příčina smrti rok 2013.....	str. 54
Tabulka č. 6 - příčina smrti rok 2014.....	str. 54
Tabulka č. 7 - příčina smrti rok 2015.....	str. 54
Tabulka č. 8 - příčina smrti rok 2016.....	str. 54
Tabulka č. 9 - příčina smrti rok 2017.....	str. 55
Tabulka č. 10 - příčina smrti rok 2018.....	str. 55
Tabulka č. 11 - příčina smrti rok 2019.....	str. 55
Tabulka č. 12 - statistická data ZZS Středočeského kraje od roku 2018 do roku 2020.....	str. 57
Tabulka č. 13 - statistická data ZZS Karlovarského kraje od roku 2017 do současnosti....	str. 58
Tabulka č. 14 - statistická data ZZS kraje Vysočina od roku 2016 do roku 2020.....	str. 59
Tabulka č. 15 - statistická data ZZS Olomouckého kraje od roku 2018 do současnosti....	str. 60

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - kanárek sloužící k ochraně horníků.....	str. 12
Obrázek č. 2 - petrolejová lampa používaná v dolech.....	str. 12
Obrázek č. 3 - zdroje CO v domácnosti.....	str. 16
Obrázek č. 4 - cesta vstupu oxidu uhelnatého do lidského organismu.....	str. 17
Obrázek č. 5 - příznaky otravy CO.....	str. 19

Obrázek č. 6 - přenosný pulzní CO Oxymetr.....	str. 23
Obrázek č. 7 - první pomoc při otravě CO.....	str. 24
Obrázek č. 8 - seznam pracovišť s HBO v ČR s počtem míst.....	str. 26
Obrázek č. 9 - vývojový diagram diagnostiky a léčby otravy CO.....	str. 27
Obrázek č. 10 - detektor CO s displejem.....	str. 31
Obrázek č. 11 - detektor CO bez displeje.....	str. 31
Obrázek č. 12 – moderní kombinovaný detektor kouře a CO.....	str. 31

Seznam grafů

Graf č. 1 - Věk respondentů.....	str. 37
Graf č. 2 - Pohlaví respondentů.....	str. 37
Graf č. 3 - Jakého skupenství je oxid uhelnatý.....	str. 38
Graf č. 4 - Jaký má oxid uhelnatý zápach.....	str. 39
Graf č. 5 - Jakou má oxid uhelnatý barvu.....	str. 40
Graf č. 6 - Kde se bude v místnosti oxid uhelnatý hromadit.....	str. 41
Graf č. 7 - Kdy vzniká oxid uhelnatý.....	str. 42
Graf č. 8 - Oxid uhelnatý může vznikat při.....	str. 43
Graf č. 9 - Kde nejčastěji vzniká oxid uhelnatý.....	str. 44
Graf č. 10 - Jak se primárně dostává oxid uhelnatý do lidského organismu.....	str. 45
Graf č. 11 - Proč je oxid uhelnatý nebezpečný.....	str. 46
Graf č. 12 - Co ovlivňuje účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus.....	str. 47
Graf č. 13 - Jaké jsou příznaky otravy oxidem uhelnatým.....	str. 48
Graf č. 14 - Jaká je první pomoc při otravě oxidem uhelnatým.....	str. 49
Graf č. 15 - Mezi prevencí otravy oxidem uhelnatým patří.....	str. 50

Graf č. 16 - Kde v domě správně umístit detektor oxidu uhelnatého.....	str. 51
Graf č. 17 - Je povinnost mít v domácnosti (objektu) detektor oxidu uhelnatého.....	str. 52
Graf č. 18 - Celková analýza úmrtí na otravu CO dle jednotlivých roků.....	str. 56
Graf č. 19 - znázornění úmrtí mužů a žen od roku 2010 do roku 2019.....	str. 56
Graf č. 20 - porovnání jednotlivých roků ve Středočeském kraji.....	str. 57
Graf č. 21 - porovnání jednotlivých roků v Karlovarském kraji.....	str. 58
Graf č. 22 - porovnání jednotlivých roků v kraji Vysočina.....	str. 59
Graf č. 23 - porovnání jednotlivých roků v Olomouckém kraji.....	str. 60
Graf č. 24 - porovnání ZZS za rok 2018.....	str. 61
Graf č. 25 - porovnání ZZS za rok 2019.....	str. 61
Graf č. 26 - porovnání ZZS za rok 2020.....	str. 62

Seznam zkratek

§	paragraf
CO	oxid uhelnatý
CO ₂	oxid uhličitý
COHb	karbonylhemoglobin
CPAP	continuous positive airway pressure (spontánní dýchání při trvalém přetlaku v dýchacích cestách)
č.	číslo
ČR	Česká republika
ČSN EN	Česká technická norma, která zavádí do soustavy českých norem evropskou normu
ČSÚ	Český statistický úřad
EKG	elektrokardiografie
FiO ₂	inspirační koncentrace kyslíku
HBO	hyperbarická oxygenoterapie
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
ICHS	ischemická choroba srdeční
kPa	kilopascal
KPR	kardiopulmonální resuscitace
l/min	litry za minutu
LPG	zkapalněný ropný plyn
mg/l	miligram na litr
n.l.	našeho letopočtu
např.	například

NBO	normobarická oxygenoterapie
O ₂	kyslík
PEEP	positive end expiration pressure (pozitivní tlak v respiračních cestách)
PNP	polyneuropatie
ppm	jedna miliontina celku
př. n. l.	před našim letopočtem
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
Sb.	sbírka
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TnI	troponin I
tzv.	takzvaný
ÚLZ	Ústav leteckého zdravotnictví
UPV	umělá plicní ventilace
USA	Spojené státy americké
ZZMV	Zdravotnické zařízení Ministerstva vnitra
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

Přílohy

Seznam příloh:

Příloha A - dotazník pro veřejnost.....str. 79

Příloha B - možnosti snížení rizika otrav CO v tabulce.....str. 82

Příloha A

Dobrý den,

jsem studentem 3. ročníku na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulty, obor Ochrana obyvatelstva se zaměřením na CBRNE. Rád bych Vás touto cestou požádal o vyplnění dále zmiňovaného dotazníku. Celý dotazník je zcela anonymní a v každé otázce je určeno, zda je jedna nebo více správných odpovědí.

1) Věk:

do 18 let

18-26 let

27-35 let

36-45 let

46-55 let

nad 55 let

2) Pohlaví:

muž

žena

3) Jakého skupenství je oxid uhelnatý?

a) plynného

b) kapalného

c) pevného

d) plazma

4) Jaký má oxid uhelnatý zápach?

a) připomínající pot

b) žádný (je bez zápachu)

c) příjemný

d) připomínající zkažená vejce

5) Jakou má oxid uhelnatý barvu?

a) šedou

b) zelenou

c) modrou

d) žádnou (je bezbarvý)

6) Kde se bude v místnosti oxid uhelnatý hromadit?

- a) u stropu (je lehčí než vzduch)
 - b) u podlahy (je těžší než vzduch)
 - c) nebude se hromadit nikde
 - d) bude rovnoměrně rozptýlen po místnosti (je přibližně stejně těžký jako vzduch)
- 7) Kdy vzniká oxid uhelnatý? (více správných odpovědí)
- a) při špatném spalování v uzavřených prostorách, kde není trvalý přísun vzduchu
 - b) když je teplota spalování příliš nízká nebo když je čas hoření příliš krátký
 - c) když je v prostoru příliš mnoho čerstvého vzduchu
 - d) vzniká náhodně a nepředvídatelně
- 8) Oxid uhelnatý může vznikat při (více správných odpovědí):
- a) ucpaném nebo blokováném komínu
 - b) nastartování vozidla v garáži
 - c) grilování
 - d) hoření dřeva v otevřeném krbu
- 9) Kde nejčastěji vzniká oxid uhelnatý? (více správných odpovědí)
- a) v koupelnách s průtokovým ohříváčem vody (karma)
 - b) v garážích
 - c) v dobře větraných prostorech
 - d) ve výrobních halách nebo průmyslových provozech
- 10) Jak se primárně dostává oxid uhelnatý do lidského organismu?
- a) inhalací (vdechnutím)
 - b) prostřednictvím potravy
 - c) pokožkou
 - d) kontaktem s kontaminovanou krví
- 11) Proč je oxid uhelnatý nebezpečný?
- a) je karcinogenní, může způsobit rakovinu plic
 - b) váže se pevně na červené krevní barvivo hemoglobin, brání přenosu kyslíku
 - c) způsobuje neplodnost
 - d) napadá centrální nervovou soustavu
- 12) Co ovlivňuje účinky oxidu uhelnatého na lidský organismus?
- a) mimo jiného koncentrace oxidu uhelnatého ve vzduchu a celková doba expozice
 - b) vzdálenost od zdroje oxidu uhelnatého
 - c) množství hemoglobinu v těle
 - d) přítomnost dalších osob v okolí

13) Jaké jsou příznaky otravy oxidem uhelnatým? (více správných odpovědí)

- a) bolest hlavy a nevolnost (spojená se zvracením)
- b) ztráta vědomí
- c) dušnost
- d) závratě

14) Jaká je první pomoc při otravě oxidem uhelnatým?

- a) zajištění teplotního a klidového stavu osoby
- b) osobu zanechám v zamořeném prostoru a kontroluji životní funkce (tlak, tep..)
- c) vynesení osoby ze zamořeného prostoru, uvolnění dýchacích cest (pokud nedýchá masáž srdce)
- d) podání dostatečného množství tekutin

15) Mezi prevencí otravy oxidem uhelnatým patří (více správných odpovědí):

- a) pořízení detektoru kouře
- b) pravidelné větrání v domácnosti
- c) pravidelná revize a údržba kotlů a komínů
- d) pořízení detektoru oxidu uhelnatého

16) Kde v domě správně umístit detektor oxidu uhelnatého (více správných odpovědí)?

- a) ve sklepě
- b) v ložnici
- c) v místnosti, kde může dojít k tvorbě oxidu uhelnatého (např. u plynového kotle)
- d) na balkoně

17) Je povinnost mít v domácnosti (objektu) detektor oxidu uhelnatého?

- a) ne
- b) ano

Příloha B

Možnosti snížení rizika otrav CO
Znalost fyzikálních vlastností oxidu uhelnatého
Znalost kde, za jakých okolností a při jakých činnostech může oxid uhelnatý vznikat
Znát příznaky otravy CO
Pravidelná údržba a revize kotlů a komínů
Zajištění dostatečného přívodu vzduchu ke kotli
Pořízení detektoru CO
Nerozdělávat oheň v uzavřených prostorech
Nenechávat v uzavřených místnostech nastartovaná vozidla nebo zařízení se spalovacím motorem (např. sekačky, pily..)
Metodicky vzdělávací činnost (ve školách ale i mezi veřejností)