

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Srovnání znalostí o nebezpečných látkách vzniklých při požárech lesa u
laické a odborné veřejnosti ve vybraném regionu**
Diplomová práce

Autor práce: Bc. Barbora Šestáková
Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzová připravenost

Vedoucí práce: Prof.RNDr. Jiří Patočka, DrSc

Datum odevzdání práce: 25. 5. 2013

Abstrakt

Diplomová práce představuje souhrn publikovaných dat v oblasti požárů lesů a vznikajících látek, které ohrožují lidské životy, a to především profesionálních hasičů. Dále obsahuje obecné údaje o požárech a o lesích, ale jsou zde vypsány i nejčastější příčiny vzniku tohoto typu požárů. Také se zabývám znalostmi veřejnosti, a to jak odborné, tak i laické, v oblasti látek, které vznikají při požárech lesů.

Abstract

This thesis presents a summary of published data on forest fires and which during these fires are likely to arise and endanger human lives, especially professional firefighters. It also contains general information on fires and forests, but there are also listed the most common causes of this type of fire. It also deals with the knowledge of the public, both professional and lay, of substances generated during forest fires.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Srovnání znalostí o nebezpečných látkách vzniklých při požárech lesa u laické a odborné veřejnosti ve vybraném regionu“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích.....

Podpis.....

Chtěla bych poděkovat panu Prof.RNDr. Jiřímu Patočkovi, DrSc. za odborné vedení, konzultace a za veškerý čas, který mi věnoval. Také děkuji Doc.RNDr. Přemyslovi Záškodnému, CsS., a to za pomoc při zpracování praktické části mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat těm, kteří mi poskytli podklady k mé práci.

Obsah

ÚVOD	8
1 SOUČASNÝ STAV	9
1.1 Proces hoření	10
1.1.1 Požárně technické parametry	12
1.1.2 Zplodiny hoření	14
1.1.3 Nebezpečné látky vznikající při lesních požárech	16
1.2 Charakteristika požárů	32
1.3 Lesní požáry	33
1.3.1 Prevence lesních požárů	33
1.3.2 Systém FIRE WATCH	33
1.3.3 Charakteristika lesních požárů	34
1.3.4 Dělení lesních požárů	36
1.3.5 Důsledky lesních požárů	37
1.3.6 Hašení lesních požárů	38
1.3.7 Prověřovací cvičení	39
1.4 Dřevo	39
1.4.1 Procesy při spalování dřeva	40
1.5 Hodnocení rizika	41
1.5.1 Určení nebezpečnosti	42
1.5.2 Určení vztahu dávka – odpověď	42
1.5.3 Hodnocení expozice	42
1.5.4 Charakterizace rizika	44
1.5.5 Závěry	44
1.5.6 Test akutní inhalační toxikologie	45

2	CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	46
2.1	Cíl práce	46
2.2	Hypotézy	46
3	METODIKA	47
4	VÝSLEDKY	48
4.1	Použitý dotazník.....	48
4.2	Vyhodnocení dotazníků – laická veřejnost	52
4.3	Vyhodnocení dotazníků – odborná veřejnost (HZS PK)	57
4.4	Správné odpovědi u jednotlivých otázek	60
5	Diskuze	79
6	ZÁVĚR	87
7	Klíčová slova	89
8	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	90
9	Přílohy.....	95

ÚVOD

Lesy, jinak také nazývané plíce Země, jsou důležitou součástí nejen pro nás lidi, ale pro veškerý život na Zemi. Funkcí lesů je několik, ale nejdůležitější je určitě pohlcování oxidu uhličitého, snižování skleníkových plynů a také slouží jako významný zdroj kyslíku. Proto je jakékoliv ničení či poškození těchto porostů závažným problémem. Největší problém pro funkci čistění ovzduší představuje kácení deštných pralesů, ale i na území našeho státu existují hrozby pro lesní porosty. Největší ohrožení pro naše lesy představují kyselé deště a lesní škůdci, kteří se velkou měrou podíleli na kácení lesa v oblasti Šumavy. Ale ani požáry nemůžeme ve výčtu ohrožení pro les vynechat.

Jakékoli hoření představuje nebezpečí. Jednak může dojít ke zranění samotným ohněm (plamenem), kdy vznikne popálení, ale velké riziko také představují toxické látky, které vznikají. Tento skrytý element může být různě závažný, a to podle typu hořícího materiálu. Nejde přehlédnout ani možný vznik paniky, které při požárech podlehnou lidé, ale i zvířata.

Pokud hovoříme o hoření lesa, vznikají nebezpečné látky při hoření samotného dřeva, ale nesmíme opomenout, že se v lesích nenachází jen stromy, ale přítomny mohou být i různé tzv. černé skládky, na kterých se můžou vyskytovat i nebezpečné pneumatiky, různá barviva či jiné chemické látky. Dále se v lesích vyskytují i lapače na kůrovce vyrobené z plastu a napuštěné feromony. Na lesní porosty bývají aplikovány i pesticidy, při jejichž hoření také vznikají toxické látky.

V první části své práce se věnuji obecnému popisu lesů, hoření, požárům lesů a samozřejmě i látkám, které při požárech lesů vznikají. Popisuji zde tyto látky obecně, uvádím i jejich účinky na lidské zdraví, první pomoc při intoxikaci těmito látkami a další důležité informace. Také uvádím stručný popis Plzeňského kraje, ve kterém jsem zjišťovala počty požárů lesů a znalosti odborné i laické veřejnosti o těchto toxických látkách.

1 SOUČASNÝ STAV

Požáry lesů a rašelin již dlouhá staletí představují závažný problém jak pro lidi, tak i pro životní prostředí. Dochází při nich k přímým ztrátám na dřevní hmotě, lesních kulturách a lesnických zařízeních zničených ohněm a také na rekreačních objektech v lese, do kterých se oheň může rozšířit. Další poškození jsou nepřímá a myslíme jimi oslabení lesních porostů, snížení stability porostů, snížení uplatnění mimoprodukčních funkcí lesa (hydrobiologická, estetická) a snížení přírůstku dřevní hmoty. Také je možnost kalamitního rozvoje hmyzích škůdců, škody na lesní zvěři uhořením a způsobování stresu, poškození půdní flóry a fauny. Požáry mohou způsobit odstranění rostlinného krytu a následkem toho rozvrat ekologické stability, čímž se rozumí například sesuvy půdy či povodně. Tyto hrozby znamenají, že vlády v mnoha zemích světa utrácejí milióny korun na včasné odhalení i zdolávání požárů. Existuje tzv. Simulátor emisí produkovaných při požárech (Fire Emission Production Simulator – FEPS), který počítá emise a parametry uvolňování tepla na každou hodinu. Tento systém lze použít na celém světě. Mimo jiné tento software počítá emise a parametry uvolňování tepla každou hodinu, a to při vložení jen minimálního počtu informací. Jakmile je požár lokalizován, hasiči mohou zahájit akci. Buldozéry mohou odstraňovat široké pásy země a vytvářet tzv. proluky, které zabraňují šířením požáru. Proluka je široký ochranný pás, kde jsou odstraněny stromy a ostatní hořlavý materiál, takže je oheň zbaven paliva. Protože proluky vytvářejí hluboké jizvy napříč krajinou, používají se pouze u opravdu rozsáhlých požárů.

Dalším vznikajícím nebezpečím je únik nebezpečných látek, které vznikají při těchto typech požárů. Lidé by z bezprostřední blízkosti požáru měli být ihned evakuováni, neboť hrozí, že se nadýchají toxických látek a v nejhorším případě může dojít i ke smrti. Lidé ze vzdálenějších oblastí by měli být o požáru a ochranných opatřeních informováni. Neměli by například kvůli nebezpečným látkám otevírat okna, ale ani vycházet z domova. Kvůli možnému nadýchání se zplodin, by měl každý člověk znát základní postup, jak pomoci při intoxikaci těmito vznikajícími látkami. Jinou

skupinu představují hasiči, kteří jsou s takovými toxickými látkami v neustálém kontaktu. Musí však používat ochranné pomůcky, jinak by mohlo dojít ke vzniku choroby z povolání. Hasiči by měli znát i detailnější informace o poskytované pomoci při intoxikaci, ale i o samotných vznikajících látkách.^{1) 5)}

1.1 Proces hoření

Za hoření se označuje proces, kdy spolu reaguje hořlavá látka a oxidační prostředek. Při této reakci dojde k uvolnění energie ve formě tepla, světla a zplodin hoření. Jedná se o tzv. chemickou oxidačně redukční reakci. Díky tomu, že se během reakce uvolňuje energie ve formě tepla, označujeme ji jako exotermickou. Hořlavou látkou jsou různorodé skupiny látek, které po zapálení samostatně hoří. Oxidačním prostředkem zase rozumíme prostředek, jenž dodává hořlavé látce kyslík. Hořlavá látka spolu s oxidačním prostředkem tvoří hořlavý soubor. K tomu, aby tento soubor mohl začít hořet, je nutné dodání dostatečně velké energie (zápalné energie). Dle závislosti na množství kyslíku při hoření rozlišujeme spalování dokonalé a nedokonalé. Dokonalé hoření probíhá, pokud je přítomno dostatečné množství kyslíku. Produkty vzniklé tímto spalováním nejsou dále spalitelné. Nedokonalé spalování je opakem spalování dokonalého, neboť k němu naopak dochází za nedostatku kyslíku. Tento typ se při požárech vyskytuje nejvíce, ale může se vyskytovat i v kombinaci s dokonalým spalováním. Dále vzniknou spalitelné sloučeniny, které bývají toxické (viz. tabulka č.1).⁵⁾

Druh hořících látek můžeme určit podle barvy plamene nebo zápachu a barvy kouře. Pokud se zaměříme na barvu plamene, při hoření organických látek s obsahem uhlíku vyšším než 50% (dřevo, ropa) může vznikat plamen barvy jasně žluté až temně červené. Organické látky s obsahem kyslíku větším než 50% (cukr, metylalkohol) mají barvu plamene modrou, někdy bezbarvou. Zaměříme-li se na barvu kouře, u dřeva je šedočerná, ropných produktů černá a papíru bíložlutá.¹⁹⁾

Projevem hoření látek, které se mohou měnit na plyny a páry, je plamen. Pevné látky však hořlavé plyny ani páry neuvolňují, ale probíhá u nich tzv. bezplamenné hoření, neboli žhnutí či doutnání. Plamen se rozděluje podle čtyř kritérií, a to podle:

- a. způsobu přípravy plynné směsi na kinetický a difúzní
- b. typu šíření plamene ve směsi na stacionární a nestacionární
- c. způsobu proudění plynné směsi na laminární a turbulentní
- d. oxidace uhlíku na nesvítivý, svítivý a čadivý ²²⁾

Tabulka č.1 – Rozbor zplodin hoření⁵⁾

ZPLODINY	PEVNÉ	Popel	Dokonalé h.	Oxidy, uhličitany, fosforečnany, sírany aj. soli kovů
			Nedokonalé h.	Částečně degradovaný materiál
		Kouř	Dokonalé h.	Oxid fosforečný, částčky popela
			Nedokonalé h.	Saze, nespálené částice hořící látky
	KAPALNÉ	Páry, mlhy	Dokonalé h.	Vodní pára
			Nedokonalé h.	Uhlovodíky, alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny
	PLYNNÉ	Dým, kouř	Dokonalé h.	Oxid uhličitý, dusík, oxid siřičitý, halogenovodíky, nitrozní plyny
			Nedokonalé h.	Oxid uhelnatý, kyanovodík, uhlovodíky

1.1.1 Požárně technické parametry

Požárně technické parametry (PTP) jsou definovány pro hořlavé látky. Ne každá látka má však stejné parametry, liší se podle skupenství. Jejich znalost nám umožňuje přijímat různá bezpečnostní opatření. Mezi PTP patří:

- teplota vzplanutí – nejnižší teplota, při které se z kapaliny uvolní tolik par, že se nad hladinou kapaliny utvoří zapalitelná směs par se vzduchem. Při teplotě vzplanutí se utvořená směs zapálí krátkodobým přiblížením otevřeného plamene. Oddálením plamene hoření nepokračuje. Rychlost odpařování je při této teplotě nízká (menší než rychlost hoření), takže nejsou dodávány páry ke stálému hoření. Při teplotě vzplanutí musí tedy hoření vždy přestat. U tuhých hořlavých látek se určuje teplota vzplanutí, která je definována jako nejnižší teplota vzduchu, proudícího kolem vzorku, při které dojde působením vnějšího zápalného zdroje k zapálení směsi plynných produktů rozkladu. Pod teplotou vzplanutí je jakékoliv zapálení hořlavé kapaliny úplně vyloučeno. Teplota vzplanutí je kritériem pro zařazení hořlavých látek do tříd nebezpečnosti podle ČSN 65 0201.⁵⁾
- teplota hoření – teplota, při které se nad hladinou vytvoří tolik par, že tyto při přiblížení otevřeného plamínku vzplanou a hoří bez přerušení dále. Při této teplotě je rychlost vypařování nejméně tak velká jako rychlost hoření, což zajišťuje trvalý dostatek hořlavých par. Teplota hoření je pokaždé vyšší, než je teplota vzplanutí.⁵⁾
- oblast výbušnosti, horní a dolní hranice výbušnosti – oblastí výbušnosti se rozumí rozmezí mezi dolní a horní hranicí výbušnosti. Hranice výbušnosti udávají nejmenší nebo největší obsah hořlavých plynů, par nebo prachů ve vzduchu, který musí být přítomen, aby došlo ke vznícení explozivní směsi. Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem zapalitelné pouze uvnitř rozsahu výbušnosti. Pokud je koncentrace pod dolní mezí výbušnosti, není tato směs výbušná ani hořlavá. Pokud jde o koncentraci směsi nad horní mezí výbušnosti, je směs nevýbušná, ale za přístupu vzduchu může být hořlavá.⁵⁾
- teplota vznícení – nejmenší teplota, na kterou musí být směs látky se vzduchem zahřátá, aby se okamžitě zapálila. Za vznícení se považuje začátek chemické reakce

směsi plynu nebo páry se vzduchem za objevení otevřeného plamene (začátek hoření). Při stanovení této teploty se vznícení vyvolá pouze působením tepla, nikoliv iniciačním zdrojem (plamenem). U tuhých hořlavých látek se určuje teplota vznícení, která je definována jako nejnižší teplota vzduchu, proudícího kolem vzorku, při které dojde k samostatnému zapálení vzorku nebo produktů jeho rozkladu bez přítomnosti vnějšího zápalného zdroje.⁵⁾

- teplota samozahřívání – teplota, kterou musí látka mít, aby se bez vnějšího přivádění tepla zahřála tak, že dojde k samovznícení. V tomto případě je podmínkou, stejně jako u teploty vznícení, aby množství vzniklého tepla bylo větší než teplo odváděné do okolního prostředí. Rozeznáváme celkem tři druhy samovznícení. Prvním příkladem je fyzikální samovznícení, kterému podléhá například uhlí, neboť uhlík, který je v uhlí obsažen, má schopnost svým povrchem pohlcovat plyny a páry, přičemž dochází ke vzniku tepla. Dále máme samovznícení chemické, ke kterému dochází při styku dvou či více látek. Je vyvolané buď stykem látky s kyslíkem, kdy mluvíme o oxidaci, ale i s vodou. Posledním typem je samovznícení biologické, ke kterému jsou náchylné materiály rostlinné (seno, obilniny, apod.). Aby k tomuto druhu samovznícení došlo, musí být vlhkost nerovnoměrně rozložena. Podstatou tohoto děje je činnost mikroorganismů, která vede k zahřívání. Pokud se teplota zvýší na 70°C, dochází k odumírání bakterií, ale teplota je již dostačující pro rozpad rostlinných látek, z nichž vzniká uhlík. Ten poté funguje stejně, jako v případě uhlí. Ke vznícení rostlinné látky dochází při teplotě 250 – 300°C.⁵⁾
- teplota žhnutí – nejmenší teplota horké plochy, při které se usazený prach vznítí. Po dosažení této teploty začne prach samostatně žhnout a jeho teplota se bude dále zvyšovat i bez dalšího působení iniciačního zdroje. Teploty žhnutí většiny prachů se pohybují v rozmezí od 150°C do 600°C.⁵⁾
- výhřevnost – výhřevností rozumíme množství tepla vztažené na jednotku hmotnosti, které se uvolní při dokonalém spalování látky. Čím má látka větší výhřevnost, tím více vody potřebujeme na její uhašení. Výhřevnost se udává v MJ/kg.⁵⁾

Existuje i tzv. Index toxicity, který se stanovuje z hodnot získaných při testu toxicity, který se provádí s plamenným i bezplamenným hořením. Pro tento test jsou

potřebné 4 laboratorní myši, které se vloží do expoziční komory, která je spojena s komorou spalovací. Poté mezi oběma komorami začíná cirkulovat vzduch s emisemi, které vznikají při spalování předem stanoveného množství materiálu v žíhací peci. Expozice obvykle trvá celkem 20 minut a jsou zaznamenávány hodnoty oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a kyslíku. Po ukončení expozice se u myši stanovuje množství karboxyhemoglobinu v krvi. Samotný index toxicity se počítá následovně podle níže uvedeného vzorce, přičemž HS znamená obsah karboxylhemoglobinu v krvi vyjádřený v procentech, při kterém došlo k úhynu myši a LD₅₀ vyjadřuje dávku, která způsobí smrt daného procenta myši po jejím podání. Index toxicity známe pro dřevo smrkové (bezplamenné hoření: 216, plamenné: 89) a bukové (bezplamenné: 136, plamenné: 101).¹¹⁾

$$I_{tox} = \frac{10}{LD_{50} \cdot (1 + \frac{HS}{100})}$$

1.1.2 Zplodiny hoření

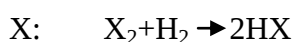
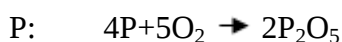
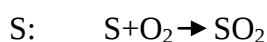
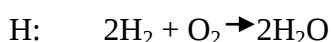
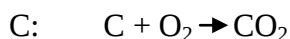
Zplodiny hoření dělíme dle skupenství a také podle dokonalosti oxidace, a to na zplodiny dokonalého a nedokonalého hoření. Pevné zplodiny zůstávají jako popel v ohnisku a jsou také součástí kouře. Dále jsou to zplodiny kapalné, které se uvolňují jako páry ve formě aerosolu v dýmu a kouři spolu s plynnými zplodinami. Popel většinou zůstává v místě ohniska a lze díky němu určit, jaký materiál hořel či jaké bylo šíření požáru.⁵⁾

Mezi základní produkty, které vznikají při požárech, patří: teplo, světlo, kouř, hořlavé nespálené plyny a nespálený tuhý zbytek neboli popel. Z chemického hlediska je popel ze dřeva a kůry směsí oxidů: K₂O, Na₂O, CaO, MgO, Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅. Všeobecně je možné říci, že zplodiny hoření celulózových materiálů, jako je právě dřevo či bavlna, jsou oproti plastům méně nebezpečné. Přiměřená produkce popela při spalování dendromasy je daná hodnotou popela z hmotnosti spalovaného dřeva a hodnotou popela z hmotnosti spálené kůry. Po přepočtu je možné konstatovat,

že ze spáleného objemu 1 m³ dřevěné hmoty vznikne 3 až 5 kg popela. Popeloviny se při teplotách pod hodnotou 1100°C v ohništi nespékají a popel ve formě sypké hmoty může být použitý jako přírodní hnojivo, protože obsahuje oxidy vápníku, draslíku, hořčíku a fosforu. Vznikající teplo je často hlavní příčinou dalšího vznícení látek, popálení osob a poranění dýchacích cest.^{10) 16)}

S kouřem se setkáváme u všech požárů. Je směsí částic uhlíku, dehtu, prachu a hořlavých plynů a par. Obsah pevných částic ovlivňuje hustotu kouře nebo také jeho průzračnost. Některé částičky kouře při vdechování dráždí dýchací cesty, některé mohou mít i smrtelné účinky. Složení kouře je dané složením biomasy, která hoří, její vlhkosti či na přítomnosti herbicidů a dalších materiálů vyskytujícího se v lese. Při venkovních i vnitřních požárech je možné pozorovat, že se kouř zpočátku snaží vystoupat nahoru a po dodání vody zaplňuje nižší části prostoru. Kouř je využíváno k detekci požáru ionizačními hlásiči, ale zároveň však znesnadňuje evakuaci osob i vlastní hasební zásah. Kouř můžeme rozdělit podle jeho hustoty na hustý kouř (viditelnost do 3 m), středně hustý kouř (viditelnost 3 až 6 m) a řídký kouř (viditelnost 6 až 12 m). Dým vzniká především při bezplamenném hoření a od kouře se liší obsahem pyrolyzních plynů a par.^{15) 19)}

Hořlavé látky jsou většinou látky organické, proto je jejich složení omezeno pouze na základních 10 prvků, a to: C, H, O, N, S, P a halogeny F, Cl, Br, I. Zastoupení ostatních prvků je zanedbatelné. „Pokud bude hoření probíhat dokonale a oxidačním činidlem bude kyslík, bude se uhlík oxidovat na oxid uhličitý, vodík na vodu, kyslík se spotřebuje na oxidaci, dusík se za běžných podmínek při hoření neoxiduje, síra na oxid siřičitý, fosfor na oxid fosforečný a halové prvky se slučují s vodíkem na halogenovodíky.“⁵⁾



Rovnice hoření látek v kyslíku slouží k určení zplodin hoření. Při požáru se setkáváme se čtyřmi základními nebezpečími, která jsou spojena víceméně s ovzduším v místě požáru: snížený obsah kyslíku, zvýšená teplota prostředí, kouř a toxicita vznikajících par a plynů.⁵⁾

1.1.3 Nebezpečné látky vznikající při lesních požárech

Nebezpečné látky vznikají při každém požáru. Při některých vznikají látky méně, a při jiných látky více nebezpečné. Riziko představují jednak pro osoby setrvávající nedaleko požáru, ale především pro zasahující hasiče. Ti se zplodinami hoření přicházejí do styku téměř denně. Také díky tomu je některým z nich diagnostikována nemoc z povolání, a to většinou právě dýchacích cest. Čím více požárů lesů vzniká, tím více nebezpečných látek uniká a ohrožuje okolí.

Během hoření se spaluje kyslík a zároveň je vytlačován vzduch zplodinami hoření. Normální obsah kyslíku v ovzduší je 21%. Ale pokud jeho koncentrace poklesne pod 18%, začíná lidský organismus pociťovat jeho nedostatek. Vdechnutí horkých zplodin hoření může poškodit dýchací cesty. Pokud je horký vzduch navíc nasycen vodní parou, poškození dýchacích cest je výraznější. Důsledkem vdechnutí vzduchu o teplotě kolem 50°C může být vážné snížení krevního tlaku a selhání oběhového systému, edém plic, který může končit i smrtí následkem udušení. Poškození organismu vdechnutím horkých plynů není okamžitě vratný jev ani po přenesení poškozeného na čerstvý, studený vzduch. Pokud jsou hasiči opakovaně nasazováni do prostorů kontaminovaných toxickými látkami, dochází k dlouhodobé expozici a tím může dojít ke vzniku velkého množství chronických onemocnění.²¹⁾

I. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu. Jen při vyšší koncentraci můžeme v ústech zaznamenat slabě nakyslou chuť. Vzniká při dokonalém spalování uhlíku, hořením oxidu uhelnatého či methanu, dýcháním, hnitím či kvašením. Používá se například při výrobě nápojů, a kapalný jako náplň do sněhových hasicích přístrojů. Běžně se vyskytuje v atmosféře (0,038%). Oxid uhličitý je těžší než vzduch a podílí se na vzniku skleníkového efektu, a to především prostřednictvím spalování fosilních paliv

a kácením lesů. V nízké koncentraci dráždí dýchací cesty, ale při obsahu 5 - 10 obj.% ve vdechovaném vzduchu dýchání tlumí (narkotický účinek). ^{4) 21)}

a. Nebezpečí

Při požárech lesů se tento plyn do těla dostává vdechováním do plic. Zasažení CO₂ se projevuje bolestmi hlavy, pocitem slabosti, pocením, zmateností, závratí, hučením v uších a dušností. Při obsahu 10-15 obj.% vzniká bezvědomí a křeče, nad 15 obj.% se dostavuje poškození mozku charakterizované jako těžká mozková apoplexie. Je-li oxidu uhličitého ve vzduchu nad 20 obj.%, dochází ke smrti zástavou dýchání a krevního oběhu (tabulka č.2). Takové koncentrace CO₂ bývá dosaženo v místech, kde je normální vzduch vytěsněn oxidem uhličitým. V rámci první pomoci je třeba zasaženého urychleně vynést ze zamořeného prostředí na čerstvý vzduch, uvolnit mu oděv a v případě vážné poruchy dýchání zahájit umělé dýchání 100% kyslíkem. V lehčích případech je dostačující oxygenoterapie. Průměrná nejvyšší přípustná koncentrace (NPK) činí 9 g.m⁻³ (0,5%) a mezní NPK je 45 g.m⁻³ (2,5%). Otravy tímto plynem nejsou při požárech lesa nejčastější, ale nejedná se o zanedbatelnou látku. ^{2) 5) 17)}

Tabulka č.2 – Koncentrace CO₂ a její účinky na lidské tělo⁵⁾

Koncentrace CO ₂		Účinek
g.m ⁻³	obj.%	
0,45-0,63	0,025-0,035	normální obsah ve vzduchu
0,9-3,6	0,05-0,2	bez viditelných příznaků
32,4	1,8	zrychlení dýchání o 50%
45	2,5	zrychlení dýchání o 100%
54	3	slabá narkóza, zvýšení krevního tlaku, pulsu
72	4	zrychlení dechu o 300%, příznaky slabosti
90	5	zřetelné příznaky za 30 minut, závratě, bolesti hlavy
144	8,1	závratě, bezvědomí
162	9,1	smrt za 4 hodiny
180	10	smrt za 1 hodinu
216	12,1	smrt do 1 minuty
360	20	okamžitá smrt

II. *Oxid uhelnatý*

a. *Popis*

Tento bezbarvý hořlavý plyn bez zápachu je ve vodě málo rozpustný, při vdechování nedráždí dýchací cesty a je lehčí než vzduch. Patří k dvěma nejnebezpečnějším zplodinám ohrožujícím člověka. Vzniká při nedokonalém spalování organických sloučenin, díky čemuž jsou jeho nejobvyklejším zdrojem zplodiny, které vznikají při jakémkoliv hoření. Tento oxid je obsažen ve svítíplynu, generátorovém a vodním plynu. V přírodě se v nepatrném množství vyskytuje v atmosféře v koncentraci $0,01 - 0,2 \text{ mg/m}^3$, ale v městských podmínkách dosahuje koncentrace až $20 - 60 \text{ mg/m}^3$. V atmosféře se vyskytuje díky fotolýze oxidu uhličitého a spalováním fosilních paliv a biomasy. Snadno se slučuje s kyslíkem, a to za vzniku oxidu uhličitého a za vzniku tepla. Mírnější průběh má krátká expozice vyšší koncentraci CO než dlouhodobá expozice nižší koncentraci CO. Oxid uhelnatý má na svědomí více úmrtí při požárech, než všechny ostatní zplodiny hoření dohromady.^{2) 17)}

V létě roku 1995 došlo na jihovýchodě Spojených států k epizodickému zvýšení koncentrací CO. Toto navýšení koncentrací bylo způsobeno rozsáhlými lesními požáry v Kanadě, ale nejednalo se však jen o zvýšení této koncentrace. Dále se ve větším množství vyskytovaly i těkavé organické sloučeniny, ozon a aerosoly.³⁷⁾

b. *Působení na organismus*

Tento plyn je jedovatý, neboť má schopnost vázat se na krevní barvivo hemoglobin. Velmi rychle se vstřebává plicemi, poté přestupuje přes alveolární membránu a rozpouští se v plazmě, následně dochází k reakci mezi CO a Fe^{++} hemoglobinem, při níž vznikne tzv. karboxylhemoglobin (COHb). Dochází tak k rozvoji tkáňové hypoxie kombinovaného původu a následnému rozvoji patofyziologických mechanismů. Oxid uhelnatý se s hemoglobinem váže snadněji než O_2 , neboť afinita hemoglobinu k CO je asi 220krát větší než k O_2 a i samotná vazba je pevnější. Tímto zabraňuje přenosu kyslíku a může dojít k zadušení, má tedy účinek dusivý. Toxicitu tohoto plynu ovlivňuje několik faktorů, jako například doba expozice, koncentrace CO ve vzduchu a celkový zdravotní stav organismu. Již při 10 – 20% podílu COHb v krvi, což je 0,01 – 0,02% koncentrace CO ve vdechovaném vzduchu

se objevují první příznaky akutní otravy (tabulka č.3, tabulka č.4). U dětí a lidí trpících srdečními problémy či anémií bývají hodnoty koncentrace ještě nižší. Protože se CO váže na hemoglobin a rozvod O_2 po těle je tak snížen, projeví se první příznaky intoxikace u orgánů a tkání, které jsou nejcitlivější na narušení aerobního metabolismu s vysokou perfuzí a metabolickou aktivitou (mozek, srdeční svalovina). Negativní vlastností tohoto plynu je, že se v organismu minimálně metabolizuje. Otrava se projeví bolestí hlavy, která se při vyšších koncentracích zintenzivňuje a současným pocitem napětí v čelní části. Při koncentraci 30 - 40% se objevuje nauzea až zvracení, bolesti na hrudi, závratě, hučení v uších, šeroslepost, načervenalá barva kůže, svalová slabost a v některých případech i neklid či podráždění. Pokud je organismus vystaven koncentraci CO ve vzduchu kolem 0,3%, nemusejí se výše popsané příznaky objevit, ale dostaví se okamžité kóma. Těžký stupeň intoxikace se projevuje při koncentraci 50 - 60%, a to především zrychlením srdeční činnosti, později se dostavuje bezvědomí a klonicko-tonické křeče. Těžké komplikace akutního stádia otravy pocházejí právě z oblasti kardiovaskulárního systému, kdy je přítomna arytmie, koronární ischemie, akutní plicní edém, dále při výrazné rhabdomyolýze hrozí riziko akutního renálního selhání. Smrt nastává v důsledku dysrytmie a postižení mozku hypoxií a mozkovým edémem. Karbonylhemoglobin se barevně moc neodlišuje od oxyhemoglobinu, proto se u postiženého neobjevuje cyanóza. Tato barva přetrvává i po smrti.^{5) 12) 17)}

Tabulka č.3 - Koncentrace COHb a její účinky na lidské tělo ⁵⁾

Koncentrace CO		Účinek
g.m ⁻³	obj. %	
0,11	0,01	žádné příznaky otravy po dlouhé době
0,23	0,02	bolesti hlavy po 2 - 3 hodinách
0,34	0,03	zřetelná otrava po 2 - 3 hodinách
0,46	0,04	zřetelná otrava po 1 - 2 hodinách
0,5	0,043	bezvědomí za 2 - 3 hodiny
0,57	0,05	halucinace za 30 - 120 minut
1	0,087	bezvědomí za 1,5 hodiny, za 6 hodin smrt
1,14	0,1	smrt za 2 hodiny
1,72	0,15	smrt za 1 hodinu
3,44	0,3	smrt za 30 minut
5	0,44	smrt v několika minutách
9,16	0,79	okamžitá smrt zadušením

Tabulka č.4 – Příznaky otrav CO v závislosti na COHb ⁵⁾

Klinický obraz otravy v závislosti na koncentraci COHb	
10% COHb v krvi	bez příznaků; při větší námaze kratší dech
20% COHb	bolest hlavy, zkrácený dech při menší námaze
30% COHb	bolest hlavy, skleslost, apatie; člověk si uvědomuje, že mu hrozí nebezpečí, ale nedokáže opustit prostor
40-50% COHb	bolest hlavy, zvýšená únava, podrážděnost
60-70% COHb	bolest hlavy, omámenost, mdloby, kolaps
80% COHb	bezvědomí, po delším působení zastavení dechu, smrt
90% COHb	rychlá smrt
>90% COHb	okamžitá smrt

c. Diagnostika

Mezi vyšetření, která musejí být v případech při podezření na otravu CO provedena, patří vyšetření krevních plynů. Pro diferenciální diagnostiku se doporučuje udělat krevní obraz a kompletní biochemický screening s hodnotou glykémie a myoglobinu, hodnota laktátu bývá obvykle zvýšena a je spojována s dlouhou expozicí. Dále se provádí toxikologické vyšetření moči, EKG, které identifikuje případné poškození myokardu (dochází k němu až v 37% případech závažné otravy CO). S časovým odstupem se doporučuje provést kontrolní neurologické vyšetření, a to kvůli identifikaci možného rozvoje PNP u pacientů, kteří absolvovali léčbu normobarickou oxygení. Pro stanovení koncentrace CO v plynech se využívají mobilní analyzátory, které jsou založeny na infračervené spektrometrii. Využít lze však i analyzátory termochemické či elektrochemické či metody chromatografické. NPK-Pp = 30 mg/m³ (0,0026 obj.%) a NPK-Pm = 150 mg/m³ (0,013 obj.%). Laboratorní diagnostika stanovení koncentrace karboxylhemoglobinu v krvi je založena na spektrofotometrických metodách. Stanovit přítomnost COHb můžeme několika způsoby ^{18) 21)}:

- analýza vydechovaného vzduchu – Tuto metodu lze připodobnit k testování řidičů motorových vozidel alkoholovými testy. Výsledky se udávají v jednotkách ppm - 50 ppm odpovídá 6% COHb, 80 ppm hladině 10% COHb.
- neinvazivní pulsní cooxymetrie – Jedná se o přenosný přístroj k jednoduchému a neinvazivnímu měření COHb v krvi. Při tomto způsobu detekce se užívá sondy, která se umístí na prst (je podobná sondě užívané pro pulsní oxymetrii). Dále je zobrazována i plethysmografická křivka (ukazuje prokrvenost tkáně). Této metody se může užívat jak v přednemocničních podmínkách, tak i v nemocnici.
- Měření z krve - cooxymetrie (spektrofotometrie v 6 vlnových délkách) – Tato metoda je poměrně přesná, ale není dostupná ve všech nemocnicích. K analýze je potřeba 5-10 ml nesrážlivé krve v těsně uzavřené nádobě.
- klasické měření pulsní oxymetrii se nedoporučuje, neboť užívá světla jen ve 2 vlnových délkách a nedokáže tak rozlišit COHb od HbO₂.^{2) 21)}

d. První pomoc a léčba

První pomoc postiženému začíná jeho vynesemím z prostoru s výskytem CO a podáním kyslíku. Urychlit uvolňování CO z krve je možné řízenou ventilací i užitím hyperbarických komor. Může být využito hyperbarické oxygenoterapie (HBO), kdy se aplikuje 100% kyslíku za podmínek vyššího tlaku, než je tlak atmosférický. Tímto dochází k utlumení průběhu ischemicko-reperfuzního poranění. HBO se doporučuje použít u těžkého stupně otravy. Konkrétně se jedná o těhotné ženy, při abnormálním neurologickém nálezu a při ztrátě vědomí. Při průběhu bez komplikací je obvykle aplikováno 1- 3 HBO sezení. Optimální je zahájit HBO do 6-ti hodin od expozice, ale obecně platí, že není třeba léčbu zahajovat po 24 hodinách od expozice v případě, že je pacient asymptomatický. Jinou možností léčby kyslíkem je normobarická oxygenoterapie, která je indikována v lehčích případech s nevýraznou symptomatologií nebo subjektivními příznaky. Po zahájení léčby kyslíkem a obnovení jeho dodávky do tkání dochází u těžkých otrav k rozvoji tzv. reoxygenačního, neboli ischemicko-

reperfuzního poranění, což znamená poškození živých buněk i po obnovení cirkulace. Oxid uhelnatý se vylučuje pouze plícemi. Při vdechování vzduchu je eliminován s poločasem 6 hodin, ale při vdechování kyslíku je poločas 1,5 hodiny. Postižený se musí udržovat v klidu, bez námahy, aby tělo spotřebovávalo co nejméně kyslíku. Podávání kyslíku má za cíl vytěsnit CO od hemoglobinu a nahradit jej opět kyslíkem, neboli nahrazení karbonyhemoglobinu oxyhemoglobinem. Inhalace 100% O₂ se provádí tak dlouho, dokud koncentrace COHb neklesne pod 10%. Existují však i případy tzv. zdánlivě vyléčených pacientů (15 - 40%). U těchto lidí dochází s odstupem dnů až měsíců (3 – 240 dnů) od intoxikace k rozvoji příznaků. Tomuto jevu se říká pozdní neuropsychické postižení (PNP) a projeví se především poruchou paměti, zmateností, snížením intelektu či parkinsonskou symptomatologií. Pokud takového pacienta podrobíme CT, MRI či PET vyšetření, jsou parné charakteristické hypodenzity v periventrikulární bílé hmotě, bazálních gangliích a corpus calosum, ale neexistují žádné klinické ani laboratorní markery tohoto postižení. Do jednoho roku od expozice se neurologicky zlepšuje až 75% postižených.^{4) 17) 21)}

e. Pozitivum

Na internetových stránkách Českého rozhlasu se s odvoláním na stránky BiomedicalCentral uvádí, že by tento plyn mohl zachránit životy, a to ještě nenarozených dětí, což dokazují pokusy v laboratořích na myších. Celé to spočívá v existenci enzymu, kterého pokud je minimum, dojde k narušení placenty a možnému následnému úmrtí plodu. Pokud plod přežije, má vyšší rizika různých chorob. Možné pozitivum oxidu uhelnatého spočívá právě v náhradě tohoto chybějícího enzymu. Podle vědců se v nízkých dávkách CO chová protizánětlivě, díky čemuž dojde ke snížení zahynulých buněk a také dojde k nárůstu určitého faktoru, jenž podporuje cévní růst. Němečtí vědci také zjistili, že oxid uhelnatý, pokud byl podán v nízké dávce, obnovil funkci poškozené placenty a snížil úmrtnost ještě nenarozených mláďat ze 30% na nulu.²³⁾

III. *Polycyklické aromatické uhlovodíky*

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU, PAHs) se řadí do skupiny aromatických uhlovodíků s nejméně 2 benzenovými jádry a nejčastěji vznikají nedokonalým spalováním. Představují dnes největší skupinu chemických karcinogenů produkovaných během spalování organické hmoty. Jedná se o organické látky, které ve své molekule obsahují uhlík a vodík. Pokud je směs organických látek obsahujících uhlík a vodík vystavena teplotám vyšším než 700°C (podmínkám pyrolýzy, respektive podmínkám nedokonalého spalování), dochází k tvorbě nestabilních menších molekul - prekurzorů PAHs a v přítomnosti atomů O, N, S aj. též k tvorbě příslušných heterocyklických analogů. Tyto fragmenty, vesměs radikály, se rekombinují při vysokých teplotách (500 – 800 °C) za vzniku poměrně stabilních aromatických uhlovodíků. Výsledek pyrosyntézy je funkcí mnoha proměnných, v neposlední řadě přítomností redukční atmosféry uvnitř plamene, kde dochází k tvorbě složitých molekul PAHs. Slouží také jako výchozí surovina pro celou řadu pesticidů. Mimo jiné se vyskytují i ve výfukových zplodinách, v kouři z vytápění objektů, ve zplodinách produkovaných průmyslovými obory, elektrárnami či teplárnami. V závislosti na obsahu těchto látek v ovzduší mohou být kontaminovány také rostlinné potraviny. Také byly prokázány v grilovaných a uzených výrobcích, v olejích či v sušeném ovoci. Při grilování na otevřeném, kouřícím ohni vznikají PAU spalováním tuku, který kape z grilovaných potravin. Osud těchto sloučenin v prostředí je závislý na prostředí, ve kterém se zrovna nachází. V atmosféře se rychle navazují na prachové částice, s kterými vypadávají při suché depozici nebo jsou vymývány srážkami a dostávají se do půdy a vody. Naopak z půdy a vody se snadno vypařují do atmosféry. Ve všech případech, kdy pozorujeme vznik sazí a tmavého kouře, vznikají velká množství PAU. Díky slunečnímu záření jsou během dnů až týdnů rozloženy a tak jejich koncentrace v prostředí klesá. Snadno se váží na pevné sorbenty nebo částice, jako je například prach, a to i v živých organismech (schopnost bioakumulace). Další důležitou vlastností těchto látek je schopnost tvořit další sloučeniny, jenž mohou být mnohem více karcinogenní. Po ochlazení požářiště se PAU společně s dioxiny váží na saze a snižuje se jejich mobilita. I když jsou stále přítomny tyto toxické látky v částečně kritické

koncentraci, nehrozí již výraznější nebezpečí. Na základě toho se předpokládá, že by při vstupu na uhašené požářiště nemělo dojít k ohrožení života osob nebezpečnými látkami. PAU jsou podle Přílohy č. 1 vyhlášky č. 356/2002 Sb. řazeny mezi persistentní organické látky, tedy látky dlouhodobě setrvávající v prostředí. Dále zde můžeme najít deset látek, mezi které patří fluoranthen, pyren, chrysen, benzo(b)fluoranthén, benzo(k)fluoranthén, benzo(a)pyren, benzo(ghi)pyren, indeno(1,2,3-c,d)pyren, benz(a)antracen a dibenz(a)antrace.^{6) 14)}

a. Nebezpečnost

PAU jsou toxické pro mnoho živých organismů. Vzhledem k jejich nebezpečnosti (především karcinogenita a mutagenita) bylo 16 nejnebezpečnějších PAU zahrnuto do seznamu prioritních nebezpečných látek. Mohou způsobit rakovinu, genetické mutace či poruchy reprodukce. Pokud se PAU vyskytují ve formě páry, mají dráždivé účinky na oči, na kůži a také způsobují fotosensibilizaci. Některé typy mohou zapříčinit i záněty. Mezi další negativní vlastnosti těchto látek se řadí jejich schopnost perzistence neboli schopnost odolávat přirozeným rozkladným procesům. Pokud k jejich vzniku dochází spalováním, mohou se v atmosféře přemísťovat ve formě sazí či prachových částic na velké vzdálenosti. Ve formě velmi jemných částic pronikají při vdechnutí až do plicních sklípků, kde se zachycují, také proto jsou hlavní příčinou vzniku rakoviny plic. Příkladem PAU je benzo(a)pyren, jenž se nachází v každém kouři vzniklém při spalování organických materiálů o teplotách 300 až 600°C. U této látky byl objasněn i mechanismus, díky němuž přímo poškozuje genetickou informaci buněk. US EPA (US Environmental Protection Agency – Agentura pro ochranu životního prostředí) zařadila benzo(a)pyren kvůli jeho riziku na seznam prioritních látek, kterým věnuje pozornost.^{6) 14) 24)}

IV. *Oxid siřičitý*

Opět jde o bezbarvý jedovatý plyn, jenž má štiplavý zápach a dráždí horní cesty dýchací. Má větší hustotu než vzduch. Do ovzduší se dostává spalováním pevných paliv (nejvíce hnědé uhlí), jenž obsahují síru či prostřednictvím automobilových motorů. Oxidací tohoto plynu vznikne SO_3 , který s H_2O poskytne H_2SO_4 , neboli kyselina sírová, která se podílí na vzniku kyselých dešťů. Co se týče koncentrací oxidu siřičitého ve městech, podstatně došlo k jejich snížení. K tomuto poklesu došlo především díky zavedení emisních limitů a změnám ve složení paliv. Za posledních deset let se koncentrace v některých východoevropských zemích snížily z několika set $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Čínští vědci zjistili, že u lidí, kteří byli po tři roky vystaveni koncentracím oxidu siřičitého ve výši 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, byla úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění a choroby dýchacího ústrojí v porovnání s kontrolní skupinou dvojnásobná.⁴⁾¹²⁾²⁹⁾

a. Nebezpečnost

Napadá nejprve oční sliznici, respirační systém a bývá příčinou dýchacích potíží. Oxid siřičitý reaguje s chlorofylem (zapříčiňuje postupnou degradaci tkání vlivem rozkladu chlorofylu, který je obsažen v rostlinách), a tak narušuje fotosyntézu. Hraje také význačnou úlohu v nových formách poškozování lesních porostů, jež jsou důkazem objevujícím se po celém světě. Tento oxid je absorbován především na povrchu nosních sliznic a sliznic horních cest dýchacích, což je důsledkem jeho rozpustnosti ve vodném prostředí. Jen malé množství pronikne až do dolních cest dýchacích, ze kterých se posléze dostává do krve. Vysoké koncentrace oxidu siřičitého mohou vyvolat poškození (Tabulka č.5), jako je bronchokonstrikce, chemická bronchitis a tracheitis, jak bylo pozorováno v pokusech na zvířatech a při pracovních expozicích nad 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Z dýchacích cest se oxid siřičitý dostává do krve. Jeho vylučování se děje hlavně močí (po biotransformaci na sírany, k níž dochází v játrech). Opakované krátkodobé pracovní expozice vysokým koncentracím oxidu siřičitého kombinované s dlouhodobými expozicemi nižším koncentracím mohou vést k výskytu chronické bronchitidy, a to zejména u kuřáků cigaret. V laboratorních testech byly u dobrovolníků pozorovány odpovědi na expozici tohoto plynu při relativně nízkých koncentracích.

Míra účinků byla mnohem vyšší, jestliže exponovaní jedinci zvýšili rychlost dýchání cvičením. Při koncentraci $10\ 000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ má oxid siřičitý ostrý a dráždivý zápach. Nejvyšší přípustná průměrná koncentrace je $10\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,00038%) a mezní činí $20\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (0,00076%).^{4) 12) 29)}

Tabulka č. – Účinky různých koncentrací oxidu siřičitého na lidské tělo⁵⁾

Koncentrace SO_2		Účinek
$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	obj. %	
2,62	0,0001	je cítit (spíše chutí)
5,24-13,1	0,0002-0,0005	je czřetelně cítit a lehce dráždí
26,2	0,001	dráždí okamžitě a zřetelně
52,4	0,002	silně drážděny oči, kašel
do 131	0,005	delší pobyt ještě snesitelný
do 262	0,01	snesitelné kratší dobu
1 310	0,05	v ktátké době smrt
2 620	0,1	dráždí v několika minutách vlhkou kůži
8 000	0,3	smrt v 5 - 10 minutách

V. *Nitrózní plyny*

Mezi nejnebezpečnější nitrozní plyny patří oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO_2). Oxid dusnatý i dusičitý jsou složky výfukových plynů a jsou jedovaté. Také vznikají spalováním fosilních paliv, biomasy a zpracováním půdy. Do této skupiny patří též N_2O , který na rozdíl od předchozích pochází především z přírodních zdrojů, a to při mikrobiální denitrifikaci (proces v koloběhu dusíku, při němž se mění dusičnany na elementární dusík) v půdě a vodě.^{4) 13)}

b. *Nebezpečnost*

Oxidy dusíku napadají sliznice horních cest dýchacích a zvyšují nebezpečí respiračních onemocnění. Tyto oxidy obsažené v ovzduší přispívají ke vzniku ozonu a ke vzniku fotochemického smogu tzv. losangeleského, neboli suchého smogu (letního). Pokud se oxidy dusíku dostanou do těla, začínají v lidském těle probíhat

složité chemické reakce, které dávají vzniknout látkám, jenž napadají krevní částice, což vede ke kolapsu organismu a celkovému kómatu. Příznakem je rozšíření cév, kolísání krevního tlaku, bolest hlavy a mdloby. Další sloučenina dusíku, jenž vzniká, je oxid dusný, který se ale mezi nitrózní plyny neřadí. Jde o bezbarvý plyn slabého zápachu a nasládlé chuti. Nitrózní plyny působí především dráždivě na sliznici dýchacích cest a plic, ale mohou mít i narkotický účinek. Právě toto vyvolává dráždivý kašel, dušnost a cyanózu. Po delší době (5 – 72 hodin) se může objevit zvracení a závratě. Otrava může vyústit těžkou dušností, a to kvůli edému plic. Dále je snížena kapacita krve pro přenos kyslíku z důvodu zvýšené tvorby methemoglobinu. Při poskytnutí první pomoci je důležité dostat postiženého ze zamořeného místa. Pokud se vyskytnou větší dechové potíže, je nutná oxygenoterapie, nebo asistovaná ventilace. ^{4) 11) 12) 21)}

Tabulka č.6 – Účinky koncentrací NO_x ⁵⁾

Koncentrace NO _x		Účinek
mg.m ⁻³	obj. %	
9,4	0,0005	znatelné čichem
18,8-37,6	0,001-0,002	dráždí málo a po delší době
112,8	0,006	zřetelně dráždí ihned
188	0,01	zřetelné rezavě červené zbarvení, pobyt v této koncentraci déle než 30 minut je velmi nebezpečný způsobuje křečovitý kašel, dušnost, zvracení, otok plic, způsobuje smrt po 6 - 10 hodinách (kdy se teprve projeví účinky otravy)
564	0,03	

- Oxid dusnatý (NO) – Opět jde o bezbarvý plyn, který je velmi jedovatý. Při kontaktu s kyslíkem při styku s kyslíkem a vzdušnou vlhkostí se mění na oxid dusičitý, který má dráždivé účinky pro dýchací cesty, je těžší než vzduch. ^{2) 4)}
- Oxid dusičitý (NO₂) – Jde o hnědočervený, velmi jedovatý plyn s charakteristickým zápachem. Organismus reaguje na jeho přítomnost dráždivým kašlem, edémem plic s následnou smrtí udušením.

Nebezpečná je doba latence, bezprostředně po nadýchání se projeví pouze mírné příznaky a teprve po několika hodinách se projeví vlastní otrava.^{4) 21)}

VI. *Dusíkaté organické sloučeniny*

Mezi dusíkaté organické sloučeniny patří například aminy (deriváty amoniaku), nitrosloučeniny (sloučeniny obsahující skupinu NO_2), nitrososloučeniny (sloučeniny obsahující NO skupinu), diazoniové soli (iontové sloučeniny obsahující ion $-\text{N}\equiv\text{N}^+$), azosloučeniny (sloučeniny s vazbou $-\text{N}=\text{N}-$), kyanatany a isokyanatany. Zvláštní skupinou organických sloučenin dusíku jsou pak heterocyklické sloučeniny a nitráty. V kouři lesních požárů jsou z těchto organických dusíkatých sloučenin nejčastěji zastoupeny právě heterocyklické sloučeniny typu alkaloidů. Alkaloidy jsou organické sloučeniny, které vždy obsahují vázaný dusík, a to především v heterocyklické formě.^{4) 14)}

VII. *Dioxiny*

Dioxiny neboli polychlorované organické heterocyklické sloučeniny, jsou vysoce toxické látky, které vznikají například při požárech vegetace, na kterou byly aplikovány herbicidy, erupcí sopek, ale také spalováním odpadů obsahujících chlorované látky. Jde o sloučeniny odvozené od dibenzo-p-dioxinu. Název dioxin se používá pro 75 chlorovaných aromatických izomerů. Mezi nimi má jedinečný význam 2, 3, 7, 8 – tetrachlor – dibenzo – p – dioxin (TCDD). Tento typ izomeru je nejtoxičtější a jako jediný je zařazen mezi prokázané karcinogeny pro člověka. V přírodě se většinou vyskytují ve velmi malých koncentracích, ale vzhledem k jejich vysoké toxicitě a fyziologické aktivitě je jim věnována velká pozornost. Závažné otravy vznikly při výrobě, používání nebo likvidaci herbicidů s příměsí TCDD. Rozkládají se velmi pomalu a mají schopnost akumulovat se v tukových tkáních. Jejich eliminační poločas je až 8 let, proto látka po intoxikaci zůstává v těle i desítky let. Dioxiny jsou látky s vysokou teplotní odolností. Tepelný rozklad začíná až při 700 st.C. Neexistují žádné důkazy o tom, že tyto látky byly syntetizovány živými organismy a byly přirozenou součástí životního prostředí. Byla však identifikována celá řada sloučenin,

které dávají vznik dioxinům. Jako nejdůležitější skupina byly identifikovány pesticidy. Dioxiny jsou většinou produkovány ve stopovém množství společně s jinými látkami při teplotách 180 – 400 °C.^{6) 12) 14)}

a. Nebezpečnost

Informace o toxickém efektu dioxinu se velmi často odvozují od toxických efektů nejlépe prozkoumané sloučeniny z této skupiny a tou je již dříve zmíněný TCDD. Tento je vysoce toxický pro celou řadu organismů. Laboratorní testy ukázaly opožděnou mortalitu po 2 - 8 týdnech po expozici. Toxicita této sloučeniny není závislá na způsobu jejího podání a spočívá v tom, že se váží na genový regulační protein, neboli na tzv. arylhydrokarbonový receptor, který při interakci s DNA mění genovou expresi. Díky tomu dochází k indukci enzymů, které se účastní biotransformace xenobiotik a dalších enzymů regulujících buněčný cyklus a působících jako mediátory zánětu. Letální dávka pro člověka není přesně známa, ale u zvířat se udává LD₅₀ 0,3 – 45 µg/kg. Koncentrace, která se běžně vyskytuje v plazmě je 2 – 7 pg/g tuku. Nejvyšší koncentrace, která byla naměřena v tuku u mladé ženy s generalizovaným chlórakné, činí 144 000 pg/g tuku. Dioxiny se nerozpouštějí ve vodě, po dlouhou dobu přetrvávají v prostředí a ukládají se v tucích. U lidí poškozují imunitní i hormonální systémy způsobují poruchy metabolismu. U mužů mohou navíc poškozovat strukturu varlat či způsobovat zmenšení pohlavních orgánů. Naopak ženy mohou trpět poruchami funkce vaječníků a vážnými onemocněními dělohy. Také přestupují přes placentu do organismu nenarozených dětí a vyskytují se i v mateřském mléce. U dětí dioxiny mohou vést k vývojovým vadám a poškodit nervový systém. Každý organismus reaguje na tyto látky individuálně. Odezva na dioxiny se může objevit už při velmi nízkých koncentracích, ale naopak se nemusí objevit při koncentracích vyšších. V prvních dnech po intoxikaci vyvolávají únavu, nervozitu, snížení libida, intoleranci chladu a chlórakné, které se nejvíce vyskytuje v místě kontaktu kůže s touto skupinou látek. Pokud dojde k dlouhodobé expozici vysokými koncentracemi TCDD, objevuje se generalizovaná ateroskleróza pseudoneurastenický syndrom.^{2) 6) 12) 14)}

VIII. Kyanovodík

Kyanovodík (HCN) je kapalina se zápachem hořkých mandlí, která při pokojové teplotě tvoří páry. Je jedním z nejrychleji působících a nejprudších jedů, a to jak při požití, ve styku s pokožkou, ale i při vdechnutí. Za II. světové války byl používán k usmrcování vězňů v plynových komorách. Vzniká jako vedlejší produkt hoření, ale uvolňuje se především za podmínek pouhého doutnání za nízké přítomnosti kyslíku. Je asi 35x více toxický při akutní expozici než oxid uhelnatý, proto by měl být dále zkoumán jeho vliv na toxicitu kouře. Kyanid může být v kouři přítomen i ve formě isokyanátů. Isokyanáty jsou sloučeniny kyanidu a některých uhlovodíků a běžně se vyskytují v plastech a lepidlech. Vznikají při tepelném rozkládání uretanů a také při neúplném spalování sloučenin obsahujících dusík. Zvýšené hladiny této látky v kouři mohou způsobit ohrožení života, a to i v případě, že hladiny kyanovodíku a oxidu uhelnatého zůstávají nízké a ohrožení života nepředstavují.^{4) 12)}

a. Nebezpečnost

Jeho účinek na organismus je okamžitý a spočívá v blokaci oxidativního řetězce a to pomocí vazby na Fe^{3+} cytochromázy, díky čemuž následně dochází k útlumu buněčného dýchání (histotoxická hypoxie). Pokud se nepodají antidota, jsou tyto otravy smrtelné. Obzvláště vdechnutí vysokých koncentrací způsobuje bezprostředně smrt. Zasažení při nízkých koncentracích se projevuje škrábáním v krku, drážděním sliznic hrtanu a očí, bolestmi hlavy, silnou nevolností, zvracením, pocitem strachu, bušením srdce, dušností. Projevuje se slabostí paží a dolních končetin. Při těžkých otravách dochází k okamžitému bezvědomí, ke křečím, zástavě dechu, zástavě srdce. Mezi tato antidota patří například hydroxycobalamin, který kyanovodík přímo detoxikuje. Obecně se za toxikologicky významnou považuje koncentrace kyanidu do 1 mg/l krve. Množství větší než 3 mg/l jsou většinou smrtelné. Po expozici je cítit již zmíněný zápach hořkých mandlí, objevují se závratě, bezvědomí, dochází k otoku plic a následně i k srdeční zástavě (Tabulka č.7). Pozdním příznakem otravy, který se vyskytuje ve stadiu selhání oběhu a zástavy dechu, je cyanóza. Obvyklým nálezem bývá metabolická acidóza, vyšší hladina laktátu v krvi a také červené zbarvení vén očního pozadí. Co se diagnostiky a laboratorního vyšetření týče, je jako v případě všech otrav

nejdůležitější anamnéza na možný kontakt s toxickou látkou. U laboratoře je důležité přesné stanovení hladiny kyanidů v krvi, což však v případě akutní otravy není moc přínosné, neboť toto laboratorní vyšetření trvá až několik hodin. Pokud se však vyšetření provede, musí se brát ohled na krátký biologický poločas kyanidů, který je 1 až 3 hodiny. První pomoc spočívá především v přenesení postiženého z místa, kde se nadýchal látek, na bezpečné místo. Poté se podává kyslík a zajišťují se vitální funkce. Možné je i využití hyperbarických komor, a to v případech, kdy mají pacienti CNS příznaky a nereagují na tradiční léčbu, ale především při otravách v kombinaci s oxidem uhelnatým. Jen dýchání z úst do úst se nedoporučuje provádět, neboť by mohlo dojít k otravě i toho, kdo pomáhá. Pokud dojde k uzdravení, mohou být přítomny i neurologické následky, jako změny osobnosti, výpadky paměti či extrapyramidové syndromy. U těch případů, ve kterých došlo díky zplodinám hoření ke smrti, byly vždy významné koncentrace kyanidů doprovázeny vysokou koncentrací COHb v krvi. Proto se příčina smrti nedá jednoznačně určit. Poměrně dobře známé ohrožení oxidem uhelnatým při inhalaci kouře odvádí lékaře od možnosti, že by zde hrozily i další možnosti intoxikace (například právě zmíněným kyanovodíkem). Kyanid je nejzávažnější toxickou zplodinou, která vzniká při hoření materiálů, jenž se obvykle používají při stavbě domů. Toto je zásadní především při požárech lesních porostů v cizině, kde je mají tyto požáry velký rozsah a v těsné blízkosti se nachází obytné domy, které často požáru podlehnou také. Otrava kyanovodíkem z kouře při může způsobit smrt přímo, nebo tak, že postižený přestane být schopný reagovat na situaci, zpanikaří a nestačí uniknout ze zasažené oblasti. Poté, i pokud je kyanid přítomný i jen v nízkých koncentracích, tak může způsobit bezvědomí. Postižený poté stále dýchá velké množství zplodin. Diagnostický test, který by potvrzoval otravu kyanidy tak rychle, aby byl možný včasný zásah. Do budoucna se počítá s možným využíváním transkutánních monitorů, jako je tomu v současné době při detekci otravy oxidem uhelnatým. Tato technika by mohla stanovit hladinu kyanidu navázaného v krvi na hemoglobin. Zatím je možno tuto otravu stanovit pouze odhadem. Je třeba s ní počítat u všech osob, které se nadýchaly kouře při požáru v uzavřeném prostoru. Rozlišení otravy kyanidem a oxidem uhelnatým může být často problematické.^{4) 17) 18)}

Tabulka č.7 – Účinek koncentrací HCN na lidský organismus⁵⁾

Koncentrace HCN		Účinek
g/m ³	obj. %	
10	0,0009	ve vzduchu jej lze výrazně cítit
20	0,0018	příznaky lehké otravy po delší době
50	0,0045	snesitelné do 0,5 - 1 h
100	0,009	smrtelné po 0,5 - 1 h
200	0,018	smrt za několik minut
400	0,036	rychlá smrt
3 600	0,33	s DP lze vydržet 0,5 h
7 000	0,63	nebezpečí otravy v průběhu 5 min pobytu i s DP
22 000	2	i s DP se po 8 - 10 min projeví příznaky otravy přes
		pokožku

1.2 Charakteristika požárů

Rozsáhlý lesní požár je jedním z druhů přírodních krizových situací. Vyhláška Ministerstva vnitra č. 241/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) definuje požár takto: „Každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy.“⁽⁴³⁾

Pro účely požární ochrany se zavedly třídy požárů, do kterých se látky řadí především podle skupenství hořících látek. Třídy požárů jsou následující:

- Třída A – Do této skupiny se řadí požáry pevných, především organických látek. Jejich hoření bývá provázeno žhnutím. Řadí se sem například hoření dřeva, papíru, textilií.⁴¹⁾
- Třída B – V této skupině jsou požáry kapalin, nebo látek, které do kapalného stavu pechávají (benzín, barvy, tuky).⁴¹⁾
- Třída C – Zde jsou umístěny požáry plynů (vodík, metan, propan).⁴¹⁾

- Třída D – Požáry lehkých nebo alkalických kovů (hořčík, draslík, slitiny hliníku). Díky vysoké teplotě je na jejich hašení potřeba užít speciální suchá hasiva.⁴¹⁾

Proces hoření při požáru probíhá nerovnoměrně. Proces požáru, jestliže není prováděn účinný zásah, je charakterizován čtyřmi fázemi:

- Fáze 1 - doba od vzniku požáru do intenzivního rozvoje hoření trvá 3 až 10 minut, podle druhu hořlavého materiálu a podmínek jeho rozvoje²⁶⁾
- Fáze 2 - doba od intenzivního hoření až do zasažení požárem všech hořlavých materiálů²⁶⁾
- Fáze 3 - doba zachvácení celé plochy až do doby, kdy se bude zmenšovat intenzita hoření²⁶⁾
- Fáze 4 - od snížení intenzity hoření až do vyhoření hořlavých materiálů²⁶⁾

1.3 Lesní požáry

1.3.1 *Prevence lesních požárů*

Dříve se v lesích běžně vyskytovaly přírodní nebo uměle založené požáry, které je možné vidět ještě dnes např. v australské buši nebo v severoamerických národních parcích. Zde existují formy přírodního lesa, který by nemohl bez požárů vůbec existovat. V Evropě je však situace jiná. Les v této kulturní krajině představuje ničím nenahraditelný prvek, jenž plní mnoho životně důležitých funkcí pro lidstvo, proto člověk vytváří preventivní opatření k ochraně lesa.⁷⁾

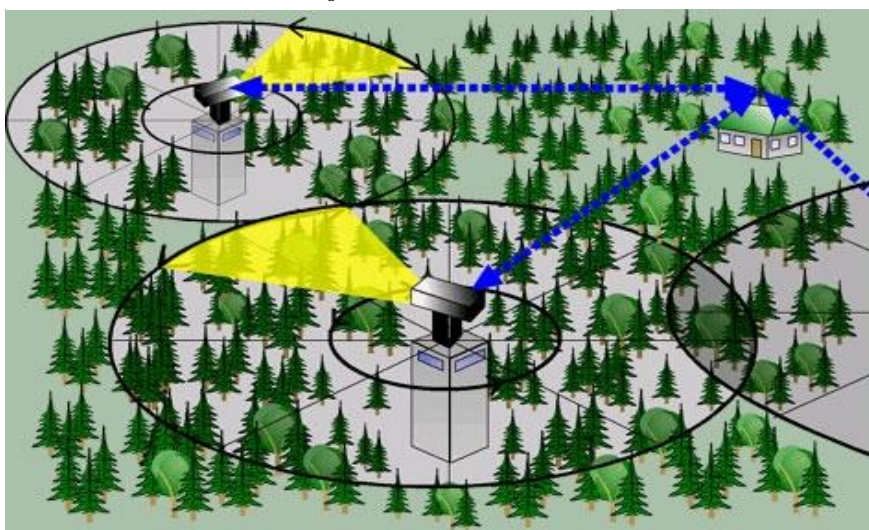
Prevencí je i dodržování například zákona č.133/1985 Sb., Hovoří se zde o povinnostech fyzických a právnických osob, ale i o tom, co fyzická osoba nesmí. Například si musí počínat tak, aby k požárům nedocházelo a nesmí provádět vypalování porostů.⁴⁶⁾

1.3.2 *Systém FIRE WATCH*

Jedná se o německý monitorovací systém, který je místní lesní správou používán od roku 2000. Díky systému v Německu poklesly škody způsobené požárem na 15%

původního rozsahu. Tento systém zjistí požár už v jeho počáteční fázi, což je ideální pro hasební zásah. Tento systém se jmenuje FIRE WATCH a podnik LČR se chystá k jeho zkušebnímu provozu, a to v oblasti Teplic a Liberce. Tato oblast byla vybrána, kvůli častým lesním požárům, na sledovaném území se monitorují i lesy jiných vlastníků, nejen podniku LČR. Na věž se umístí otáčející se snímač, který monitoruje oblast o poloměru 20 km. Optický senzor se otáčí kolem své vlastní osy a poskytuje obrazy ze 360°. Každých 10° jsou vytvořeny 3 obrázky, které jsou následně porovnávány a analyzovány. Systém může ukázat i ty nejmenší změny v atmosféře pomocí odstínů šedé (používá se více než 16 000 odstínů), označí místo původu kouře mrakem na elektronické mapě a přidělí tomuto místu vzniku souřadnice. Díky tomu mohou být lesní požáry detekovány v počáteční fázi (již při doutnání). Pokud jsou ve sledované oblasti přítomny stálé zdroje kouře, můžou být ze sledování vyřazeny. Pokud je zjištěn kouř, obsluha provede předem připravená opatření.³⁶⁾

Obr.č.2 – Monitorovací systém Fire Watch³⁶⁾



Lesním požárem se podle Evropské komise pro lesnictví rozumí oheň, který vypukne a šíří se v lese a na jiných lesních pozemcích nebo vypukne na jiných pozemcích a šíří se do lesa a na jiné lesní pozemky. Nezahrnuje však předepsaný nebo řízený požár, založený za účelem redukce nebo eliminace množství nahromaděného palivového dříví ležícího na zemi.³⁸⁾

Z hlediska lokalizace a likvidace patří tato skupina požárů k nejvíce složitým, neboť se porost rozkládá na velmi rozlehlých plochách, nejsou zde zavedeny přístupové cesty a jeho šíření probíhá velmi rychle. Také chování samotného ohně v lese je velmi nevyzpytatelné. Lineární rychlost šíření lesního požáru se různí, a to v závislosti na výšce plamene. Pokud je plamen vysoký do 0,5 m, pak průměrná rychlost šíření požáru činí 1 m.min⁻¹. Při výšce plamene do 1,5m se rychlost šíření pohybuje v rozmezí 1-3 m.min⁻¹ a pro výšku nad 3 m je to 3 m.min⁻¹ a více. Samotné zásahy pak vyžadují nasazení většího množství jednotek požární ochrany a bývají časově velmi náročné. Protože nelze zcela vyloučit ani nové rozhoření ze skrytých míst hoření, musí být zabezpečen dohled proti opětovnému rozhoření.^{3) 22)}

Nejčastější příčinou lesního požáru bývá nedbalost. Jedná se především o nedodržování pravidel chování v lese, jako například kouření, rozdělávání ohně či vypalování porostů. Často však příčiny nejsou objasněny, a to především kvůli rozlehlosti lesních požárů. Zvýšené riziko vzniku požáru nastává, pokud poklesne relativní vlhkost pod 53 % a trvá-li sucho za spolupůsobení vysokých teplot déle než 4 dny.²²⁾

Na vznik požárů lesa mají největší vliv následující faktory:

- klimatické podmínky a stav přízemní vegetace

Jak již bylo zmíněno dříve, nejvyšší nebezpečí vzniku lesních požárů je při trvání suchého, teplého počasí současně s nedostatkem dešťových srážek. Tyto podmínky většinou nastávají na jaře po sněhovém tání a trvají přibližně do konce května.²²⁾

- věk porostů a dřevina
- nadmořská výška

Je pravděpodobné, že vyšší nadmořská výška spojená s vyšší vzdušnou a půdní vlhkostí pravděpodobně brání náhodnému vzniku požáru. Jen tímto způsobem je možné se vysvětlit skutečnost, že v oblastech lesů patřící podniku LČR (Lesy České republiky) došlo na horských lesních závodech Harrachov, Vrchlabí, Horní Maršov, Vimperk, Kašperské Hory, Prachatice a Kladská v období let 1993–2007 ke škodě na lese ve výši 1 143 tis. Kč, což představuje ve srovnání s celkovou škodou na lese u LČR pouhých 0,62 %.⁷⁾

- atraktivnost lokality z hlediska návštěvnosti

Nejčastěji způsobili požáry v lese jeho návštěvníci, a to buď z důvodu podcenění možného nebezpečí při zacházení s otevřeným ohněm, špatně odhadnutým rizikem, z nezkušenosti (většinou v případě dětí) nebo úmyslně. K nejpostiženějším oblastem často zatěžovaným požárem patří lesy v turisticky atraktivních oblastech Frýdeckomíšecka, Brněnska, Křivoklátska, Teplicka a Liberecka.^{7) 9)}

1.3.4 *Dělení lesních požárů*

Požáry rozdělujeme dle několika parametrů. Prvním parametrem rozdělení je výskyt požáru, kdy se dělí na požáry na otevřených prostranstvích a v uzavřených prostorách. Podle typu hořících látek máme požáry pevných látek, hořlavých kapalin, plynů a požáry kombinované. Toto rozdělení nám určuje i druh hasební látky, která bude použita. Požáry rozlišujeme také podle možnosti šíření na rozšiřující se a nerozšiřující se, kde šíření brání ohrazení hořlavé látky a může být i časově omezeno, jako například množstvím hořlavé látky. Rozšiřujícími se požáry označujeme takové, které jsou doprovázeny zvětšováním geometrických rozměrů (délka, šířka, výška). Rozšiřující se i nerozšiřující se požáry mohou vzniknout či se rozvíjet v několika oblastech, jako například v občanských, průmyslových či zemědělských objektech, dále v lesním hospodářství či v dopravě. Podle polohy k povrchu země se mohou požáry dělit na podzemní, přízemní, středně vysoké a výškové. Dalším parametrem je rozsah. V tomto případě existují požáry malé, střední, velké a katastrofické. Podle doby trvání rozeznáváme požáry krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé a dle zjistitelnosti na otevřené a skryté.^{1) 22)}

Lesní požáry dělíme na podzemní, pozemní a korunový. Podzemním požárem se rozumí požár rašeliny nebo vrstvy hlubokého humusu, jenž se projevuje skrytým hořením pod vrstvou hrabanky. Tento druh často uhasne sám, když narazí na nějakou překážku (skály, jíly, písky, atd.). Velmi nebezpečné je vstupovat na místo podzemního požáru bez zajištění, neboť může dojít k propadu do prohořelých dutin. Požáry půdního krytu neboli hrabanky, trávy a mechu, se označují jako pozemní. Nejnebezpečnějším a nejrychleji se šířícím druhem je požár korunový. Tento probíhá ve větvích stromů

po přechodu z pozemního požáru. Celý průběh všech tří druhů požárů ovlivňuje mnoho parametrů.^{1) 22)}

Z meteorologických parametrů je to například směr, síla a rychlost větru, relativní vlhkost vzduchu, venkovní teplota a intenzita slunečního záření. Dále průběh požáru ovlivňuje hořlavost různých druhů lesních porostů a jejich stáří a také terén, na kterém se požár odehrává, což je důležité zejména pro dostupnost požární techniky a tím zdolání požáru. Pro zdárný průběh zdolávání lesního požáru je možné využít i letecké hasební techniky. Společným jevem pro všechny požáry je výměna plynů, které určují kvalitativní i kvantitativní stranu všech parametrů požárů v čase a prostoru. Při požárech v budovách můžeme regulovat proudění kouře a vzduchu, co do množství, pomocí izolace místnosti, v níž hoří. Při požárech na otevřeném prostranství se proudění plynů nereguluje.^{1) 22)}

1.3.5 *Důsledky lesních požárů*

K negativním důsledkům požárů, avšak nejen těch lesních, patří bezesporu i uvolňování toxických látek z objektů, jenž hoří. Kouř, který vzniká při požárech, je pro zdraví lidí nebezpečný. Většina obětí nezemře na důsledky popálenin, ale na otravu toxickými zplodinami hoření. Hořením biomasy se do okolí uvolňují některé polutanty. Které se zrovna uvolní, to závisí zejména na meteorologických podmínkách, jako například síla větru či vlhkost, a na druhu porostu. Nejčastěji se uvolňujícími polutanty jsou oxid uhelnatý, oxid uhličitý, oxid siřičitý, oxidy dusíku či polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH). Během doutnání se uvolňuje acetonitril, aceton, benzen a toluen. Řadí se sem ještě i další, dosud neznámé látky.³³⁾

„Při požárech nedaleko Mexico City se v ovzduší nacházel i kyanovodík, amoniak, formaldehyd, methanol, kyselina octová a mravenčí, velké množství nasycených a nenasycených uhlovodíků, polyaromatické uhlovodíky a řada dusíkatých organických sloučenin. Uvádí se, že vznikající dusíkaté organické sloučeniny, mohou být příčinou vysoké zdravotní nebezpečnosti (toxicita tam byla) kouře. Většinou se jedná o heterocyklické sloučeniny typu alkaloidů. Spolu s nanočásticemi uhlíku (sazemi) vytváří aerosol s dráždivými účinky na respirační systém a vysokou inhalační toxicitou.“³³⁾

Pokud dojde k hoření biomasy, jenž obsahuje zbytky herbicidů, dojde k emisi dioxinů, kyanovodíku, fosgenu, aj. Herbicidy jsou chemické látky, které se užívají k hubení nežádoucích rostlin. Díky relativně malým aplikačním dávkám a rychlému rozkladu herbicidů, se toto nebezpečí jeví jako teoretické. To vysvětluje, proč smrtelné otravy kouřem z lesních požárů jsou tak časté.¹⁴⁾

1.3.6 *Hašení lesních požárů*

„Přerušení hoření při požáru znamená zastavit exotermickou reakci, která probíhá v tenké svítící vrstvě pásma hoření.“¹⁹⁾

Způsoby bojové činnosti jednotek požární ochrany při hašení požárů rozpracovává a zkoumá požární taktika. Hlavním bojovým úkolem jednotek požární ochrany je záchrana lidí, zvířat, majetku a likvidace požáru v tom rozsahu, v jakém byl při příjezdu požární jednotky. Hašení požárů se skládá z několika druhů bojové činnosti. V Bojovém řádu jednotek požární ochrany najdeme mimo jiné i taktický postup zásahu právě u lesních požárů, a to konkrétně na Metodickém listě číslo 21. Při provádění průzkumu se za důležité považují informace o vlastnostech samotného požáru (směr a rychlost šíření, plocha), dále je nutné znát objekty, které se nacházejí v cestě šíření požáru, a tudíž jsou jím ohroženy a jiné možné překážky, cesty a možnosti dodávky vody. Před samotným hašením musí velitel zásahu rozhodnout o jedné z jeho možných variant. Buď může nařídit hašení po celé frontě požáru, nebo začít u nejnebezpečnějšího místa hoření po stranách a v týlu. Tento způsob se volí při hašení na velké ploše a s cílem vytvořit proluky na ploše zasažené požárem, rozdělit tak hořící plochu na drobné úseky a následně likvidovat požár na těchto úsecích. Dále může velitel zásahu po zhodnocení zvolit hašení přední fronty požáru s pozdější likvidací ohně po stranách a v týlu, či začít hasit požár po stranách a postupně zužovat ohněm zasažené plochy. Variantou je i začátek likvidace požáru po stranách a v týlu s postupným přibližováním se k přední linii fronty požáru, a to větší rychlostí, než je rychlost požáru. Velitel zásahu může nařídit i založení protipožáru na vhodném místě (přírodní nebo umělá překážka - silnice, násep, potok), kde dochází k místní změně směru proudění vzduchu směrem k frontě požáru, neboli tzv. nasávání vzduchu požárem.⁴⁰⁾

Pokud jsou vytvářeny již zmíněné proluky jako překážky pro šíření korunového požáru, musejí se vytvářet s dostatečným předstihem a podle výšky okolních porostů. Většinou se vykácení stromy tak, aby směřovaly korunami směrem od ohně. Při určování proluk se využívá například i lesních cest, vodních toků, silnic, železnic či polí.⁹⁾

1.3.7 *Prověřovací cvičení*

V září v roce 2009 se ve vojenském výcvikovém prostoru v Doupovských horách uskutečnilo prověřovací cvičení nazvané Forest Fires 2009. Toto cvičení organizoval HZS Karlovarského kraje a bylo zaměřeno na zdolávání požárů lesních a travnatých porostů. Cílem bylo ověřit nasazení dostupných technických prostředků využitelných při hašení těchto požárů a samozřejmě i vyzkoušení jejich koordinovaného nasazení. Tohoto cvičení se zúčastnilo 196 kusů požární techniky a téměř 500 hasičů a záchranářů. Dále byly přítomny i jednotky PČR či ZZS. V rámci cvičení se účastnily i jednotky Záchraného útvaru HZS Hlučín, které na místo cvičení dopravily mobilní humanitární základnu pro příjem evakuovaných osob.³⁵⁾

1.4 **Dřevo**

Dřevo je složeno z organických látek. Nejvíce zastoupenou složkou je celulóza, dále dřevo obsahuje i hemicelulózu či lignin. Při zahřívání do 150°C ztrácí nejdříve dřevo volnou vlhkost, do 200°C vodní páru z vlhkosti vázané, k aktivnímu tepelnému rozkladu dochází od 220°C, hořlavé produkty rozkladu se tvoří od 280°C. Teplota vzplanutí se podle druhu dřeva a jeho vlhkosti pohybuje od 250 do 350°C a teplota vznícení v rozmezí 330 - 470°C. Při teplotě 300°C dochází mimo jiné i k vytvoření oxidů uhlíku (CO, CO₂). Po vznícení se rozkladem horní vrstva dřeva mění na dřevěné uhlí a dosahuje teploty 400 – 500°C, čímž nahřívá nižší vrstvu, z níž se uvolňují další těkavé produkty. K tomu je také třeba dostatečná teplota, plamen se nesmí příliš ochladit. Při hoření dřeva vzniká kouř, který má šedočernou barvu.^{16) 29) 34)}

Celulóza je vláknitá hořlavá látka, která se získává zpracováním dřeva. Je také hygroskopická, což znamená, že snadno přijímá vodu a vlhne. V suchém stavu je velmi stálá. Existuje však řada mikroorganismů, které ji umějí rozložit a využít (tyto

mikrobiální procesy se uplatňují při hnití nebo tlení dřeva). Vzhledem k tomu, že v celulóze připadá na každý atom uhlíku jeden atom kyslíku. Lignin je další významnou složkou dřeva stromů. Jednou z jeho funkcí je mechanické zpevnění buněčných stěn a také tvoří součást kapilár, které v rostlině vedou vodu a živiny. Tvoří zhruba třetinu hmotnosti dřeva. Při nedokonalém spalování dřeva se z něj uvolňují různé aromatické sloučeniny.^{10) 16) 34)}

Výhřevnost dřeva se dává v průměru kolem 13 MJ/kg při vlhkosti 25%. V menší míře je dána druhem (12 MJ/kg u habru, 14 MJ/kg u jedle). Pro výhřevnost je důležitý obsah vody. Čerstvé dřevo po porážení má obsah vody asi 55% a výhřevnost kolem 7 MJ/kg. Statistická šetření ukazují, že jsou požáry nejvíce ohroženy jehličnaté stromy, a to kvůli obsahu pryskyřic a silic a také mlaziny. Naopak celkem odolné jsou stromy listnaté, neboť ve svých listech obsahují vyšší obsah vody. U lesních odpadů, jinak dendromasy, se může spalovat přímo kusy dřeva, resp. dřevné štěpky či brikety vyrobené z lesní biomasy. Čím více je lesní biomasa upravená, tím nižší má vlhkost a vyšší výhřevnost. Prevenci lesních požárů by mohly příznivě ovlivnit některé prvky lesního hospodářství, jako například dobře fungující trhy s bioenergií, které jsou často narušovány v důsledku nedostatečného lesního hospodářství kvůli rozdělení vlastnických vztahů, pokud se vytvoří hospodářský podnět pro odstraňování biomasy z lesa, neboť právě ta v nich „žíví“ požáry. Bylo například zjištěno, že druh biomasy má významný vliv na složení výsledných emisí polychlorovaných dibenzo-p-dioxinů a polychlorovaných dibenzofuranů.^{16) 20)}

1.4.1 Procesy při spalování dřeva

Při zahřívání dojde nejdříve k odpařování ve dřevě přítomné vody. Toto odpařování vody spotřebuje velké množství tepla a současně dřevo ochlazuje. Díky špatné tepelné vodivosti dřeva a i díky tomu, že má voda poměrně vysoké výparné teplo, dochází u větších kusů dřeva k procesu odpařování vody ještě dlouhou dobu potom, kdy už dřevo na povrchu hoří. Až po odpaření vody ve vysušené zóně vzroste teplota a dochází k uvolňování dalších prchavých látek (např. pryskyřice) a k tepelnému rozkladu jednotlivých látek, ze kterých se dřevo skládá. Vzniká směs hořlavých plynů a zbývá tzv. dřevěné uhlí. Uvolněná prchavá hořlavina (plyny) v sobě nese

přes polovinu energie obsažené ve dřevě. Pokud není přítomno dostatečné množství vzduchu nebo dostatečně vysoká teplota, hořlavé plyny se vzduchem hoří ve formě dlouhého plamene, ale nedojde ke spálení všech spalitelných složek. Pokud je však nadbytek vzduchu, tak se plamen příliš ochladí a část hořlaviny se vyloučí ve formě sazí (uhlík). Když je kyslíku málo, tak zase nemůže dojít k úplnému spálení (oxidaci až na oxid uhličitý). V každém případě to znamená, že ztratíme část energie v palivu obsažené. Z tohoto důvodu by tzv. spalovací komory, ve kterých probíhá řízené hoření, měly mít dostatečně vysokou teplotu t.j. měly by být tepelně izolovány a do plamene by se v určité vzdálenosti nad roštem měla přimíchávat tzv. sekundární vzduch, který umožní dohoření zbylých, dosud nespálených, plynů. Tím se uvolní i zbylá energie v palivu obsažená a do komína pak odchází jen oxid uhličitý, vodní pára a dusík. Pokud je teplota plamene dostatečně vysoká dochází v určité míře k reakci dusíku a kyslíku za vzniku směsi oxidů dusíku. Tato reakce je z hlediska energetického nevýznamná, nicméně velmi zásadní je z hlediska emisí (oxidy dusíku jsou považovány za škodlivé emise).^{10) 16) 20) 29)}

1.5 Hodnocení rizika

Závažnost problémů, které byly způsobeny přítomností nebezpečných látek v prostředí je posuzována na základě pravděpodobnosti výskytu nepříznivých důsledků při expozici těmto látkám. „Riziko je vyjádřeno jako pravděpodobnost, se kterou za definovaných podmínek expozice skutečně dojde k projevu škodlivého účinku. V numerickém vyjádření se tato pravděpodobnost může pohybovat až od 0 (k poškození vůbec nedojde) do 1 (k poškození dojde ve všech případech).“¹⁴⁾

Pokud určujeme nebezpečnost látky, musíme brát v úvahu následující: je-li látka výbušná, hořlavá, oxidující, akutně toxická, dráždivá, žíravá, senzibilizující, toxická při opakované dávce, mutagenní, karcinogenní nebo toxická pro reprodukci. Cílem hodnocení expozice je provést kvantitativní nebo kvalitativní odhad dávky nebo koncentrace, které by obyvatelstvo mohlo být vystaveno.^{13) 14)}

Samotné hodnocení rizika je postup, který využívá spojení všech dostupných údajů a vědecký úsudek pro určení druhu a stupně nebezpečnosti představovaného

určitým faktorem a charakterizaci existujících a potencionálních rizik z uvedených zjištění vyplývajících. Tento proces se skládá z pěti kroků. ¹⁴⁾

1.5.1 *Určení nebezpečnosti*

Tento krok zahrnuje sběr a vyhodnocení dat o typech poškození zdraví, jenž mohou být vyvolána určitými chemickými látkami a zároveň o podmínkách expozice, za kterých k poškození dochází. Pro tento účel se užívá například pokusů na laboratorních zvířatech, epidemiologických studií (či pokusy na dobrovolnících) a vztahů mezi strukturou látek a jejich účinností (QSAR analýza). Účelem těchto metod je zjištění, zda jsou sledované látky nebezpečné pro člověka. ^{12) 14)}

1.5.2 *Určení vztahu dávka – odpověď*

V této části se popisuje kvantitativně vztah mezi dávkou a rozsahem poškození, škodlivým účinkem a nemocí. Zde je vyžadováno extrapolace zvíře – člověk a extrapolace do oblasti nízkých dávek. Dle povahy účinku látky existují dva základní přístupy ke kvantifikaci tohoto vztahu dávka – odpověď. Hodnota NOAEL je nejvyšší dávka, při které ještě není pozorována žádná nepříznivá odpověď na statisticky významné úrovni ve srovnání s kontrolní skupinou. Tato dávka se stanovuje u látek, které nemají karcinogenní účinek a vychází z tzv. prahového přístupu. Dále se může stanovit hodnota NOEL, což je nevyšší úroveň expozice, při které není pozorována žádná odpověď na statisticky významné úrovni s kontrolní skupinou. Látky, které mají karcinogenní účinek, mají bezprahový přístup, což znamená, že neexistuje limitní expoziční dávka, při které se účinek neprojeví. Výsledkem je tzv. faktor směrnice vztahu dávka – odpověď. Tento výsledek vyjadřuje horní mez 95% intervalu spolehlivosti u expoziční dávky, u které při celoživotní expozici nedojde ke vzniku rakoviny. ^{12) 14)}

1.5.3 *Hodnocení expozice*

Při hodnocení rizika znamená expozice tzv. nabídku škodliviny, která zakládá vznik rizika. Vlastní hodnocení expozice popisuje zdroje, cesty, velikost, četnost a trvání expozice dané populace sledované látce. Známe celkem tři základní přístupy k hodnocení expozice:

A. Přímé měření koncentrace znečišťující látky v prostředí, které umožní stanovení absorbované dávky, neboli množství chemické látky, které pronikne během expozice do organismu. Tato hodnota se vyjadřuje jako hmotnost absorbovaná jednotkou tělesné hmotnosti za jednotku času (např. mg/kg/den). ¹⁴⁾

B. Biologické monitorování, neboli měření koncentrace nebezpečné látky či jejích metabolitů v lidském těle a odhad expozice na základě naměřených hodnot. Pro biologické monitorování je možné použití metod jako je spektrofotometrie, imunochemické metody, chromatografické metody či tandemové metody s hmotnostní spektrometrií. ¹⁴⁾

Spektrofotometrií se stanovují vlastnosti vzorku, např. koncentrace určité látky v roztoku, na základě pohlcování světla v různých vlnových délkách spektra. Přístroje, které umožňují vlnovou délku monochromatického světla libovolně nastavit, nebo měřit část absorpčního spektra v určitém úseku vlnových délek, se nazývají spektrofotometry. Uplatňuje se například při stanovení karbonylhemoglobinu v krvi, či ke stanovení kyanidů. ^{2) 14)}

Imunochemické metody jsou založené na reakci specifické protilátky s jedem, který má často charakter haptenu, neboli látky o nízké molekulové hmotnosti, která dokáže vyvolat imunitní odpověď pouze po navázání na látku s vyšší molekulovou hmotností (např. bílkovinu). ²⁾

Chromatografické metody mají různé způsoby detekce. Obecně chromatografie znamená souhrnné označení pro skupinu fyzikálně-chemických separačních metod. Molekuly analytu se u všech typů chromatografických separací rozdělují mezi stacionární a mobilní fázi. Dělení je založeno na rozdílné distribuci složek směsi mezi mobilní a stacionární fázi. Všechny chromatografické metody vyžadují vhodný způsob detekce, závisejí na druhu (chemickém složení) jedu. První z těchto metod je tzv. chromatografie na tenké vrstvě (TLC), která je nejsnáze dostupná a rychlá. Dalším typem je chromatografie plynová (GC), která dovoluje stanovit těkavé látky, jiné až po předchozí analytické přípravě (derivatizaci). Posledním typem je vysokotlaká kapalinová chromatografie (HPLC). ²⁾

Hmotnostní spektrometrie (MS) je fyzikálně-chemická metoda určování hmotnosti atomů, molekul a jejich fragmentů po převedení na kladné nebo záporně nabitě ionty. Těžištěm analytického využití je především stopová analýza organických látek s důrazem a zjištění jejich chemické struktury a tedy chemické identity. V současnosti je nepostradatelnou metodou v tandemovém uspořádání s plynovou (GC-MS), anebo nověji s kapalinovou chromatografií ^{2) 14)}

C. Dále existují dva modely, které popisují osud látky v prostředí. Prvním je model matematický, který je založen na biologickém či fyzikálním mechanismu. Druhým modelem je model statistický, neboli empirický, který se snaží najít co nejvhodnější funkci pro popis pozorovaných závislostí. ²⁾

1.5.4 Charakterizace rizika

V tomto posledním kroku se spojují data, která byla získána v předešlých krocích a která vedou k určení pravděpodobnosti, s jakou dojde k možným poškozením lidského organismu. ¹⁴⁾

1.5.5 Závěry

Závěry z celého procesu hodnocení rizika se vyjádří jako jedna z těchto čtyř možností:

- Hodnocená látka nepředstavuje pro exponovanou skupinu lidí významné zdravotní riziko, nejsou potřebné další informace o této látce a ani její další zkoušky. ^{4) 14)}
- Zkoumaná látka představuje možné riziko pro zdraví. Ke konečnému hodnocení rizika ale není dostatek informací. V procesu hodnocení rizika se bude pokračovat na základě dalších informací, pokud množství látky uváděné na trh dosáhne dalšího limitního množství. ^{4) 14)}
- Látka představuje pro exponovanou skupinu osob zdravotní riziko. Pro konečné hodnocení jsou nezbytné další informace (zkoušky). ^{4) 14)}
- Látka představuje pro exponovanou skupinu osob významné riziko a ministerstvo doporučí Ministerstvu životního prostředí provést opatření na snížení rizika. ^{4) 14)}

1.5.6 *Test akutní inhalační toxikologie*

Test je prováděn na skupině pokusných zvířat (hlodavců). Minimální počet testovaných hlodavců je 10 (5 samic a 5 samců). Tito jsou exponováni po určenou dobu zkoumané látky v odstupňovaných koncentracích. Co se týká expoziční koncentrace, musí být dostatečný počet úrovní dávek (minimálně 3) a mají být vhodně odstupňovány tak, aby byl u testovacích skupin viditelný rozsah toxických účinků a mortality. Minimální doba expozice činí 4 hodiny. Získané údaje musí stačit na znázornění vztahu mezi dávkou a mortalitou. Je-li to možné, musí umožnit i stanovení LC50 s přijatelnou spolehlivostí. Nedojde-li po 4 hodinové expozici všech hlodavců plynu v koncentraci 20 mg.l⁻¹ nebo parám či aerosolu tekuté nebo pevné látky v koncentraci 5 mg.l⁻¹ během 14 dnů k úhynu vyvolanému zkoumanou látkou, považují se další pokusy za zbytečné. Poté se zvířata pozorují a zjišťují se účinky a případy uhynutí. Zvířata se po pokusu pitvají. Nakonec se mimo jiné uvede hodnota LC50 pro každé pohlaví stanovená po skončení doby pozorování (s uvedením metody výpočtu), 95%-ní interval spolehlivosti pro LC50 (pokud je možno jej stanovit), křivka závislosti mortality na dávce (koncentraci) a její směrnice (pokud to dovoluje metoda stanovení), pitevní nálezy a všechny histopatologické nálezy.⁴³⁾

2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl práce

Cílem mé magisterské práce, která má název Srovnání znalostí o nebezpečných látkách vzniklých při požárech lesa u laické a odborné veřejnosti ve vybraném regionu, je na základě dat získaných z dotazníků zjistit, jaké znalosti v oblasti nebezpečných látek, které při požárech lesů vznikají, mají lidé z laické a odborné veřejnosti. Také pomocí dostupných literárních i jiných údajů a materiálů popisují nebezpečné chemické látky vznikající při lesních požárech a posuzují jejich možná rizika pro lidi. Dále uvádím počty těchto typů požárů a další informace o nich, a to na území celé České republiky a v Plzeňském kraji.

2.2 Hypotézy

H_1 Teoretické rozdělení znalostí u laické veřejnosti je blízké normálnímu rozdělení.

H_2 Teoretické rozdělení znalostí u HZS je vzdálené od normálního rozdělení a blíží se k Poissonovu rozdělení.

3 METODIKA

V praktické části své práce nejprve popisuji nejčastější nebezpečné látky, které vznikají při požárech lesa. Uvádím popis jejich účinků, u většiny z nich i příznaky při jejich intoxikaci, možnou léčbu a první pomoc. Dále uvádím informace o těchto typech požárů. Tyto informace jsem získala z ročenek HZS ČR, vydávaných GŘ HZS ČR. Ročenky, ze kterých jsem informace čerpala, pocházely z let 2006 – 2011. Jedná se o sjednocení údajů o nejčastějších příčinách vzniku požárů lesů za každý rok, o počtech zraněných i usmrčených lidech, celkových škodách, atd. Srovnávám zde tyto údaje mezi celou ČR a mezi Plzeňským krajem.

Pro získání údajů potřebných pro splnění cílů a ověření hypotézy mé diplomové práce jsem zvolila kvantitativní výzkum, pro který jsem vytvořila dotazník. Tento dotazník byl rozdán laické i odborné veřejnosti. Laickou veřejnost představuje 50 lidí z mého okolí. Do odborné veřejnosti jsem zahrnula 50 členů jednotek HZS Plzeňského kraje, konkrétně z požárních stanic Přeštice, Košutka, Zbiroh. Z těchto požárních stanic jsem náhodně vybrala 50 příslušníků HZS.

Dotazník čítal celkem 19 otázek, přičemž každá měla 4 varianty odpovědí, z nichž však jen jedna byla správná. Dále byly v dotazníku použity i dvě doplňující otázky, kde se vybrala jen kladná či záporná odpověď.

Vyhodnocení dotazníku jsem provedla s pomocí empirických statistických metod. Nejprve bylo zapotřebí formulovat statistické šetření, poté škálování a měření a nakonec byly provedeny výpočty daných empirických parametrů.

4 VÝSLEDKY

4.1 Použitý dotazník

Dotazník, který jsem sestavila, se skládá celkem z dvaceti otázek, z nichž poslední dvě jsou otázkami doplňujícími. Každá z osmnácti otázek má celkem čtyři možné odpovědi, z nichž však jen jedna je správná. Správnou odpověď měli dotazovaní zakroužkovat. Na poslední dvě otázky mohli dotazovaní odpovědět variantou „ano – ne“. Každá otázka, na kterou respondenti odpověděli správně, byla obodována, a to jedním bodem. Proto mohl každý získat maximálně 20 bodů. Po sestavení otázek bylo vytištěno celkem 100 dotazníků, které byly následně předány následovně: 50 dotazníků pro laickou veřejnost a 50 dotazníků pro odbornou veřejnost, kterou zastupují hasiči z HZS PK (konkrétně ze stanic Košutka, Přeštice, Zbiroh).

Použité empirické statistické metody

a. Teoretické rozdělení normální – spojité teoretické rozdělení

- Normální rozdělení je symetrické jednovrcholové rozdělení, jenž je symetrické okolo střední hodnoty. U označení hustoty normálního rozdělení se také můžeme setkat s označením Gaussova křivka. Hustota pravděpodobnosti má zvonovitý tvar, což znamená, že maxima dosahuje ve své střední hodnotě. Oba "konce" tohoto rozdělení vypadají, jako by se dotýkaly osy x, ale nikdy se jí nedotknou, i když jsou jí tím blíže, čím více se vzdalujeme od střední hodnoty, a to jak doleva, tak doprava. Tvar hustoty pravděpodobnost normálního rozdělení je následující:

$$\rho(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

To, že se náhodná veličina řídí normálním rozdělením s parametry μ a σ , zapisujeme takto: $N(\mu, \sigma)$. Parametr μ je představován obecným momentem 1.řádu, který je analogem aritmetického průměru. Parametr sigma je představován druhou odmocninou centrálního momentu 2.řádu, což je i směrodatná odchylka S_x . Normální

rozdělení je jednoznačně určeno střední hodnotou a rozptylem, jež jsou jeho parametry. Pokud tedy tyto dvě charakteristiky známe, můžeme určit lehce již vše ostatní - to je tvar celého rozdělení. V závěru výpočtů se používá tzv. χ^2 test, který slouží pro ověřování neparametrické hypotézy. Při tomto testování určujeme experimentální a kritické hodnoty. Dále se díky kritické hodnotě zapíše tzv. kritický obor. Pokud pak bude hodnota experimentální prvkem tohoto kritického oboru, přijímá se alternativní hypotéza. To znamená, že dané empirické rozdělení nelze nahradit zamýšleným rozdělením teoretickým. Pokud však nastane situace opačná a experimentální hodnota nebude prvkem tohoto oboru, můžeme přijmout nulovou hypotézu, což znamená, že dané empirické rozdělení je možné nahradit námi zvoleným teoretickým rozdělením. Poté se stanoví hladina statistické významnosti alfa, která nám ukazuje pravděpodobnost chybného zamítnutí naší hypotézy. Pokud zvolíme $\alpha = 0,05$ a současně bude přijata H_0 , můžeme říci, že pokud vybereme 100 krát VSS ze ZSS, tak se v 95 případech potvrdí, že empirické rozdělení můžeme nahradit normálním.

b. Teoretické rozdělení diskrétní – Poissonovo rozdělení

- Toto diskrétní rozdělení vznikne například, když události nějakého druhu nastávají náhodně v čase či prostoru. Je-li pravděpodobnost nějaké výjimečné události relativně malá a rozsah výběru poměrně velký, pak Poissonovo rozdělení v podstatě splývá s binomickým, ale je mnohem výhodnější pro počítání. Například když n je příliš velké (v tisících), pak je velmi obtížné binomický koeficient vypočítat. Příkladem je náhodná veličina X , která představuje počet výskytů nějaké výjimečné události v daném intervalu. Veličina i tedy může nabývat celočíselných hodnot od 0 do $+\infty$. λ je konstanta označující průměrný počet událostí v intervalu (času nebo prostoru). Pravděpodobnostní a distribuční funkce P_i a F_i :

$$i = 0, 1, 2, \dots, \infty; \text{ kde } i \leq \infty$$

$$P_i = e^{-\lambda} \frac{\lambda^i}{i!} \qquad F_i = \sum_{j=0}^i P_j \qquad \chi^2_{exp} = \sum_{i=0}^k \frac{(ni - nP_i)^2}{nP_i}$$

Následný test normality provedeme pomocí χ^2 testu. Ten má následující podobu:

P_i je zde pravděpodobnostní funkce Poissonova rozdělení, n_i představují absolutní četnosti, a n je počet statistických jednotek. Poissonovo rozdělení je charakterizováno následujícími vlastnostmi:

1. Pravděpodobnost výskytu jedné události v daném intervalu (času nebo prostoru) je úměrná délce tohoto intervalu.
2. Události se vyskytují nezávisle jak ve stejném intervalu, tak mezi po sobě jdoucími intervaly.

A. Formulace statistického šetření

- a. HNJ (Hromadný náhodný jev) je jev, který je zkoumán pomocí statistiky. Znamená to, že vychází mnoho výsledků, ale s různou pravděpodobností. V našem případě je zkoumaným jevem informovanost laické a odborné veřejnosti.
- b. SJ (Statistická jednotka) – je tzv. nositelem hromadného náhodného jevu. V mém případě jsou jím znalosti, díky kterým zjistíme informovanost odborné i laické veřejnosti. Znalosti jsou tak nositelem informovanosti.
- c. SZ (Statistický znak) – je jím myšlena vlastnost statistické jednotky, která je právě zkoumána. V mém případě jsou dva SZ (jedním je odborná a druhým laická veřejnost. Zjišťujeme tak v oněch zmíněných dvou SZ jejich znalosti v dané oblasti.
- d. HSZ (Hodnota statistického znaku) – je způsob, kterým popisujeme námi zkoumaný SZ. Určíme je následně, a to pomocí prvků škály.
- e. ZSS (Základní statistický soubor + jeho rozsah) – dán veškerými SJ a jeho rozsah je stejný, jako počet všech SJ. V mém případě 50 laiků a 50 odborníků.
- f. VSS (Výběrový statistický soubor) – je dán SJ, které byly vybrány ze ZSS procesem náhodného výběru. V mé práci se VSS rovná ZSS.
- g. NV (Náhodný výběr) – je omezení počtu zkoumaných SJ. Zde však proveden nebyl, proto se VSS (i jeho rozsah) rovná ZSS.

B. Škálování

Po formulaci statistického šetření přichází na řadu škálování, což znamená vhodné vyjádření hodnot SZ (seskupení hodnot SZ do skupin), a to pomocí prvků škály. Ty jsou seskupeny do tzv. škály. Rozlišujeme 4 typy škál: nominální, ordinální, absolutní metrická a kvantitativní metrická, kterou budu ve své práci používat. Díky této kvantitativní metrické škále můžeme stanovit vzdálenost mezi dvěma sousedícími SJ. Musíme však nejprve definovat jednotku škály. Prvky škály jsou zde jednotlivými body škály a jsou vyjádřeny pomocí čísel.

C. Měření

Měřením rozumíme přiřazování každé SJ z VSS jeden z prvků škály. Výsledkem je zjištění, že prvek škály byl naměřen n_i krát. Následný součet všech hodnot n_i (absolutní četnosti) se musí rovnat rozsahu n VSS. Při měření znamená:

$x_1 \dots$ prvky škály

$n_1 \dots$ absolutní četnosti

$i \dots$ sčítací index (min.1, max.7)

D. Elementární statistické zpracování

- Tabulka
- Graf
- Výpočty empirických parametrů

..

4.2 Vyhodnocení dotazníků – laická veřejnost

Tabulka č.1 – Škálování pro odpovědi u laické veřejnosti

x_1	3 a méně
x_2	4 a 5
x_3	6 a 7
x_4	8 a 9
x_5	10 a 11
x_6	12 a 13
x_7	14 a více

Tabulka č.2 – Měření odpovědí u laické veřejnosti

x_i	n_i
1	4
2	5
3	13
4	16
5	6
6	4
7	2

x_i - škála předchozí tabulky ($x_1 - x_7$); n_i - naměřené
výsledky bodů v dotaznících

Elementární statistické zpracování

A) Tabulka

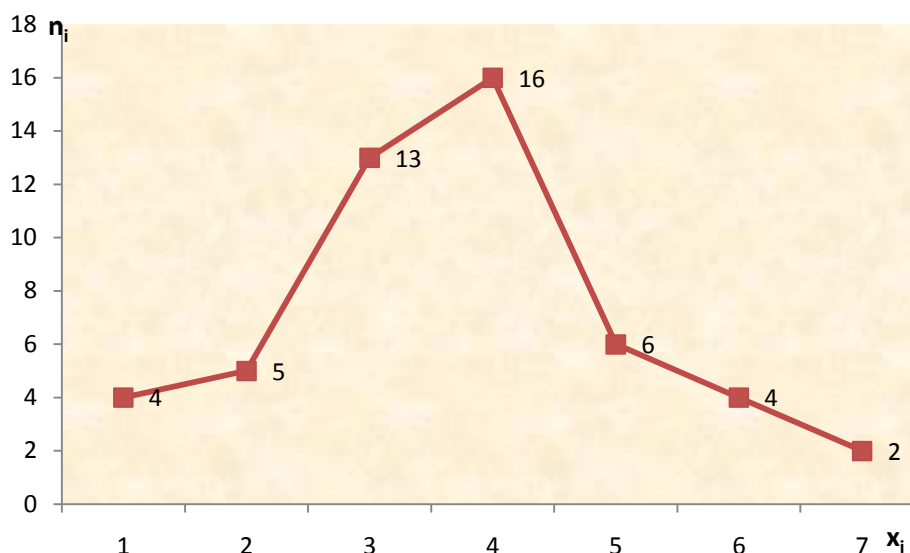
Tabulka č.3 – Informovanost laické veřejnosti (detailní tabulka)

x_1	n_1	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	4	0,08	0,08	4	4	4	4
2	5	0,1	0,18	10	20	40	80
3	13	0,26	0,44	39	117	351	1053
4	16	0,32	0,76	64	256	1024	4096
5	6	0,12	0,88	30	150	750	3750
6	4	0,08	0,96	24	144	864	5184
7	2	0,04	1	14	98	686	4802
	$\sum 50$	$\sum 1$		$\sum 185$	$\sum 789$	$\sum 3719$	$\sum 18\,969$

x_1 -prvky škály; n_1 -absolutní četnosti prvků škály; n_i/n -relativní četnosti prvků škály;
 $\sum n_i/n$ -kumulativní četnosti

B) Graf

Graf č.1 – poměr prvků škály a absolutních četností těchto prvků (laická veřejnost)



C) Výpočty empirických parametrů

- Obecný moment (1., 2., 3. a 4. řádu) - O_1 představuje aritmetický průměr a O_2 představuje parametr polohy

$$\begin{aligned}
 O_1(x) &= \frac{1}{n} \sum n_i x_i = \frac{185}{50} = 3,70 \\
 O_2(x) &= \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 = \frac{789}{50} = 15,78 \\
 O_3(x) &= \frac{1}{n} \sum n_i x_i^3 = \frac{3719}{50} = 74,38 \\
 O_4(x) &= \frac{1}{n} \sum n_i x_i^4 = \frac{18\,969}{50} = 379,38
 \end{aligned}$$

- Centrální moment (2., 3. a 4. řádu) – C_2 představuje empirický rozptyl, neboli parametr proměnlivosti

$$C_2(x) = O_2(x) - [O_1(x)]^2 = 2,09$$

$$C_3(x) = O_3(x) - 3 \cdot O_2(x) \cdot O_1(x) + 2 \cdot [O_1(x)]^3 = 0,53$$

$$C_4(x) = O_4(x) - 4 \cdot O_3(x) \cdot O_1(x) + 6 \cdot O_2(x) \cdot [O_1(x)]^2 - 3 \cdot [O_1(x)]^4 = 12,48$$

- Směrodatná odchylka – výpovědní hodnota AP

$$S_x = \sqrt{C_2} = 1,45$$

- Variační koeficient – kolik % z AP tvoří směrodatná odchylka

$$\frac{S_x}{O_1} = 0,39 \text{ (39\%)}$$

$$0,39 \in (0,2; 0,9)$$

- Normovaný moment 4.řádu - koeficient špičatosti

$$N_4 = \frac{C_4}{C_2^2} = 2,86$$

- Normovaný moment 3.řádu - koeficient šikmosti

$$N_3 = \frac{C_3}{C_1 \sqrt{C_2}} = 0,18$$

Metody matematické

a) Neparametrické testování

- Srovnání n_i/n se 7 plochami p_i :

- Intervalové rozdělení četností - přechod od diskrétnosti empirického grafu (konečný počet bodů) ke spojitosti Gaussovy křivky (rozčlenění rozpětí hodnot SZ nebo rozpětí prvků metrické škály u zkoumaného jednorozměrného statistického souboru na určitý počet intervalů)

$$x_1: (-\infty; 1,5) \quad x_2: (1,5; 2,5)$$

$$x_3: (2,5; 3,5) \quad x_4: (3,5; 4,5)$$

$$x_5: (4,5; 5,5) \quad x_6: (5,5; 6,5)$$

$$x_7: (6,5; \infty)$$

- Normální rozdělení - vyjádření p_1 a p_5 pomocí distribuční funkce $F(x)$

$$p_1 = F(1,5)$$

$$p_2 = F(2,5) - F(1,5)$$

$$p_3 = F(3,5) - F(2,5)$$

$$p_4 = F(4,5) - F(3,5)$$

$$p_5 = F(5,5) - F(4,5)$$

$$p_6 = F(6,5) - F(5,5)$$

$$p_7 = F(\infty) - F(6,5)$$

- Výpočet ploch - výpočet ploch pomocí statistických tabulek NR (spojité náhodné veličiny) $\rightarrow$ NNR: $N(\mu, \sigma) \rightarrow (0,1)$... plochy pod normovanou GK jsou stejné pro všechna statistická řešení (tabulky pro NNR)

$$u_1 = \frac{x_1 - O_1}{S_x} = -1,52$$

$$u_2 = \frac{x_2 - O_1}{S_x} = -0,83$$

$$u_3 = \frac{x_3 - O_1}{S_x} = -0,14$$

$$u_4 = \frac{x_4 - O_1}{S_x} = 0,55$$

$$u_5 = \frac{x_5 - O_1}{S_x} = 1,24$$

$$u_6 = \frac{x_6 - O_1}{S_x} = 1,93$$

$$u_7 = \frac{x_7 - O_1}{S_x} = \infty$$

- Výpočet ploch pod Gaussovou křivkou

$$p_1 = F(\infty) - F(u_1) = 1 - 0,94 = 0,06$$

$$p_2 = F(u_2) - F(u_1) = (1 - 0,8) - (1 - 0,94) = 0,14$$

$$p_3 = F(u_3) - F(u_2) = (1 - 0,56) - (1 - 0,8) = 0,24$$

$$p_4 = F(u_4) - F(u_3) = 0,71 - (1 - 0,56) = 0,27$$

$$p_5 = F(u_5) - F(u_4) = 0,89 - 0,71 = 0,18$$

$$p_6 = F(u_6) - F(u_5) = 0,97 - 0,89 = 0,08$$

$$p_7 = F(\infty) - F(u_6) = 1 - 0,97 = 0,03$$

- Aplikace χ^2 - testu dobré shody (pracuje s absolutními četnostmi)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_1 - np_1}{np_1} = \frac{(4 - 50 \cdot 0,06)^2}{50 \cdot 0,06} = 0,33$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_2 - np_2}{np_2} = \frac{(5 - 50 \cdot 0,14)^2}{50 \cdot 0,14} = 0,57$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_3 - np_3}{np_3} = \frac{(13 - 50 \cdot 0,24)^2}{50 \cdot 0,24} = 0,08$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_4 - np_4}{np_4} = \frac{(16 - 50 \cdot 0,27)^2}{50 \cdot 0,27} = 0,46$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_5 - np_5}{np_5} = \frac{(6 - 50 \cdot 0,18)^2}{50 \cdot 0,18} = 1$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_6 - np_6}{np_6} = \frac{(4 - 50 \cdot 0,08)^2}{50 \cdot 0,08} = 0$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i} = \frac{n_7 - np_7}{np_7} = \frac{(2 - 50 \cdot 0,03)^2}{50 \cdot 0,03} = 0,17$$

Součtem všech χ^2 dostaneme $\chi^2_{\text{exp}} = 0,3 + 0,5 + 0,08 + 0,46 + 1 + 0 + 0,17 = 2,51$

Výpočet $\chi^2_{\text{krit}} = \chi^2_{5+2+1}$

$\alpha = 0,05$...statistická chyba 1.druhu

$k = 7$...počet intervalů intervalového rozdělení četnosti, které odpovídají absolutní četnosti

$r = 2$...počet teoretických parametrů normálního rozdělení

χ^2_{k-r-1} ...vyjadřuje počet stupňů volnosti, který umožňuje společně s hladinou významnosti určit kritickou teoretickou hodnotu, a to pomocí statistických tabulek

χ^2_{exp} ...ukazuje nám, jak se celkově liší empirické a parametrické absolutní četnosti

$W = \chi^2(0,05; \infty) = (5,99; \infty) \dots \chi^2_{\text{exp}} = 2,51 \notin W$

Závěr z aplikace χ^2 testu : $\chi^2_{\text{krit}} > \chi^2_{\text{exp}} \dots 5,99 > 2,51$

Na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ lze přijmout hypotézu H_0 (znalosti laické veřejnosti o látkách vznikajících při lesních požárech lze nahradit normálním rozdělením). Hypotézu lze přijmout díky tomu, že experimentální hodnota χ^2_{exp} nepatří do kritického oboru W .

4.3 Vyhodnocení dotazníků – odborná veřejnost (HZS PK)

Tabulka č.4 – Škálování pro odbornou veřejnost (HZS)

x_0	19 až 21
x_1	17 a 18
x_2	15 a 16
x_3	13 a 14
x_4	11 a 12
x_5	9 a 10
x_6	méně než 10

Tabulka č.5 – Měření pro odbornou veřejnost (HZS)

x_i	n_i
x_0	18
x_1	14
x_2	12
x_3	6
x_4	0
x_5	0
x_6	0

Elementární statistické zpracování

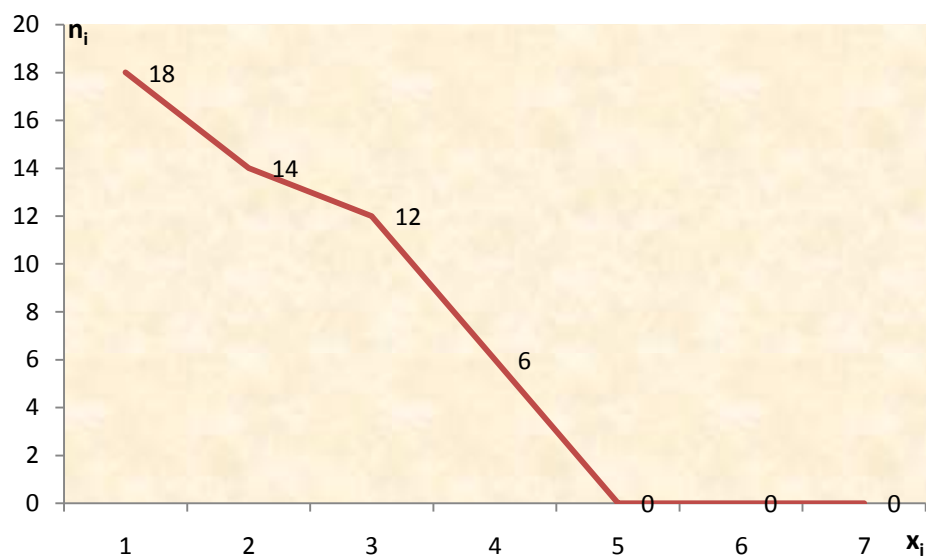
A) Tabulka

Tabulka č.6 – Informovanost odborné veřejnosti (detailní tabulka)

x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
0	18	0,36	0,36	0	0	0	0
1	14	0,28	0,64	14	14	14	14
2	12	0,24	0,88	24	48	96	192
3	6	0,12	1	18	54	162	486
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
	$\sum 50$	$\sum 1$		$\sum 56$	$\sum 116$	$\sum 272$	$\sum 692$

B) Graf

Graf č.2 – poměr prvků škály a jejich absolutních četností (odborná veřejnost)



Pravděpodobnostní funkce Poissonova rozdělení

$$P_i = e^{-\lambda} \frac{\lambda^i}{i!}$$

$$\lambda = \sum_{i=0}^6 \frac{n_i}{n} x_i = 0 \cdot 0,36 + 1 \cdot 0,28 + 2 \cdot 0,24 + 3 \cdot 0,12 = 1,12$$

$$e^{-\lambda} = e^{-1,12} = \frac{1}{e^{1,12}} \cong 0,37$$

$$P_0 = 0,37 \frac{1,12^0}{0!} = 0,37$$

$$P_1 = 0,37 \frac{1,12^1}{1!} = 0,41$$

$$P_2 = 0,37 \frac{1,12^2}{2!} = 0,23$$

$$P_3 = 0,37 \frac{1,12^3}{3!} = 0,09$$

$$P_4 = 0,37 \frac{1,12^4}{4!} = 0,02$$

$$P_5 = 0,37 \frac{1,12^5}{5!} = 0,01$$

$$P_6 = 0,37 \frac{1,12^6}{6!} = 0,003$$

Aplikace χ^2 - testu dobré shody

$$\chi_{exp}^2 = \sum_{i=0}^6 \frac{(n_i - nP_i)^2}{nP_i}$$

$$\chi_{exp}^2 = 2,25$$

$$\chi_{k-r-1}^2 = \chi_{7-1-1}^2$$

$$\alpha = 0,05, k = 7, r = 1$$

$$\chi_5^2(0,05) = 11,07$$

Závěr:

$$\chi_{krit}^2 > \chi_{exp}^2 - 11,07 > 2,25$$

$$W = \chi^2(0,05; \infty) = (11,07; \infty) \dots \chi_{exp}^2 = 2,25 \notin W$$

Na hladině statické významnosti lze přijmout nulovou hypotézu H_0 : Empirické rozdělení četností znalostí u odborné veřejnosti, neboli u příslušníků HZS PK, lze nahradit diskrétním teoretickým rozdělením podle Poissona (Poissonovo rozdělení), a to díky tomu, že χ^2_{exp} nenáleží intervalu W. Toto rozdělení je rozdělením tzv. vzácných případů, neboť je vzácné, že by příslušníci HZS měli menší bodové ohodnocení než 13 bodů.

4.4 Správné odpovědi u jednotlivých otázek

V tomto dotazníku, který je určen pro laickou i odbornou veřejnost (představována HZS ČR) se nacházejí otázky týkající se především nebezpečných látek, které vznikají při hoření lesa, ale i samotných požárů lesů. Maximální možný počet získaných bodů je 21. Díky znalostím těchto vznikajících látek můžeme následně i pomoci zasaženým lidem při vzniku těchto požárů. V mojí diplomové práci, jejíž téma zní: „Srovnání znalostí o nebezpečných látkách vzniklých při požárech lesa u laické a odborné veřejnosti ve vybraném regionu.“, se právě těmito látkami a požáry zabývám.

1. Která látka nás nejvíce ohrožuje při lesních požárech?

- a. Kyanovodík
- b. Oxid uhelnatý**
- c. Nitrózní plyny
- d. Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

2. PAU nejčastěji vznikají při:

- a. Nedokonalém spalování**
- b. Dokonalém spalování
- c. Kombinací obou spalování
- d. Při hoření tyto látky vůbec nevznikají

3. Jak na lidský organismus působí oxid uhelnatý?
- a. Má především karcinogenní a mutagenní účinky
 - b. Působí na dýchací centrum, které následně tlumí
 - c. **Brání přenosu kyslíku krví**
 - d. Způsobuje bezvědomí a ochrnutí
4. Oxid uhelnatý je:
- a. **Bezbarvý hořlavý plyn bez zápachu**
 - b. Bezbarvý nehořlavý plyn s charakteristickým zápachem
 - c. Našedivělý hořlavý plyn bez zápachu
 - d. Našedivělý plyn bez zápachu, který hoří jen při teplotě nad 150°C
5. První příznaky akutní otravy oxidem uhelnatým u zdravích lidí se objevují již při hodnotách:
- a. **10 – 20% podílu COHb v krvi**
 - b. 2 – 5% podílu COHb v krvi
 - c. 40 – 50% podílu COHb v krvi
 - d. 0,5 – 1% podílu COHb v krvi
6. Nebezpečnost oxidů dusíku spočívá v:
- a. **Napadení krevních částic, následnému kolapsu a poté nastává kóma**
 - b. Napadení plicní tkáně a zástavě dýchání
 - c. Napadení mozkové tkáně a k následnému bezvědomí
 - d. Napadení nervových vláken
7. Nebezpečí kyanidu spočívá v:
- a. **Útlumu buněčného dýchání**
 - b. Napadení DNA
 - c. Okamžitým napadením dýchacích cest
 - d. Útlumu center uložených v mozkové tkáni

8. Oxid uhelnatý má účinek:
- a. Narkotický
 - b. Dusivý**
 - c. Dráždivá
 - d. Nervově paralytická
9. Kolik procent oxidu uhličitého se běžně vyskytuje v atmosféře?
- a. 0,09%
 - b. 0,014%
 - c. 0,038%**
 - d. 0,052%
10. Mezi nejznámější látku řadící se mezi PAU, a která se nachází v každém kouři vzniklém při spalování organických materiálů patří:
- a. Benzo(a)pyren**
 - b. Benzopyrol
 - c. Benz(a)antracen
 - d. Dibenz(a)antracen
11. Tzv. chlorakné vzniká při intoxikaci:
- a. PAU
 - b. Dioxinů**
 - c. Nitrózními plyny
 - d. Kyanovodíkem
12. Zápach hořkých mandlí má sloučenina:
- a. TCDD (2, 3, 7, 8 – tetrachlor – dibenzo – p dioxin)
 - b. CO₂ (Oxid siřičitý)
 - c. HCN (Kyanovodík)**
 - d. Benzo(a)pyren

13. PNP (Pozdní neuropsychické postižení) se objevuje především při intoxikaci:

- a. **Oxidem uhelnatým**
- b. Kyanovodíkem
- c. Dioxiny
- d. Oxidem siřičitým

14. Hyperbarická komora je nejčastěji indikována lidem intoxikovaným:

- a. **Oxidem uhelnatým**
- b. Oxidem uhličitým
- c. Dioxiny
- d. Nitrózními plyny

15. Lesní požáry dělíme na:

- a. Přizemní, nadzemní, vysoký
- b. Přizemní, pozemní, korunový
- c. **Podzemní, pozemní, korunový**
- d. Podzemní, nadzemní, vysoký

16. Rozsáhlý lesní požár je:

- a. **Mimořádná událost**
- b. Mimořádná situace
- c. Krizový stav
- d. Krizová situace

17. Taktický postup zásahu při lesních požárech je popsán v:

- a. **Bojovém řádu JPO**
- b. Nařízení vydaném GŘ HZS
- c. Ve vyhlášce
- d. V nařízení vydaném velitelem stanice HZS

18. V období 2006 – 2011 vzniklo v ČR celkem kolik požárů lesů:

- a. 2000 – 2999
- b. 3000 – 3999
- c. **4000 – 4999**
- d. 5000 – 5999

19. Členové HZS ČR jsou zařazeni do pracovní kategorie číslo:

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. **4**

20. Při otravě oxidem uhelnatým se objevuje cyanóza (modravé až modrofialové zbarvení kůže a sliznic):

ANO

NE

21. Může být oxidu uhelnatý v některých případech medicíny prospěšný?

ANO

NE

Lesy Plzeňského kraje

V Plzeňském kraji, který leží v západní části ČR a svou rozlohou zaujímá 9,6% území státu (je třetí největším krajem v ČR), činí lesnatost 38,8% a je nad průměrem celé České republiky, který je 33,6%. Celková rozloha lesů v tomto kraji činí 294 094 ha. Původní přirozené lesy, které se vyskytovaly na celém území, byly postupně nahrazeny lesy kulturními. Také byly nahrazeny i zemědělstvím, a to především úrodné oblasti půdy. Dále se změnila i skladba lesů. Převažujícími dřevinami jsou jehličnany, jejichž monokultury tvoří 86,7% rozlohy lesů v kraji. Původní porosty s přirozenou dřevinnou skladbou se zachovaly jen v určitých místech, a to v těch, kde nebylo možné lesnický efektivně hospodařit. V PK se nachází lesy hospodářského charakteru (81,7%), jejichž hlavní funkcí je produkce dřevní hmoty. Druhým nejvíce zastoupeným lesem je les zvláštního určení (16,3%). Tento druh plní především mimoprodukční celospolečenské funkce, které jsou nadřazeny funkcím produkčním. Jedná se o NP, NPR, lesy v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně, lázeňské lesy, či lesy příměstské. Nejméně zastoupené jsou lesy ochranného charakteru (2%). Tyto plní především funkci půdoochrannou na nepříznivých stanovištích. V lesích PK hospodaří na největších plochách stát, který se stará o celých 59,7% lesních oblastí. Dále se o část lesů, konkrétně o 24%, starají obce a města, ale výjimkou nejsou ani PaFO, které mají ve vlastnictví 16,3% lesních ploch. Celkový počet vlastníků činí 18 729 a průměrná velikost majetku bez státního zastoupení je 5,46 ha.^{8) 28)}

Lesní požáry v Plzeňském kraji

Všechna zde sdělená data je možné nalézt v tabulce č. 8 a č. 10. V počátku sledovaného období (r. 2006) vzniklo v Plzeňském kraji celkem 93 požárů v oblasti lesnictví na území o rozloze 13,67 ha. Jsou zde zahrnuty jak lesy ve vlastnictví LČR (Lesy České republiky), tak i soukromé, u kterých zasahoval HZS PK (Hasičský záchranný sbor Plzeňského kraje). Nejvíce jich vzniklo kvůli nedbalosti, celkem 73. Nedbalost má ve sledovaném období klesající tendenci a nastupuje trend neobjasněných případů, který má v posledních dvou sledovaných letech dramaticky vzrůstající tendenci. Nedbalostí zde rozumíme například kouření, které je viníkem většiny požárů, jenž vznikly nedbalostí lidí. Ani při jednom požáru nezemřel žádný člověk a jen jeden byl zraněn. Zranění mohla být způsobena buď vdechováním toxických látek (v tomto případě bývá nejčastěji indikována hyperbarická komora), nebo poškozením osob samotným ohněm. Srážky v Plzeňském kraji v tomto roce dosáhly 712 mm a průměrná roční teplota 8,1 °C. ^{48) 49) 52)}

O rok později, tj. v roce 2007 byl zaznamenán v PK druhý nejvyšší počet požárů - celkem 113, který zasáhl celých 29,88 ha lesnické plochy. Maximum bylo zaznamenáno i u srážek, jenž činily 797 mm a stejně tak dosáhla maxima i průměrná roční teplota, a to celých 8,8 °C. Stejně jako v předchozím roce, i v tomto případě se na největším počtu vzniku podílela nedbalost, která zavinila celkem 101 požárů. Počet zraněných a usmrcených osob byl shodný s rokem 2006. I když v tomto roce nevznikl nejvyšší počet požárů lesů, přímá škoda ve sledovaném období činila 1 288 000 Kč. ^{48) 49) 52)}

Hasiči v roce 2008 zasahovali celkem u 69 požárů lesů na ploše 9,28 ha a stejně jako v předchozích dvou letech, měla největší podíl na vzniku nedbalost dospělých osob, a to u celých 62 požárů. Ve sledovaném období byl tento rok tím, kdy nedošlo k žádnému zranění ani usmrcení osob. Celková přímá škoda se vyšplhala k 370 800 Kč. Průměrná roční teplota tohoto roku se v Plzeňském kraji vyšplhala k 8,4 °C a co se srážek týká, bylo zaznamenáno minimum, a to jen 616 mm. ^{48) 49) 52)}

Následující rok (2009) došlo k nejmenšímu počtu požárů lesů – 57 na celkové ploše 8,79 ha, ale opět se za největším počtem z nich skrývala nedbalost dospělých osob, která jich zapříčinila 53. Počet usmrcených a zraněných osob je stejný jako v roce 2006 a 2007. Přímá škoda, kterou oheň způsobil, dosáhla 303 600 Kč. V tomto roce se průměrná roční teplota dosáhla hodnoty 8,1 °C a srážky činily 745 mm.^{48) 49) 52)}

Roku 2010 vzniklo v Plzeňském kraji 70 požárů lesů na ploše 14,82 ha. Minimum bylo naměřeno u průměrné roční teploty, a to 6,8 °C. Srážky dosáhly v tomto roce hodnoty 772 mm. V tomto roce je znatelný nárůst neobjasněných příčin vzniku požárů a naopak pokles požárů vzniklých nedbalostí osob. Stejně jako v předchozích letech, ani v tomto roce nedošlo k usmrcení žádné osoby, ale zranění utrpělo nejvíce osob - celkem 4. Škoda, která byla způsobena se vyšplhala k 279 000 Kč.^{48) 49) 52)}

V posledním sledovaném roce (2011) došlo k nejvyššímu počtu lesních požárů, a to celkem k 116. Při požárech v tomto roce nezemřela žádná osoba a zraněny byly dvě. Rok 2011 byl ve znamení nejmenší přímé škody, která činila 126 500 Kč a zároveň nejmenší shořené lesní plochy - 7,16 ha. V tomto roce byla u průměrné roční teploty zaznamenána hodnota 8,3 °C a v oblasti srážek hodnota 681 mm.^{48) 49) 52)}

Tabulka č.7 – Data i požárech lesů v PK, zdroj: Statistické ročenky HZS 2006 -2011⁵²⁾

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
neobjasněno	10	4	2	2	38	100
úmyslné zapálení	2	5	3	0	2	2
nedbalost - kouření	78 (44)	101 (54)	62 (32)	53 (27)	26 (13)	14
mimořádnosti (blesk)	1	3	1	1	3	0
výbuchy, závady	2	0	1	1	1	0
celkem	93	113,00	69	57	70	116
přímá škoda v tis.	187,9	1 288,00	370,8	303,6	279	126,5
usmrceno	0	0	0	0	0	0
zraněno	1	1	0	1	4	2
plocha (ha)	13,67	29,88	9,18	8,79	14,81	7,16

Lesní požáry v České republice

Zde sdělené informace jsou v tabulce č. 9 a č. 10. Podle statistik poskytnutých MV - GR HZS ČR, vzniklo za období let 2006 – 2011 celkem 4 551 požárů lesů. V prvním roce sledovaného období se eviduje 693 těchto požárů, z toho u 156 nebyla vyšetřena příčina vzniku. Zbývajících 537 případů se rozděluje na požáry vzniklé přírodními vlivy (bleskem) a lidským faktorem. Pod pojmem lidské zavinění si představujeme nejčastěji nedbalost (jako kouření) a žhářství. Nedbalostí lidé v roce 2006 zapříčinili 458 požárů. Stejně jako v Plzeňském kraji, má i v celé ČR vzrůstající tendenci neobjasněná příčina vzniku požárů a naopak tomu požáry způsobené nedbalostí dospělých osob má tendenci klesající. Plocha, která byla hořením lesů zasažena, se pohybuje kolem 405 ha, což je nejvyšší rozloha za celé sledované období. Zraněno bylo 16 lidí, ale k usmrcení osob nedošlo ani v jednom případě. Co se týká celkové škody způsobené těmito událostmi, vyšplhala se k 8 miliónům Kč. Průměrná roční teplota v celé naší republice dosáhla 8,2°C a srážky hodnoty 708 mm.^{48) 49) 51)}

O rok později, tedy v roce 2007, došlo v České republice k druhému nejvyššímu počtu požárů lesů, a to k 805. Maximum bylo zaznamenáno v oblasti průměrné roční teploty, která se vyšplhala na 9,1°C. Srážky v tomto roce dosáhly hodnoty 755 mm. Stejně jako v roce předešlém, i v tomto roce převládá v oblasti lidského zavinění nedbalost dospělých (534 případů). Počet neobjasněných příčin vzniku požárů je podobný jako v roce 2006, a to celkem 198. Plocha, na níž v roce 2007 došlo k požárům lesů, činí 316 ha a způsobená škoda dosáhla celkem k 16,4 miliónům Kč, což je částka o celou polovinu větší než v předchozím roce. Tato škoda je zároveň nejvyšší v celém sledovaném období šesti let. Počet usmrcených osob je stejně jako v předchozím roce nulový, ale ke zranění došlo ve dvaceti případech.^{48) 49) 51)}

V roce 2008 bylo zaznamenáno celkem 470 požárů lesů, což je nejmenší počet za celé šestileté období. Obecně se v tomto roce zaznamenalo více nejmenších hodnot. Patří mezi ně i celková škoda, která dosáhla 3,1 mil. Kč a také zasažená plocha - 86 ha. Nejmenších hodnot dosáhl i počet zraněných osob (10) . Naopak usmrceny byly osoby 3, což je číslo nejvyšší. Z celkového počtu požárů lesů v tomto roce, se jich neobjasnilo

70, což je druhé nejmenší číslo. V oblasti lidského zavinění opět nejvyšší procento zaujímá nedbalost, která se objasnila ve 348 případech. Další minimum bylo zaznamenáno v oblasti srážek. Toto minimum činilo 619 mm. Průměrná roční teplota tohoto roku činila 8,9°C.^{48) 49) 51)}

V roce následujícím, tedy v roce 2009, bylo zaznamenáno celkem 514 požárů lesů na území o rozloze 178 ha. Z tohoto počtu se neobjasnilo jen 56 případů, což je nejmenší počet v celém šestiletém období. Příčina se zjistila u zbylých 458 požárů, u kterých opět dominuje nedbalost - 393 případů. Škoda zapříčiněná požáry lesů se v tomto roce vyšplhala k 6,3 milionům Kč. Počet osob, které utrpěly při těchto požárech zranění, je shodný s počtem z roku 2007, kdy se zranilo celkem 20 lidí. Naopak k usmrcení nedošlo ani v jednom případě. Co se týká územních srážek a průměrné roční teploty, tak v prvním případě byla zaznamenána hodnota 744 mm a v případě druhé hodnota 8,4°C.^{48) 49) 51)}

Roku 2010 vzniklo v České republice celkem 732 požárů lesních porostů na ploše 205 ha. V tomto roce průměrná roční teplota dosáhla svého minima, a to hodnoty 7,2°C. Opačný trend se zaznamenal v oblasti srážek, které dosáhly svého maxima (867 mm). V 504 případech se příčinu vzniku požáru nepodařilo zjistit. V lidském faktoru se nejvíce projevila nedbalost – 178 případů. Přímá škoda se vyšplhala „pouze“ ke 4,6 milionům Kč. Při požárech v roce 2010 došlo k jednomu případu úmrtí člověka a ke zranění 12 osob.^{48) 49) 51)}

Nejvyšší počet požárů lesa a současně i neobjasněných případů, je datován k roku 2011, kdy hořelo celkem 1 337 lesních porostů a neobjasnilo se celých 1 090 případů, což je přibližně dvojnásobek počtu neobjasněných požárů v roce předešlém. Lidé zavinili nedbalostí 200 případů. I když v tomto roce vzniklo maximum požárů lesů, celková zasažená plocha největšího rozměru nedosáhla, rozloha činila 337 ha. Ani škoda zapříčiněná požáry lesů nebyla nejvyšší, vyšplhala se k 7,1 mil. Kč. Počet zraněných osob dosáhl k 27 a k usmrcení člověka došlo v jednom případě. Průměrná roční teplota tohoto roku činila 8,5°C a srážky dosáhly hodnoty 627 mm.^{48) 49) 51)}

Tabulka č.8 – Data o požárech lesů v ČR, zdroj: MV - GR HZS ČR ^{48) 49) 51)}

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
neobjasněno	156	198	70	56	504	1090
známé příčiny	537	607	400	458	228	247
z toho lidské zavinění	519	571	387	434	208	230
nedbalost (kouření)	458 (202)	534 (213)	348 (130)	393 (118)	178 (51)	200 (40)
žhářství	39	37	13	32	30	30
blesk	4	17	8	7	3	4
celkem požárů	693	805	470	514	732	1337
plocha (ha)	405	316	86	178	205	337
usmrceno osob	0	0	3	0	1	1
zraněno osob	16	20	10	20	12	27
škoda v mil.	8	16,4	3,1	6,3	4,6	7,1

Tabulka č.9 – Data o průměrné roční teplotě a srážkách v PK a ČR, zdroj: ČHMÚ ^{48) 49)}

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Průměrná t (°C) v ČR	8,2	9,1	8,9	8,4	7,2	8,5
Průměrná t (°C) v PK	8,1	8,8	8,4	8,1	6,8	8,3
Územní srážky (mm) v ČR	708	755	619	744	867	627
Územní srážky (mm) v PK	712	797	616	745	772	681

Příklady požárů v České republice

Z největších požárů lesa je důležité zmínit požár lesa a rašeliny z roku 2003 na Jindřichohradecku. V tomto případě shořelo celkem 16 ha lesa s 3,5 ha rašeliny a zásah hasičských jednotek trval skoro týden. Došlo ke vznícení rašeliny od součástí stroje, jímž se rašelina těžila. Další významný požár lesa vznikl v Národním parku České Švýcarsko, a to kvůli odhozenému nedopalku cigarety. V tomto případě oheň zničil 25 ha lesa. Z nedávné doby můžeme zmínit požár z 18. března 2012 v CHKO Lužice. S ohněm zde bojovalo celkem pět hasičských jednotek. Komplikací bylo několik ohnisek požáru na velké rozloze. V březnu, konkrétně 27. března 2012 došlo k rozsáhlému požáru nízkého porostu v lese, a to na rozmezí krajů Uherský Ostroh a Moravský Písek. Na místo vyjely dvě jednotky profesionálních hasičů ze dvou krajů a šest jednotek dobrovolných hasičů. Díky silicímu větru došlo k rozšíření ohně, který prostoupil do nízkého i vzrostlého lesa. Velitel zásahu nechal na místo vyslat další jednotky hasičů a posilové cisterny s vodou. Byl vyhlášen II. stupeň požárního poplachu. Postupně u požáru zasahovalo osm jednotek hasičů. Při lokalizaci požáru došlo k výšlehu plamenů a k zasažení blízko stojícího dobrovolného hasiče. Ten byl lehce popálen a nadýchal se nebezpečných zplodin hoření.²⁵⁾

Dne 24. května bylo ohlášeno hoření lesa nedaleko obce Bzenec na Hodonínsku. Hašení požáru komplikoval vítr a lesní terén, který měl písčitého charakter. Protože byl terén nezpevněný, měla hasičská technika problémy s příjezdem těžké techniky. Velký rozsah tohoto požáru naznačuje i to, že se v průběhu odpoledne téhož dne v místě zásahu vystříдалo více než 70 jednotek požární ochrany (dále JPO). Dále bylo využito i služeb dvou vrtulníků Letecké služby Policie ČR a jeden letoun Letecké hasičské služby. Velitel zásahu si zřídil svůj štáb a vyhlásil se 4. (zvláštní) stupeň požárního poplachu. Tentýž den došlo ke zranění dvou příslušníků HZS ČR, kteří se nadýchali zplodin hoření a byli odvezeni do nemocnice. I přes veškerou snahu zasahujících jednotek, došlo druhý den k opětovnému rozhoření a byly povolány 3 letadla Letecké hasičské služby, 2 vrtulníky Policie ČR a 1 vrtulník Armády ČR. Na místo se dostavily i další jednotky z okolních krajů, Záchranný útvar HZS ČR Hlučín a Zbiroh. Ve večerních hodinách byl požár lokalizován a dále se již nešířil. Do nočních hodin

zasahovalo celkem 107 jednotek a přibližně 400 hasičů. Celkový počet jednotek a hasičů, kteří se vystřídali na likvidaci požáru, byl k této hodině 205 jednotek a 968 hasičů. Tento požár vznikl ve čtvrtčních odpoledních hodinách a počet jednotek a hasičů, jenž se na místě zásahu vystřídali, byl k nedělní večerní hodině následující: 250 zasahujících JPO a 1 500 hasičů.²⁷⁾

Příklady lesních požárů ve světě

Spojené státy hlásí více jak 100 000 požárů lesních porostů každý rok. Zřejmě největší požár nastal v říjnu 1825 v Kanadě. Skupina dřevorubců zapálila oheň poblíž lesa v období sucha. Oblast hoření se brzy dostala mimo jejich kontrolu. Shořely celkem 3 miliony akrů lesa a zemřelo více než 160 lidí. Nejničivější požár v historii Spojených států, pokud jde o ztráty na lidských životech a majetku, byl ve Wisconsinu, a to v roce 1871. Oheň tehdy zabil 1 300 lidí během jediné noci a shořel více než 1 milion akrů lesních porostů.³¹⁾

V květnu 1988 po zásahu bleskem vypukl požár v Národním parku Yellowstone. Tento požár byl uhašen následujícím deštěm. Následně však došlo k mnohem větším a dlouhotrvajícím požárům. Do konce roku 1988 oheň zničil až 320 000 hektarů tohoto parku. Další poměrně velký požár vznikl 6. května 1987 v severovýchodní Číně, konkrétně v Henganském lese a byl způsoben nedopalkem od cigarety. Oheň se díky silnému větru rychle rozšířil, a navzdory pokusům dostat jej pod kontrolu, hořel až do 12. května. Bylo zničeno 20% čínských lesů, usmrceno přes 200 lidí a více než 50 000 dalších lidí přišlo o domov. V roce 1997 byla jednou z nejrizikovějších oblastí na světě jihovýchodní Asie. Kvůli požárům se v Indonésii rozšířil oblak kouře, který visel nad územím větším než celá Evropa. Nejhorší požáry hořely v tropických lesích na Sumatře, ale kouř ohrožoval obyvatele na celém území Indonésie, Malajsie, Brunei a Singapuru. Požáry vypukly v květnu a červnu a trvaly až do konce září. V oblacích dýmu vzniklých těmito požáry byla viditelnost tak špatná, že lodě najížděly na mělčinu a troskotaly. Na Sumatře dokonce kouř zavinil havárii dopravního letadla, při kterém zahynulo přes 200 lidí. Teprve v lednu, s příchodem sezonních dešťů, se požáry zmírnily a kouř se

rozplynul. Většinu těchto požárů založily velké podniky, které chtěly co nejrychleji vyčistit půdu a připravit ji pro výsadbu lesů na výrobu celulózy a plantáží palem olejnatých. Podobným případem jsou i požáry v Amazonii, což je největší oblast pokrytá deštným pralesem na světě. I zde velké podniky používají vypalování rozlehlých oblastí deštného pralesa jako nejrychlejší řešení k přípravě zemědělské půdy pro výsadbu. Dne 8. října 1871 sežehl lesní požár ve Wisconsinu více než 1,2 milionu akrů lesa. Uvádí se, že zemřelo až 1,182 lidí. Tento požár je považován za nejvíce smrtící v celé americké historii. Dalším velkým požárem na Americkém kontinentě je tzv. Bouřlivý horský požár (Storm Mountain Fire), při kterém zahynulo celkem 14 hasičů. Tento požár vznikl 3. července 1994 v Coloradu.^{3) 30)}

Údaje o profesionálních hasičích

Po prostudování australských a mezinárodních důkazů týkajících se rakoviny z povolání u hasičů, zjistili tamní vědci, že nepoměrně větší počet z nich končí, když jsou postiženi nemocemi obvykle přisuzovanými starým a nemocným lidem. Tamější senát navrhoval zákon doporučující změnu federální legislativy Comcare a hasičům byly uznávány jako nemoci z povolání non-Hodgkinův lymfom, leukémie, rakovina mozku, močového měchýře, ledvin, varlat a prsou. Senátní komise uznala, že pokud člověk ve své profesi, která se týká služeb veřejnosti inhaluje karcinogeny, okolní společnost by jim měla umožnit požadovat kompenzace, tedy pokud je následkem onemocnění. Za tento zákon bojovali i samotní hasiči, kteří na sociálních sítích a na internetových stránkách vyvěsili svědectví a údaje o tom, že u nich byla potvrzena rakovina z povolání. Hasičská organizace v USA obdržela za období 1994-2004 informace o úmrtí 1 144 hasičů v aktivní službě. Zpětně bylo vyhodnoceno, že celkem 449 případů z těchto úmrtí bylo způsobeno ischemickou srdeční chorobou (dále ICHS). Z nich 32% zasáhl srdeční záchvat při kontrole požáru, 13,4% po vyhlášeném poplachu, 17,4% během návratu ze zásahu, 9,4% během jiné pohotovosti a 15,4% během vykonávání jiných povinností. Ročně hasiči 1 - 5% pracovní doby vykonávají kontrolu požárů. Ke 32% náhlých úmrtí, která nebyla spojena s inhalací toxických plynů nebo došlo v této době. Z tohoto byly vyloučeny případy, kdy ke smrti došlo za více než 24

hodin po ukončení směny a všechny případy, kdy smrt nastala následkem arytmie, mozkové příhody, aneuryzmatu nebo vrozené kardiomyopatie. Riziko smrti profesionálních hasičů vykonávajících protipožární službu, je 10 - 100x vyšší než při výkonu jiných pracovních úkolů, protože téměř 40% jich zemře během kontroly požáru, což představuje jen 5% jejich pracovní doby a zátěže. Pro rozvoj jakékoli choroby je důležitý zdravotní, psychický i fyzický stav, měli by práci hasičů vykonávat fyzicky zdatní, odolní a zdraví lidé, což však ne vždy platí. Mohou se u nich vyskytovat skryté srdeční vady, nízká kapacita plic, ateroskleróza či nadváha. V určitém procentu případů smrt nastala v průběhu tréninku hasičů, což potvrzuje, že intenzivní fyzická aktivita je spouštěcím faktorem. Většina zaměstnavatelů amerických hasičů nevyžaduje, aby pravidelně cvičili, pečovali o své zdraví a tělesnou kondici. Hasiči nemusejí podstoupit pravidelné lékařské prohlídky ani vyšetření nebo odborný posudek při návratu do práce po delší nemoci. Riziko úmrtí ve službě, zejména při pohotovostech, se u nich zvyšuje se stoupajícím věkem. Podle údajů z registru nemocí z povolání, se v České republice za rok 2006 nadýchali zplodin 3 hasiči, za rok 2009 1 hasič a za rok poslední (2011) to bylo 7 hasičů. U těchto hasičů byla diagnostikována nemoc z povolání, a to díky neustálému inhalování nebezpečných látek, se kterými se lidé vykonávající aktivní službu u HZS často setkávají. Samozřejmostí je užívání ochranných pomůcek při jejich práci. Nejprostupnější pro ohrožení lidského organismu, jsou dýchací cesty. Při zdolávání požárů je důležité dbát na teplotu vdechovaného vzduchu, na koncentraci kyslíku ve vdechovaném vzduchu a na množství nebezpečných chemických látek ve vdechovaném vzduchu. Hasiči často při požárech používají izolační dýchací přístroje a vícevrstvé zásahové oděvy, a to nejen během samotného hašení požáru, ale i během likvidačních prací až do té doby, dokud si nejsou jisti, že v ovzduší již nejsou žádné saze a zvířený prach. Na nesprávné postupy při zacházení se vzduchem mohou hasiči doplatit i životem. Někdy si dokonce nevezmou dýchací přístroj při požáru. V posledních letech jsou vyvíjeny nové lehčí a spolehlivější typy těchto dýchacích přístrojů. Podobně dochází k optimalizaci dalších ochranných pomůcek i pracovních metod, dalo by se tedy očekávat, že poklesne i počet hasičů zemřelých při zásahu. Nepoužívání dýchacích

přístrojů má také závažné sekundární zdravotní dopady (zvýšený výskyt onkologických a dalších respiračních onemocnění). Je důležité dodržovat předpisy a zásady bezpečnosti práce při zásahu, a to včetně správného používání ochranného vybavení, včasného vystřídání, dostatečné hydratace atd. Nelze také podcenit zvýšené koncentrace toxických látek v ovzduší i v době následující po uhašení požáru.^{32)39) 54)}

U rizikových prací, jakou vykonávání hasičské profesionální činnosti bezesporu je, musí zaměstnavatel povinen vést evidenci u každého zaměstnance (doba v riziku, lékařské prohlídky) a evidovat tyto výsledky 10 let po skončení práce. Pokud dojde k poškození zdraví, které se stalo při plnění pracovních úkolů nebo v přímé souvislosti s ním, nezávisle na vůli pracovníka, náhlým, násilným a krátkodobým působením vnějších vlivů, pak mluvíme o pracovním úrazu. Dále může být uznána nemoc z povolání. A to v případě, že vznikla nepříznivým působením škodlivých vlivů pracovního prostředí, je v seznamu nemocí z povolání a vznikla za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání (NZP). Profesionálním hasičům je nejčastěji diagnostikována III. NZP, která se týká dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice, a to především díky neustálému vdechování nebezpečných látek, vznikajících při požárech. Podrobně se nemocemi z povolání zabývá Nařízení vlády č.290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání.

Ministerstvo vnitra vydalo vyhlášku č. 324/2001 Sb., která říká, že splnění požadavků na zdravotní způsobilost příslušníka HZS posuzuje zařízení závodní a preventivní péče oři vstupních, periodických, mimořádných a výstupních preventivních lékařských prohlídkách. Tato vyhláška byla novelizována vyhláškou Ministerstva vnitra č.297/2002 Sb. Periodické preventivní lékařské prohlídky příslušníků se provádějí jednou za rok, a to v následujícím rozsahu:

- komplexní fyzikální vyšetření, vyšetření neurologické, oční, ušní-nosí-krční, EKG, spirometrie a laboratorní vyšetření stanovená v příloze č.3 bodu 15 s výjimkou vyšetření krevní skupiny a BWR, jde-li o příslušníky zařazené na funkcích 1 až 6 uvedených v příloze č. 2.⁴⁶⁾

- komplexní fyzikální vyšetření, EKG a laboratorní vyšetření stanovená v příloze č. 3 bodu 15 s výjimkou vyšetření krevní skupiny a BWR, jde-li o příslušníky zařazené na funkcích 7 až 29 uvedených v příloze č. 2. ⁴⁶⁾

Při vstupních preventivních lékařských prohlídkách se provádějí komplexní fyzikální vyšetření a další odborná vyšetření, jejichž minimální rozsah je uveden v příloze č. 3 vyhlášky Ministerstva vnitra, kterou se mění vyhláška Ministerstva vnitra č. 324/2001 Sb., kterou se stanoví požadavky na fyzickou a zdravotní způsobilost příslušníků Hasičského záchranného sboru České republiky, druhy služeb zvláště obtížných a zdraví škodlivých a postup při udělování ozdravného pobytu. ⁴⁶⁾

Podle §3, odstavce 2, vyhlášky Ministerstva vnitra 324/2001 Sb., se vstupní preventivní prohlídky provádějí před přijetím do služebního poměru a před ustanovením na funkci, pro kterou je stanoven vyšší požadavek na zdravotní způsobilost. Dále dle §5 té samé vyhlášky, se mimořádné preventivní lékařské prohlídky provádějí, pokud se při výkonu služby objevily u příslušníků nedostatky spojené s podezřením na změnu jejich zdravotního stavu, které mohou ohrozit jejich zdraví a bezpečnost nebo zdraví a životy ostatních fyzických osob. V §6 se hovoří o výstupní preventivní lékařské prohlídce, která se vykonává před skončením služebního poměru a před ustanovením na jinou funkci, pro kterou je stanoven odlišný požadavek na zdravotní způsobilost. Jejich úkolem je zhodnotit vliv přestálých rizik na zdraví za období, po které byl příslušník těmto rizikům vystaven. Následující §7 řadí mimo jiné likvidaci požárů a službu vyžadující použití dýchací techniky a ochranných obleků za službu zvláště obtížnou a zdraví škodlivou. ⁴⁶⁾

V zákoně č. 20/1966 Sb., o péči a zdraví lidu hovoří o tom, že závodní preventivní péče zabezpečuje ve spolupráci se zaměstnavatelem prevenci včetně ochrany zdraví zaměstnanců před nemocemi z povolání a jinými poškozeními zdraví z práce a prevenci úrazů. Organizace jsou povinny zajistit pro své zaměstnance závodní preventivní péči. Bližší podmínky poskytování závodní preventivní péče stanoví ministerstvo zdravotnictví vyhláškou. ⁴⁵⁾

Dále se v zákoně č. 238/200 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů, konkrétně v § 6, odstavci 2, písmene b, hovoří

o tom, že pokud nebude příslušník HZS řádně proškolen a vybaven odpovídajícími technickými prostředky k určitému zásahu, který toto vyžaduje, není povinen tento zásah provést. ⁴⁷⁾

Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu (Metodický list č. 6 – Činnost hasičů na místě zásahu) – Mimo jiné se z tohoto dokumentu dočteme, že příslušníci HZS musejí dbát na svoji bezpečnost a bezpečnost ostatních hasičů, přičemž používají osobní ochranné pracovní prostředky. Nesmějí používat oděvní doplňky a předměty nošené na těle nebo při sobě, kterých není pro činnost na místě zásahu třeba a které mohou být při zásahu poškozeny nebo které mohou ohrozit jejich zdraví. ⁴⁾

Existuje také Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitele HZS ČR, a to z roku 2006. Zde se ustanovuje:

- havarijní přípustná koncentrace HPK-10 (respektive HPK-60), což je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, které se mohou vystavit záchranáři při záchraně osob bez prostředků individuální ochrany po dobu 10 min (respektive 60 min). ⁵³⁾
- havarijní akční úroveň HAU-20 (neboli HAU-120), což je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, při které je nutné obyvatelstvo vyvést ze zamořeného prostoru do 20 min. (120 min od zahájené inhalace). ⁵³⁾
- nejvyšší přípustná koncentrace (NPK-P) chemických látek v pracovním ovzduší jsou koncentrace látek, kterým nesmí být zaměstnanec v žádném časovém úseku pracovní doby vystaven. ⁵³⁾
- přípustný expoziční limit (PEL) je vyvážená průměrná koncentrace plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být vystaveni zaměstnanci při osmihodinové pracovní době, aniž by došlo, i při celoživotní expozici, k poškození zdraví. ⁵³⁾

Při zásahu příslušníci mohou používat několik druhů věcných prostředků, kterými chrání své zdraví. S ohledem na přítomnost nebezpečí na místě zásahu a v jeho průběhu určuje příslušný velitel zasahující jednotky stupně ochrany zasahujících hasičů,

které se stanovují kombinací prostředků k ochraně dýchacích cest a ochranných oděvů.

53)

Příklady domácích otrav

Některé případy otrav CO se dostanou na léčení do hyperbarické komory. Konkrétně v Plzeňské HPB komoře mi bylo sděleno, že některé případy otrav se na tamní interní oddělení vůbec nedostanou, ale zůstávají na anesteziologicko-resuscitačním oddělení. Z poskytnutých informací o počtu zde léčených osob jsem vybrala ty, které se léčily v období 2006 – 2009 (novější údaje mi poskytnuty nebyly). Nejvíce se léčili lidé, kteří se tímto plynem otrávil v domácím prostředí, proto není výjimkou, že se na léčení dostanou i celé rodiny. V roce 2006 bylo v HPB FN Plzeň léčeno celkem 10 osob. O rok později (2007) 18 osob, roku 2008 16 osob a roku 2009 celkem 19 osob. Těmto lidem byly naměřeny různé hodnoty COHb, ale není pravidlem, že čím větší hodnota, tím horší příznaky. Někteří lidé s menší hodnotou naměřeného COHb byli přivezeni již v bezvědomí a naopak u lidí, u kterých byla hodnota vyšší, se otrava přímo neprojevila. Nejmenší naměřená hodnota z poskytnutých informací byla $0,001 \text{ g/m}^3$ a projevila se u postižené osoby vertigem. Naopak hodnota maximální byla $0,43 \text{ g/m}^3$ a objevila se u čtyř osob. V prvních dvou případech byly příznaky poruchy hybnosti, v dalším případě poruchy vědomí a v posledním se dostavil kolaps s následnou resuscitací. Příkladem naměřené menší hodnoty a velkých potíží může být i osoba s naměřenou hodnotou $0,101 \text{ g/m}^3$, u níž se objevilo hluboké bezvědomí. Dále se objevil případ s hodnotou $0,01 \text{ g/m}^3$ a příznakem byla již mentální retardace. Opakem je hodnota vyšší a slabší příznaky. Toto se objevilo například u pacienta s $0,332 \text{ g/m}^3$ COHb v krvi, kdy příznakem byla pouze mírná nevolnost.⁵⁰⁾

5 Diskuze

V této části své diplomové práce chci zhodnotit oba dotazníky a probrat každou otázku jednotlivě. Také vyhodnotím validitu hypotéz, které jsem si před začátkem práce stanovila. První hypotéza, neboli že se znalosti u laické veřejnosti budou moci dát nahradit Gaussovou křivkou, se potvrdila. Laická veřejnost disponovala průměrnými znalostmi o látkách, které při požárech lesů vznikají. Maximální a minimální počet bodů, který jsem od laika získala, bylo 16 a 3. Maximum získali dva laici, přičemž první dosáhl 17 a druhý 15 bodů. Minimum je zastoupeno třemi laiky, kteří získali shodně 3 body. Ještě bych předeslala, že laickou veřejnost představují lidé z mého okolí (rodina, zaměstnání – zdravotníci a přátelé). U odborné veřejnosti, jenž je zastoupena profesionálními hasiči z Plzeňského kraje, je situace poněkud odlišná. Rozložení jejich znalostí je vyjádřeno Poissonovým rozdělením, kdy převážná část odborníků má vědomosti na vysoké úrovni. Tyto vědomosti získali díky svému zaměstnání, ve kterém se právě s nebezpečnými látkami běžně setkávají. Proto také musejí znát látky, se kterými se mohou setkat, ale také musejí znát první pomoc, kterou obětem intoxikace poskytnou. Celkem 18 hasičů mělo bodové ohodnocení v rozmezí 19 – 21 bodů, přičemž 2 z nich získali možný maximální počet bodů. Naopak získané minimum v této skupině se nacházelo v rozmezí 13 – 14 bodů, kam se vešlo 6 hasičů. Nejnižší počet bodů, a to 13, získali 4 hasiči. Můžeme se také podívat, která otázka dělala dotazovaným největší problémy, ale i na otázku, která byla zodpovězena téměř vždy správně. U laiků nejlépe dopadla otázka číslo 12, ale naopak odborníci z řad HZS zodpověděli všichni správně hned tři otázky, a to číslo 12, 16 a 17. Nejméně správných odpovědí u laické veřejnosti bylo u otázek číslo 10 a 17, kdy správně odpovědělo shodně pouze 6 respondentů. U otázky číslo 19 měli příslušníci HZS problémy, neboť jen 15 z nich odpovědělo správně. U této otázky jsem se od dotazovaných odborníků dočkala i následných dotazů, neboť si nebyli jisti, co chci otázkou říci. Tudíž bych tak nízký počet odpovědí nedávala za vinu jejich neznalosti, ale špatně položené otázce a její špatné specifikaci. Uvedu tedy i otázku, která hned po otázce číslo 19 byla

zodpovězena nejhůře. Touto otázkou bylo číslo 18, kdy správně odpovědělo 22 příslušníků.

Ted' již k samému hodnocení jednotlivých otázek. První otázka, která se týkala látky nejvíce nás ohrožující při požárech lesa, nedělala problémy ani jedné skupině respondentů. Správná odpověď byla zaškrtnuta ve většině případů. Jinak na tom je otázka druhá, která se podrobněji zabývá PAU (Polyaromatickými uhlovodíky). Většina laické veřejnosti odpověděla špatně, bohužel na tom příslušníci HZS nebyli o moc lépe. Hlavním problémem byla neznalosti těchto chemických sloučenin, ale u laické veřejnosti se přidala i neznalost pojmu dokonalé – nedokonalé hoření. Musím konstatovat, že tato otázka se řadí k těm těžším. Oproti tomu otázku třetí, jenž se týká velmi známého oxidu uhelnatého a následků jeho intoxikace, považuji za vhodně zvolenou. Díky tomu, že k otravám tímto plynem může docházet i v našich domácnostech, měly by se znalosti o oxidu uhelnatém vrýt do podvědomí každého z nás. U příslušníků HZS nás nepřekvapí, že kromě čtyř dotazovaných, ostatní odpověděli správně, ale u laiků dopadlo hodnocení také kladně, neboť více než polovina dotazovaných správnou odpověď znala. Stejného plynu se týká i otázka čtvrtá, která se nyní zabývá tím, co to vlastně oxid uhelnatý je. Zde již menší neshody v odpovědích byly. Vylučovací metodou však bylo možné ihned vyloučit všechny tři odpovědi, neboť je jasné, že tento plyn není našedivělý, ale ani nemá žádný charakteristický zápach, jinak by jeho detekce byla mnohem jednodušší. Nejvíce laiků však zaškrtnulo jako správnou odpověď tu, která oznamovala, že je tento plyn našedivělý. Otázka číslo pět se opět týká oxidu uhelnatého, ale tentokrát ve vztahu k hodnotám, při kterých vzniká akutní otrava. Podle počtu správných odpovědí u laiků se dá říci, že tato otázka patřila také k těm těžším. Odpovědi laických respondentů se téměř rovnoměrně rozložily mezi všechny čtyři možnosti. Nebezpečností dusíkatých látek se zabývá otázka šestá. Tuto otázku jsem považovala za složitější, jak se však ukázalo, převážná většina laiků (samozřejmě i hasičů) odpověděla správně. Celých 35 lidí odpovědělo, že nebezpečí spočívá v napadení krevních částic, následnému kolapsu a poté se dostavuje i kóma. Naopak u otázky sedmé, která se týkala nebezpečí kyanidu, jsem u laiků i hasičů očekávala větší informovanost. Většina laiků odpověděla špatně (celých 20

dotazovaných). V osmé otázce se vracíme k již zmíněnému oxidu uhelnatému, jen se nyní ptáme na jeho toxický účinek. Tuto otázku jsem považovala za poměrně snadnou, vzhledem k mnou nabízeným možnostem. Účinek mohl být narkotický, dusivý, dráždivý či nervově paralytický. Většina laiků odpověděla správně, ale při sestavení dotazníku jsem předpokládala, že počet bude vyšší. Naopak odborná veřejnost opět ve velmi vysokém počtu odpověděla správně. Devátá otázka se zabývá procentuální hodnotou oxidu uhelnatého v naší atmosféře. Také odpověď na tuto otázku jsem považovala při jejím zadávání za celkem jednoduchou a mezi veřejností známou, ale výsledek mému předpokladu neodpovídá. Většina laiků i hasičů odpověděla správně, avšak počty správných odpovědí nebyly nijak vysoké. Mezi těžší otázky považuji otázku číslo deset, která se týká chemických látek (PAU). Jak již bylo zmíněno u otázky druhé, převážná většina lidí o těchto látkách neví, tudíž se ani nedal očekávat vysoký počet správných odpovědí. Naopak správně odpovědělo nejméně laiků (pouze 6). Ovšem příslušníci HZS odpověděli správně v celkem 46 případech, což je převážná většina. Tzv. chlorakné se do podvědomí lidí dostalo díky mediální kauze otráveného politika z Ruska. Desátá otázka zněla, při intoxikaci které látky toto chlorakné vzniká. Ani zde však laická veřejnost nezodpověděla ve většině případů otázku správně. To však neplatí u hasičů. Otázka dvanáctá byla všemi padesáti příslušníky HZS zodpovězena správně. Týkala se zápachu hořkých mandlí u některé chemické látky. Jak jsem i předpokládala, také převážná většina dotazovaných laických respondentů odpověděla správně. Za poměrně složitou jsem považovala i třináctou otázku, která se týkala vzniku tzv. pozdního neuropsychického postižení při intoxikaci určité látky. Celkem 16 laiků odpovědělo správně, což přisuzuji tomu, že oxid uhelnatý je v podvědomí lidí zapsaný nejvíce. Otázka čtrnáctá se zabývala hyperbarické komory, která je indikována při otravě oxidem uhelnatým, což bylo i předmětem otázky. Většina laických respondentů odpověděla správně. Stejně tak příslušníci HZS odpověděli převážně správně. V dalších otázkách se řeší především věci, u kterých jsem předpokládala, že odborná veřejnost bude odpovídat ve valné většině správně. Hned otázka čtrnáctá se týkala rozdělení lesních požárů, které se dělí na podzemní, pozemní a korunový. U laické veřejnosti byly odpovědi poměrně rovnoměrně rozloženy mezi

všechny možnosti, ale i tak získala správná možnost nejméně hlasů. U šestnácté otázky získala od odborné veřejnosti správná odpověď plný počet hlasů (celkem 50). Ptala jsem se v ní na to, jestli je rozsáhlý lesní požár mimořádná událost, mimořádná situace, krizová situace či krizový stav. Podle očekávání převážná většina laiků nezvolila správnou odpověď, spíše naopak ji zvolilo nejméně lidí. I odpověď u otázky sedmnácté byla pro příslušníky odborné veřejnosti samozřejmostí a získala plný počet hlasů. Naopak respondenti z řad laiků si s touto otázkou rady moc nevěděli a jejich odpovědi tomu nasvědčovali. Otázka se týkala taktického postupu při zásahu u lesních požárů, konkrétně kde je tento postup zaznamenán. Oproti tomu se otázka osmnáctá se ukázala v obou dotazovaných táborech jako složitá. Ptala jsem se, kolik požárů lesů vzniklo v období 2006 až 2011. Možnosti od sebe byly vzdálené jen o 999 požárů, což je u takovýchto počtů malé číslo. Díky tomu odpovědi nebyly adekvátně zodpovězeny. Problém byl s otázkou devatenáctou, ve které jsem se ptala, do jaké pracovní kategorie patří příslušníci HZS. Očekávala jsem, že od nich získám stoprocentně správnou odpověď, ale již v průběhu navracení dotazníků jsem zjistila, že je otázka nepříliš jasně položila, proto bych počet chybných odpovědí nepřisuzovala nevědomosti příslušníků HZS o svém zařazení, ale právě špatně položené otázce. Na poslední dvě otázky bylo možné odpovědět buď kladně, nebo záporně. Dvacátá otázka se týkala spojení cyanózy (modrého zbarvení pokožky) a otravy oxidem uhelnatým. Konkrétně, zda se toto zbarvení objevuje při otravě CO. Většina laiků odpověděla, že se cyanóza neobjevuje, což je špatná odpověď. Oproti tomu, větší část odborné veřejnosti zvolila možnost správnou. Poslední otázka se týkala možné prospěšnosti plynu CO. Stejně jako v otázce předešlé, i zde většina laiků odpověděla, že tento plyn není nikde ve zdravotnictví prospěšný, což však není pravda. Naopak větší část dotazovaných z řad příslušníků HZS zvolilo odpověď správnou, a to že CO může být ve zdravotnictví prospěšný.

Pro vyhodnocení dotazníků u laické veřejnosti, u které byl předpoklad normálního rozdělení, jsem použila statistickou metodu podle Gausse. Pro ověření hypotézy Gaussovou metodou jsem použila χ^2 test. Tento test spočíval v porovnání mnou vypočteného χ^2_{exp} a v tabulkách nalezeného χ^2_{krit} . Pro potvrzení hypotézy bylo důležité, že tabulková hodnota bude menší než hodnota, kterou vypočítám. Toto se také

potvrdilo. Zjistila jsem tím, že znalosti laické veřejnosti mají normální rozdělení a lze je tak nahradit Gaussovou křivkou.

U příslušníků HZS se vyskytly problémy v otázkách číslo 2, 18 a 19 (tato otázka dopadla u příslušníků HZS nejhůře). Problémy v posledních dvou zmíněných otázkách (18, 19), bych nedávala za vinu špatné informovanosti příslušníků, ale spíše špatně formulované a zvolené otázce. Jinak se ale odpovědi u respondentů z řad příslušníků HZS pohybovaly ve vyšších číslech, což jsem také předpokládala. Právě proto jsem při hodnocení dotazníků zvolila metodu Poissonova rozdělení, kde jsem pro výpočet použila χ^2 test. Tento test stejně jako při užití Gaussovy metody spočíval v porovnání mnou vypočteného χ_{exp}^2 a v tabulkách nalezeného χ_{krit}^2 . Předpokladem pro potvrzení hypotézy opět bylo, že tabulková hodnota bude menší než hodnota mnou vypočítaná. Výsledkem bylo opravdu potvrzení hypotézy, a tak můžu znalosti příslušníků HZS nahradit právě zmíněným Poissonovým rozdělením.

Výše uvedených informací vyplývá, že za sledované šestileté období vzniklo celkem 523 požárů lesů v Plzeňském kraji s celkovou škodou 2 555 800 Kč. Nejvíce lesy hořely v roce 2011, kdy hasiči vyjízděli k 116 případům a naopak nejméně v roce 2009, kdy vzplálo 57 lesních porostů. Na prvním místě v oblasti příčin vzniku požáru se s celkovým součtem 334 případů umístila nedbalost, která se nejvíce projevila v roce 2007 a nejméně roku 2011. Za sledovaných šest let nedošlo v souvislosti s požáry lesů k žádnému usmrcení osob. Zraněno bylo celkem 9 osob, přičemž nejvíce v roce 2010 a nejméně v roce 2008, kdy nebyl zraněn nikdo.

Můžeme zhodnotit i vliv průměrné roční teploty a územních srážek. Nejvyšší průměrná teplota v PK byla zaznamenána v roce 2007, kdy se naměřilo 8,8°C a naopak minimální teplota byla naměřena roku 2010, a to 6,8°C. Dalším údajem jsou územní srážky, které svého maxima dosáhly v roce 2007 (797 mm) a minima v roce následujícím, tedy v roce 2008 (616 mm). Jak vyplývá z výsledků, územní srážky, ani průměrná roční teplota nemá na vznik požárů lesů vliv. Mohlo by se zdát, že díky nejvyšší průměrné roční teplotě vzniklo i nejvíce požárů, ovšem dle uvedených tabulek číslo 10 a 8, tato úměra zde úplně neplatí. Bohužel jsem se ale nedostala k přesným hodnotám teplot v letních měsících, kdy se eviduje nejvíce tohoto typu požáru. Je tedy

možné, že i když byla průměrná roční teplota nízká, v letních měsících mohla být sucha, a to zapříčinilo vznik požárů. Například v roce 2011 vzniklo podle tabulky číslo 8 v PK požárů lesů nejvíce, nejvyšší průměrná roční teplota naměřena nebyla, ale červen toho roku byl teplotně nadprůměrný a suchý. Červenec byl plný výkyvů, kdy se střídaly teplotní maxima s prudkými poklesy s vydatnými srážkovými úhrny. Srpen začal poněkud deštivě s lehce nadprůměrnými srážkovými úhrny. Celkově vzato, bylo léto 2011 teplotně průměrné a srážkově lehce podprůměrné.

Pokud se zaměříme na celou Českou republiku tak zjistíme, že nejvíce lesy hořely roku 2011(1337), což je shodné s PK, a naopak nejméně roku 2008 (470). Nejvyšší průměrná roční teplota byla opět zaznamenána v roce 2007 (9,1 °C) a nejnižší v roce 2010 (7,2°C). V tomto případě můžeme pozorovat, že minimum požárů vzniklo v roce s nejnižší průměrnou roční teplotou a zároveň s nejvyšším počtem srážek. Co se týká ostatních údajů, můžeme s jistotou říci, že největší vinu za tento typ požárů nesou lidé, neboť v každém roce z námi sledovaného období bylo nejvíce požárů způsobeno právě nedbalostí člověka (nejčastěji tedy kouřením v lesích). Za celkové šestileté období zemřelo celkem 5 osob, nejvíce v roce 2008 (celkem 3 osoby). Zraněno bylo 105 osob, z nichž nejvíce v roce 2011 (27 osob). Jak je vidět na obrázku číslo 2, lesní požáry se ze všech sedmi odvětví co do počtu vzniku řadí na střední pozici. Ovšem když porovnáme počty zraněných či usmrcených osob tak zjistíme, že je odvětví lesnictví na posledním místě, což je vcelku pozitivní věc. Nemůžeme tím však říci, že hrozí minimální nebezpečí. Pokud se lidé nachází v blízkosti lesa, který je schvácen požárem, mohou se nadýchat nebezpečných látek. Proto jsou lidé (častěji v cizích zemích, jako je Kalifornie) evakuováni ze svých domovů. Kouř by zachvátil jejich domovy a docházelo úmrtím.

Při jakémkoli požáru vznikají nebezpečné látky a lesní požáry nejsou výjimkou. Toto se nejčastěji týká hasičů v aktivní protipožární službě, kteří s takovými nebezpečnými látkami přicházejí do styku neustále. Proto se u některých objevila i nemoc z povolání. Nebezpečí vznikajícího oxidu uhelnatého, který vzniká v největším množství, je možné odvodit z případů, které jsem získala z FN Plzeň. Z těchto případů je vidět, že účinek není zcela předvídatelný. U některých osob, u kterých byla naměřena

vysoká hladina COHb, se objevily minimální příznaky a naopak u osob s nízkou hodnotou COHb byly pozorovatelné těžké příznaky. Ovšem nebezpečí tohoto plynu je v tom, že není cítit a člověk ho nemůže nijak upozorovat. Účinek se však začíná projevovat poměrně brzy a není výjimkou, že je v nemocnici diagnóza zaměněna, díky čemuž se pacientovi nedostane adekvátní péče. Samozřejmě nevzniká jen tato nebezpečná látka (oxid uhelnatý), ale i jiné, také nebezpečné zplodiny, avšak tento plyn je zřejmě nejnebezpečnější. V cizině častěji než v České republice dochází ke smrti hasičů z důvodu nadýchání se zplodin. Podle obrázku číslo 2 se požáry lesů co do počtu řadí na 3, tedy prostřední místo. Můžeme se podívat na tato čísla a na počty osob zraněných či zemřelých. Poté zjistíme, že požáry lesů nejsou těmi nejnebezpečnějšími pro zdraví lidí.

Cílem práce bylo popsat a zhodnotit nebezpečné chemické látky vznikající při lesních požárech a posoudit jejich možná rizika pro lidi. Také jsem se snažila zhodnotit vznik tohoto typu požárů a jejich počet v celé České republice i v Plzeňském kraji. Informace jsem čerpala z dostupných literárních údajů a jiných získaných materiálů, jako například z GR HZS a FN Plzeň. Zjištěné informace, které jsem zde sumarizovala, mohou být zapracovány do učebních textů pro JPO a použity pro zajištění ochrany lesů před požáry, ale ochrany samotných hasičů při zásahu. V oblasti ochrany lesů by mohla být započata například větší osvěta obyvatel v rámci správného chování v lesích, neboť právě díky návštěvníkům, kteří nedodržují správné zásady, tyto požáry vznikají. Velké pozitivum vidím i ve větším užívání systému Fire Watch, který se v sousedním Německu velmi osvědčil.

Hypotéza, že vysokým nebezpečím lesních požárů jsou toxické plyny uvolňované při hoření lesa, které mohou ohrozit lidské zdraví, se potvrdila, a to díky údajům o nejvíce nebezpečných látkách, které při těchto požárech vznikají, konkrétně jejich negativní účinky na lidské zdraví ukazují, jak škodlivé tyto látky jsou, pokud se dostanou do našeho těla. Dále uvedené příklady hasičů, kteří se nadýchali zplodin, a byla jim uznána nemoc z povolání, jsou potvrzením škodlivosti těchto vznikajících látek. U nejvíce nebezpečné látky, neboli u oxidu uhelnatého, potvrzuje hypotézu i výčet osob, které se nadýchali tohoto plynu v domácnostech, a musely být

hospitalizovány, což ukazuje na nebezpečnost a nevyzpytatelnost této látky. Tuto hypotézu jsem potvrdila sekundární analýzou dat, zejména literárního charakteru, dále díky internetovým zdrojům a mimo jiné i informacemi, které jsem získala z GŘ HZS, či z FN Plzeň. Tato práce představuje ucelení dat o požárech lesů a látek, které při nich vznikají, stejně tak i o možných rizicích těchto látek, jejich zdravotních následků a možným řešením. Cíl diplomové práce byl splněn, neboť hypotéza byla potvrzena.

6 ZÁVĚR

Z mého pohledu jsou požáry lesa větším nebezpečím pro přírodu (ekologii) či ekonomiku, než pro zdraví lidí, a to především v České republice, kde se nesetkáváme s požáry tak velkého rozsahu, abychom museli evakuovat několik set lidí, jako v cizině. Lesní požáry nás ohrožovaly v minulosti a problém představují i v současné době, ale měli bychom se snažit, aby jejich negativní účinky postupem času měly klesající tendenci. Pro lidi jsou nebezpečné především díky nebezpečným látkám, které vznikají. Naději bych viděla v systému Fire Watch, který se v našich lesích zatím jen zkouší. Díky tomuto systému by se požár zachytil již v počátku a byla by tak usnadněna i práce hasičů, kteří by mohli přijet k začínajícímu, místo k plně rozvinutému požáru. Samozřejmě by nedocházelo k uvolňování tak velkého množství toxických látek a tím by se zmenšilo ohrožení jednak pro lidi v okolí, a také pro zasahující hasiče. Pokud je kvůli požáru lesa vyhlášena evakuace či zákaz větrání, měli by lidé kvůli své bezpečnosti uposlechnout, neboť hrozí nebezpečí přeskočení ohně na jejich obydlí, ale především nebezpečí vdechování nebezpečných látek, což může v těch nejtěžších případech znamenat i trvalé poškození jak mozku, dýchacích cest, ale také smrt. V České republice se s takto rozsáhlými požáry tak často nesetkáváme. Velkým problémem jsou ale právě v zemích, kde převládá velké horko a sucho. Také se v těchto zemích vyskytují lesy obrovské rozlohy, což samozřejmě hašení stěžuje. Velmi důležitá je oblast ochrany hasičů, a to jak před velkým žárem, tak i před těmito škodlivými látkami. Měli by být také odškodňováni při případném vzniku choroby z povolání v důsledku nadýchání se zplodin. Pokud dojde k zasažení osob, měla by se stanovit co nejpřesnější diagnóza a pacienti by se měli odvážet na specializovaná pracoviště, kde se takovýmto případům věnují. Mohly by se také začít vyvíjet přístroje pro lepší a rychlejší zjištění toxických plynů v těle zasažených osob.

V teoretické části své práce jsem popsala samotný proces hoření, co je zapotřebí ke vzniku hoření, co vzniká, ale i typy hoření. Dále jsem uvedla obecné informace o lesích, případy jejich požárů jak v ČR, tak i v cizině.

V praktické části se zabývám ověřováním hypotéz, které jsem si před samotným zpracováním práce zadala a které jsem ověřovala mnou vytvořením dotazníkem. Tento dotazník jsem rozdala celkem padesáti respondentům z řad laické veřejnosti a padesáti z řad veřejnosti odborné, která byla zastupována příslušníky HZS v Plzeňském kraji. První hypotéza (H_1), která zněla: „*Teoretické rozdělení znalostí u laické veřejnosti je blízké normálnímu rozdělení*“ se mi pomocí statistických metod ověřit podařila. Stejně tak i hypotézu druhou (H_2), jejíž znění je následující: „*Teoretické rozdělení znalostí u HZS je vzdálené od normálního rozdělení a blíží se k Poissonovu rozdělení*“ jsem potvrdila statistickým šetřením, pomocí Poissonova rozdělení.

7 Klíčová slova

Požáry

Les

Zplodiny hoření

Nebezpečné látky

Oxid uhelnatý

Intoxikace

8 SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

KNIŽNÍ ZDROJE

- [1] ADAMEC, Vilém; FOLDYNA, Vladimír; HANUŠKA, Zdeněk. *Taktika zdolávání požárů, nehod a havárií*. Jílové u Prahy : Facom, 1997. 84 s. ISBN 80- 902121-6-6.
- [2] BALÍKOVÁ, Marie. *Forenzní a klinická toxikologie : Laboratorní toxikologická vyšetření*. Praha : Galén, 2004. 140 s. ISBN 80-7262-284-6.
- [3] BARBER, Nicola. *Požáry a povodně*. Praha: Computer Press, 2003. 31s. ISBN 80-7226 – 937 - 2
- [4] BARDODĚJ, Zdeněk. *Úvod do chemické toxikologie*. Praha : Karolinum, 1999. 73 s. ISBN 80-7184-978-2.
- [5] BRUMOVSKÁ, Irena. *Speciální chemie pro požární ochranu*. Praha: Uniapress, 1995. 75 s. ISBN 80-902031-0-8.
- [6] ČERVINKA, Pavel. *Životní prostředí České republiky*. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-726-7.
- [7] HRIB, Michal. Et al. *Lesy v České republice*. Praha: Consult Praha, 2009. ISBN 80-903482-5-4.
- [8] HORÁČEK, Václav. *Lesy v Plzeňském kraji*. Plzeň: Krajský úřad Plzeňského kraje, 2008.
- [9] JANATA, Jiří; HLADÍK, Václav; KOZÁK, Jan. *Požáry v českých zemích*. Praha: Professional Publishing, 2009. 99 s. ISBN 978-80-86946-96-2.
- [10] KAČÍKOVÁ, Danica; OSVALD, Anton; NETOPILOVÁ, Miroslava. *Drevo a jeho termická degradácia*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2006. ISBN 80-86634-78-7
- [11] KASSA, Jiří. A KOL. *Toxikologické aspekty medicíny katastrof*. Hradec Králové : Univerzita obrany, 2006. 80 s.
- [12] KOČÍ, Vladimír a Klára MOCOVÁ. *Ekotoxikologie pro chemiky*. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009. ISBN 978-80-7080-699-9.

- [13] KOLEKTIV AUTORŮ. Kompendium ochrany kvality ovzduší. 1. Chrudim : Vodní zdroje Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-98-8.
- [14] KOMÍNKOVÁ, Dana. *Ekotoxikologie*. Praha : ČVUT v Praze, 2008. 156 s. ISBN 978-80-01-04058-4.
- [15] KRIŽAN, Vladimír, ET AL. *Analýza ovzdušia*. Bratislava : Alfa, 1981. 360 s.
- [16] NOSKIEVIČ, Pavel; PILCH, Radek. *Spalování dřeva v malém ohništi*. Ostrava: ROMOTOP a VŠB-TU, 2008. ISBN 978-80-248-1889-4
- [17] PELCLOVÁ, Daniela et al. *Nejčastější otravy a jejich terapie*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-603-8
- [18] RACEK, Jaroslav. ET AL. *Klinická biochemie*. 2. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-324-9.
- [19] SVOBODA, Petr. *Požární taktika I*. Praha: Ministerstvo vnitra ČSR, 1986.
- [20] VRÁBLÍKOVÁ, Jaroslava. *Úvod do agroenergetiky*. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP, 2000. ISBN 80-7044-231-X
- [21] ZAPLETALOVÁ – BARTLOVÁ, Ivana a BALOG, Karol. *Základy toxikologie*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 1998. ISBN 80-86111-29-6
- [22] ZEMAN, Felix. *Požární ochrana lesů*. Brno : Mor. zem. hasič. jedn., 1948. 102 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [23] EL-MOUSLEH et al.(2012), Exploring the potential of low doses carbon monoxide as therapy in pregnancy complications, Medical Gas Research, February 2012,
- [24] HAVEL, Milan. Arnika: polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs). *Arnika* [online]. 2010 [cit. 2012-07-18]. Dostupné z: <http://arnika.org/polycyklicke-aromaticke-uhlovodiky-pa>

- [25] HON, Zdeněk, Jiří PATOČKA a Ladislav KARDA. TOXIKOLOGIE LESNÍCH POŽÁRŮ. In: *HZS ČR* [online]. 2010 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-viii-cislo-2-2010.aspx?q=Y2hudW09Mw%3D%3D>
- [26] HORÁKOVÁ, Vendula. *Ukázky všech fází požáru* [online]. 16. Března 2009 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/16511-ukazky-vsech-fazi-pozaru/>
- [27] JAK ŠEL ČAS: Požár lesa u Bzence hasiči dlouho nezvládali zkrátit, včera pomohl déšť. *Požáry.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/55423-jak-sel-cas-pozar-lesa-u-bzence-hasici-dlouho-nezvladali-zkratit-vcera-pomohl-dest/>
- [28] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Lesy eAGRI* [online]. 2009-2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/>
- [29] MURTINGER, Karel. *Dřevo a jeho spalování* [online]. 5. Října 2006. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.topenidrevem.cz/index.php?page=clanek&rid=5359ebbbcaa94bf171c951f2614090d88&cid=4524cab599676>
- [30] NIX, Steve. *Five Wildfire Disasters - The Final Reports*. [online]. [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: http://forestry.about.com/cs/forestfire/a/Five_wild_fires.htm
- [31] NIX, Steve. *Forest Fire Basics - A Brief Forest Fire Summary*. [online]. [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: http://forestry.about.com/cs/forestfire/a/good_bad_ugly.htm
- [32] OSH - aktuality. Odborový svaz hasičů [online]. 2011 [cit. 2012-07-18]. Dostupné z: <http://www.osh.cz/clanky.asp?skupina=4&clanek=1180>
- [33] PATOČKA, Jiří. *Věda.cz* [online]. 15.6.2009 [cit. 2011-11-13]. Jedovaté látky v kouři lesních požárů. Dostupné z WWW: <<http://www.veda.cz/article.do?articleId=46587>>.
- [34] SOUČEK, Jiří. *Dřevo - přehled základních vlastností*. Starý BIOM [online]. 10.2.2000 [cit. 2012-03-17]. Dostupné z: http://stary.biom.cz/clen/jso/a_drevo.html

- [35] *Statistické ročenky 2006 - 2011* [online]. Praha, 2007 - 2011 [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>
- [36] The FireWatch System. *FireWatch Australia* [online]. 1999 [cit. 2012-07-21]. Dostupné z: <http://www.firewatchaustralia.com/the-firewatch-system>
- [37] WOTAWA, Gerhard a Michael TRAINER. The Influence of Canadian Forest Fires on Pollutant Concentrations in the United States. *Science* [online]. 2000, č. 288 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.sciencemag.org/content/288/5464/324.short>
- [38] ZELENÁ KNIHA - Ochrana lesů a související informace v EU - příprava lesů na změnu klimatu. In: *Dokumenty Evropské unie* [online]. 2011 [cit. 2012-07-18]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0066:FIN:CS:PDF>
- [39] Zdravotnické noviny. *Příčiny smrti u hasičů* [online]. 2007 [cit. 2012-07-18]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/mlada-fronta-zdravotnicke-noviny-zdn/priciny-smrti-u-hasicu-305481>

VYHLÁŠKY, ZÁKONY

- [40] BOJOVÝ ŘÁD JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY. In: *Metodický list č. 21 - Lesní požáry* [online]. 2001 [cit. 2012-07-18]. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/hasici/izs/bojrad/ml_p21.pdf
- [41] ČSN EN 2. *Třídy požárů*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [42] Vyhláška Ministerstva vnitra č. 241/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- [43] Vyhláška č. 251/1998 Sb., Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví metody pro zjišťování toxicity chemických látek a přípravků
- [44] Vyhláška Ministerstva vnitra č. 297/2002 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva vnitra č. 324/2001 Sb., kterou se stanoví požadavky fyzickou a zdravotní způsobilost příslušníků Hasičského záchranného sboru České republiky, druhy služeb zvlášť obtížných a zdraví škodlivých a postup při udělování ozdravného pobytu

- [45] Zákon č. 20/1966 Sb., o péči a zdraví lidu
- [46] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně
- [47] Zákon č. 238/200 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů

OSTATNÍ

- [48] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Územní srážky. *chmi.cz* [online]. © 2006 - 2011 [cit.2013-3-13]. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_srazky&last=false
- [49] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Územní teploty. *chmi.cz* [online]. © 2006 - 2011 [cit.2013-3-13]. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty&last=false
- [50] Fakultní nemocnice Plzeň, Interní klinika – Hyperbarická komora – Ústní sdělení
- [51] GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČR. *Interní dokumenty o požárech lesů ČR*: MV – GŘ HZS PK, 2012.
- [52] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR PK. *Interní dokumenty o požárech lesů v Plzeňském kraji*: HZS PK, 2012.
- [53] Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitele HZS ČR ze dne 22. prosince 2006, kterým se vydává Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky.
- [54] Státní zdravotní ústav – Sdělení o počtu hasičů, kteří se nadýchali zplodin při zásahu

9 Přílohy

Tabulka č.10 – Odpovědi respondentů na dotazník

1.	A	B	C	D	8.	A	B	C	D	15.	A	B	C	D
Laici	13	24	11	2	Laici	12	26	7	5	Laici	12	15	10	13
Hasiči	0	48	0	2	Hasiči	2	42	6	0	Hasiči	0	7	39	4
2.	A	B	C	D	9.	A	B	C	D	16.	A	B	C	D
Laici	10	15	9	16	Laici	10	15	19	6	Laici	10	15	14	11
Hasiči	23	21	5	1	Hasiči	2	8	34	6	Hasiči	50	0	0	0
3.	A	B	C	D	10.	A	B	C	D	17.	A	B	C	D
Laici	2	20	27	1	Laici	6	15	17	12	Laici	6	17	23	4
Hasiči	1	2	46	0	Hasiči	46	4	0	0	Hasiči	50	0	0	0
4.	A	B	C	D	11.	A	B	C	D	18.	A	B	C	D
Laici	14	12	20	4	Laici	7	10	15	18	Laici	14	23	7	6
Hasiči	39	7	2	0	Hasiči	0	44	0	6	Hasiči	0	28	22	0
5.	A	B	C	D	12.	A	B	C	D	19.	A	B	C	D
Laici	14	15	11	10	Laici	2	6	32	10	Laici	23	11	6	10
Hasiči	36	9	0	5	Hasiči	0	0	50	0	Hasiči	19	10	6	15
6.	A	B	C	D	13.	A	B	C	D	20.	ANO	NE		
Laici	35	5	8	2	Laici	16	14	9	11	Laici	20	30		
Hasiči	44	6	0	0	Hasiči	32	5	11	2	Hasiči	35	15		
7.	A	B	C	D	14.	A	B	C	D	21.	ANO	NE		
Laici	16	3	11	20	Laici	20	15	2	13	Laici	21	29		
Hasiči	37	0	10	3	Hasiči	35	5	7	3	Hasiči	36	14		