

Ing. Jiří Buchta, CSc.

Soudní znalec a předseda sekce Plyn ČSTZ - Českého sdružení pro technická zařízení

Podmínky provozu spotřebičů kategorie B a C, které souvisí s problematikou přívodu vzduchu pro spalování a s podmínkami odvodu spalin vyplývají ze schématu spotřebičů uvedených na obr. 1 a 2.

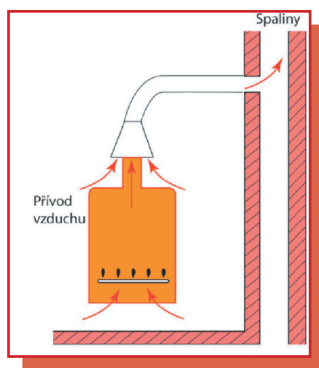
Spotřebiče kategorie B

Vzduch pro spalování odebírají z prostoru, kde jsou instalovány, a spaliny odvádějí kouřovodem a komínem do venkovního prostoru. Typickými představiteli jsou plynové průtokové ohřívače nebo plynové kotle.

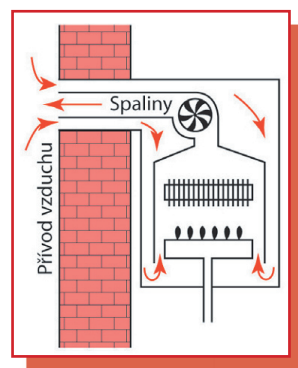
Spotřebiče kategorie C

Vzduch pro spalování odebírají z venkovního prostoru a spaliny odvádějí do venkovního prostoru. Typickým představitelem jsou plynové kotle nebo podokenní topidla.

Porovnání podmínek při zřizování a provozu spotřebičů kategorie B a C je uvedeno v následujícím schématu na obr. 3.



Obr. 1 – Schéma spotřebiče kategorie B



Obr. 2 – Schéma spotřebiče kategorie C

SPOTŘEBIČE KATEGORIE B

- Prostorové požadavky
- Přívod vzduchu do prostoru
- Zákaz zařízení vytvářející podtlak
- Zákaz odvodů do míst s komínovým efektem
- Nutnost otvorů u podlahy
- Velký vliv nečistot na bezpečnost provozu
- Nutnost pravidelného servisu a čištění výměníku
- Nutnost odvodu spalin vložkováným komínem
- Nutnost prohlídek komínu
- Nejčastější zdroj otrav včetně smrtelných

SPOTŘEBIČE KATEGORIE C

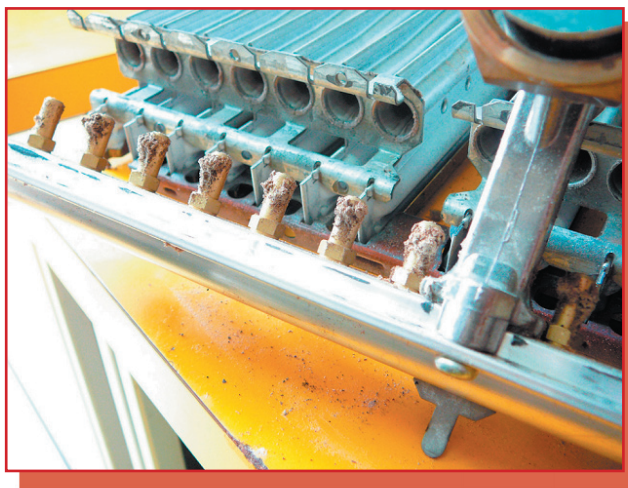
- Vyústění odvodu spalin bez obtěžujícího vlivu na okolí
- Přívodní potrubí pro spalovací vzduch
- Bez rizika otrav

Obr. 3 – Porovnání podmínek pro zřizování a provoz spotřebičů kategorie B a C

Je zcela nepochybné, že vyšší míru bezpečnosti osob a ochrany životního prostředí nabízejí plynové spotřebiče C.

Na obrázcích 4 a 5 je ukázka spotřebiče se zanedbaným servisem. Spotřebič v tomto stavu produkuje ve spalinách vysoké hodnoty koncentrace oxidu uhelnatého tj. 22661 ppm CO jak vyplývá z protokolu měření na obr. 6a).

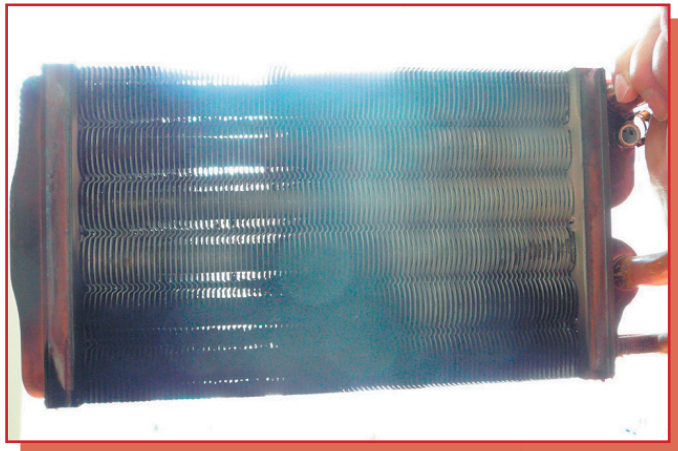
V případě provedení potřebných servisních úkonů spočívajících zejména v odstranění nečistot v místě trysek u difuzoru a vyčištění výměníku (viz obr. 7) jsou hodnoty koncentrace CO ve spalinách v hodnotách 25 ppm CO, jak vyplývá z protokolu na obr. 6b), které leží pod hodnotou hygienické meze pro 8 hodinovou pracovní dobu, tj. 30 ppm CO.



Obr. 4 – Detailní pohled na vyjmuté znečištěné trysky z difuzoru

Schéma průtoku spalin v kotli při různých provozních stavech je uvedeno na obr. 8. Z obrázku jsou patrné jednotlivé provozní stavy kotle:

- a) Plynový kotel s průchodným výměníkem a plně funkčním odvodem spalin.
- b) Plynový kotel se znečištěným výměníkem, špatně průchodným pro spaliny; spaliny obtékají výměník ze spodní části, hromadí se u ústí hořáku způsobuje nedokonalé spalování s tvorbou velkého množství CO ve spalinách. Spaliny odcházejí prostorem mezi výměníkem a krytem kotle do okolí; v důsledku toho nedojde k aktivaci pojistky proti zpětnému toku spalin.
- c) Plynový kotel s průchodným výměníkem, ale poruchou v odvodu spalin (neprůchodný kouřovod, komín apod.). Dochází k vrácení spalin do prostoru se spotřebičem okolo čidla pojistky proti zpětnému toku spalin, která zabezpečí odstavení kotle z provozu do 120 sekund (požadavek podle ČSN EN 297).



Obr. 5 – Pohled proti světlu na znečištěné lamely výměníku

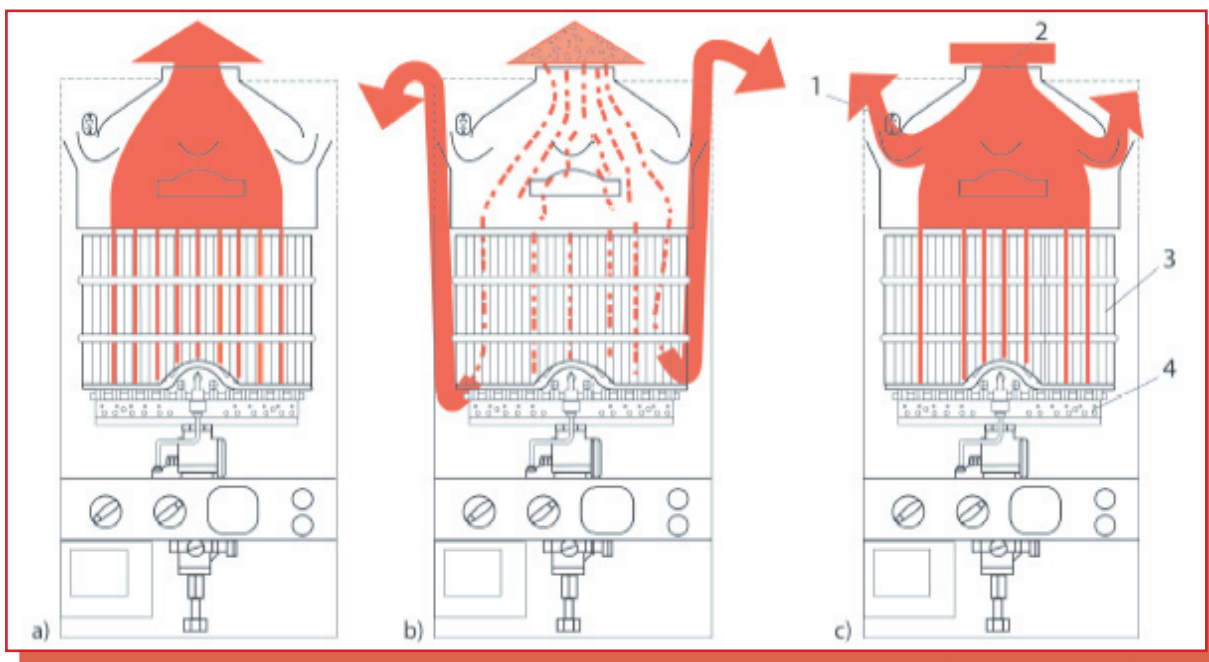


Obr. 7 – Pohled proti světlu na výměník po vyčištění lamel výměníku

a)		b)	
<pre> V1.04 testo 327-1 01373244/CZ ----- 1.07.2010 13:29:56 Fuel Nat. gas H O2ref. 3.0 % CO2max 12.0 % ----- Flue gas --- Pa Draught 22661 ppm CO 0 ppm Ambient CO 21.0 % O2air 97.1 % Effgross 2.5 % FlueGas loss 2.8 % Lambda 102.8 °C FlueGas temp 4.23 % CO2 H C Temp. ----- °C </pre>		<pre> V1.04 testo 327-1 01373244/CZ ----- 1.07.2010 16:01:25 Fuel Nat. gas H O2ref. 3.0 % CO2max 12.0 % ----- Flue gas --- Pa Draught 25 ppm CO 0 ppm Ambient CO 21.0 % O2air 92.7 % Effgross 7.2 % FlueGas loss 2.7 % Lambda 102.8 °C FlueGas temp 4.23 % CO2 H C Temp. ----- °C </pre>	

Obr. 6 – Výsledky měření na kotli

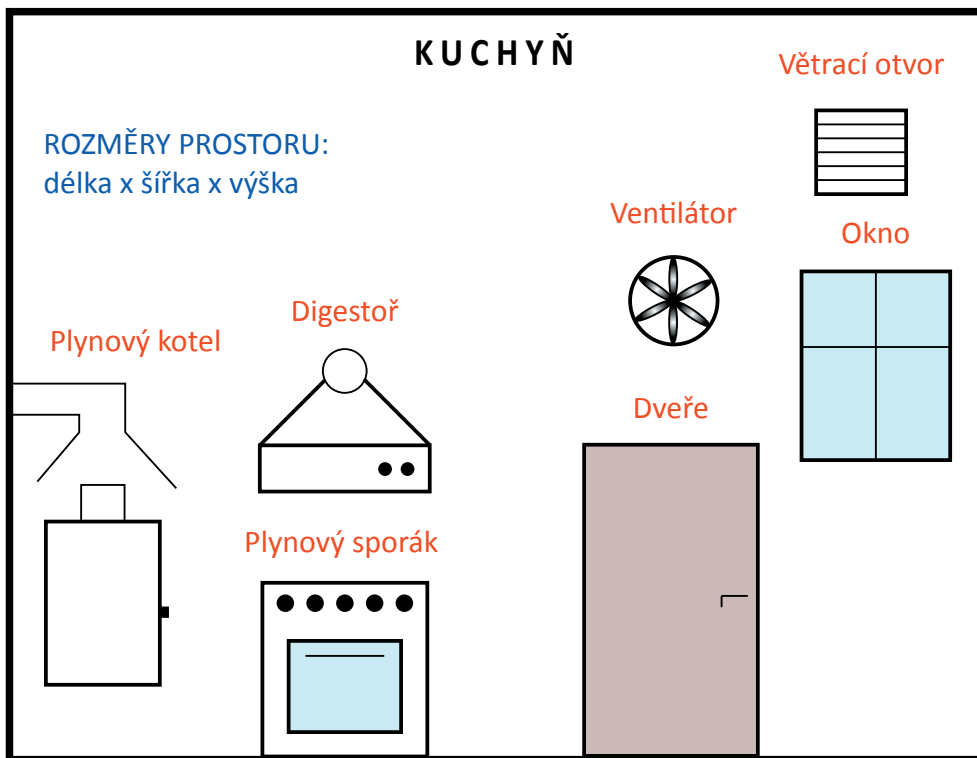
Legenda: a) Obsah CO ve spalinách před servisem kotle
b) Výsledky měření CO ve spalinách po provedení servisu kotle



Obr. 8 – Schéma průtoku spalin v kotli při různých provozních stavech
Legenda: 1 – Pojistka proti zpětnému toku spalin, 2 – Kouřové hrdlo spotřebiče, 3 – Výměník kotle, 4 – Plynový hořák kotle

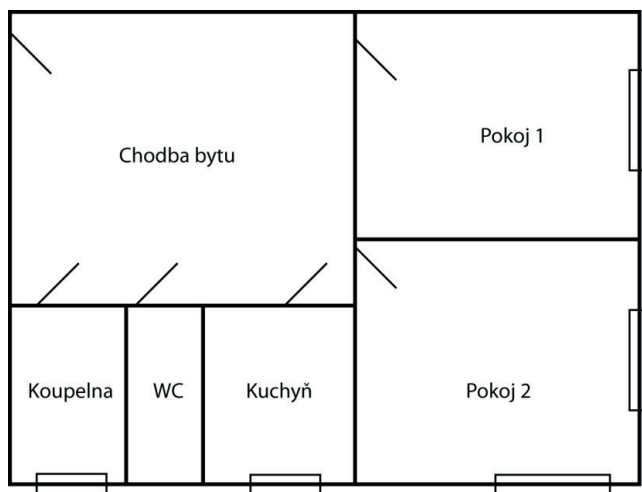
Dokumentace souvisejících vlivů

Na následujícím schématu jsou uvedena zařízení, která mají bezprostřední vliv na průběh otravy spaliny.



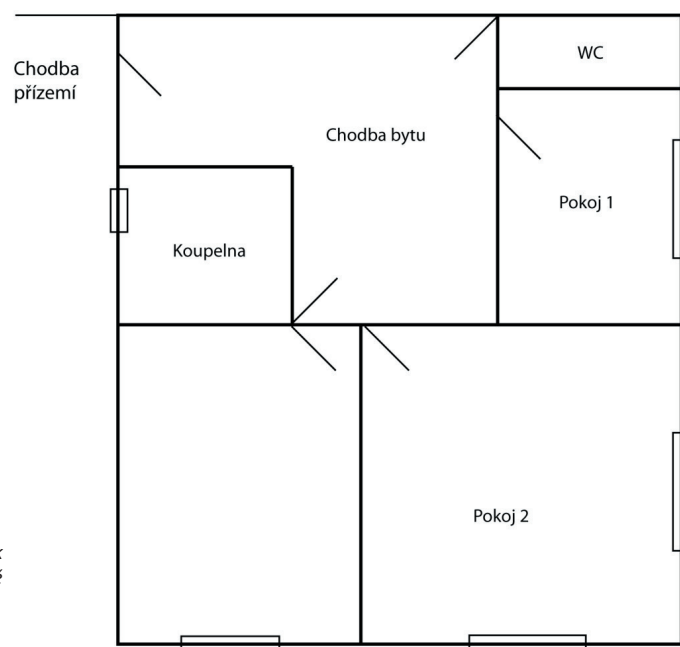
Obr. 9 – Zařízení, která mají bezprostřední vliv na průběh otravy spaliny

Příklady bytů se smrtelnými otravami



Obr. 10 – Příklad bytu se smrtelnou otravou

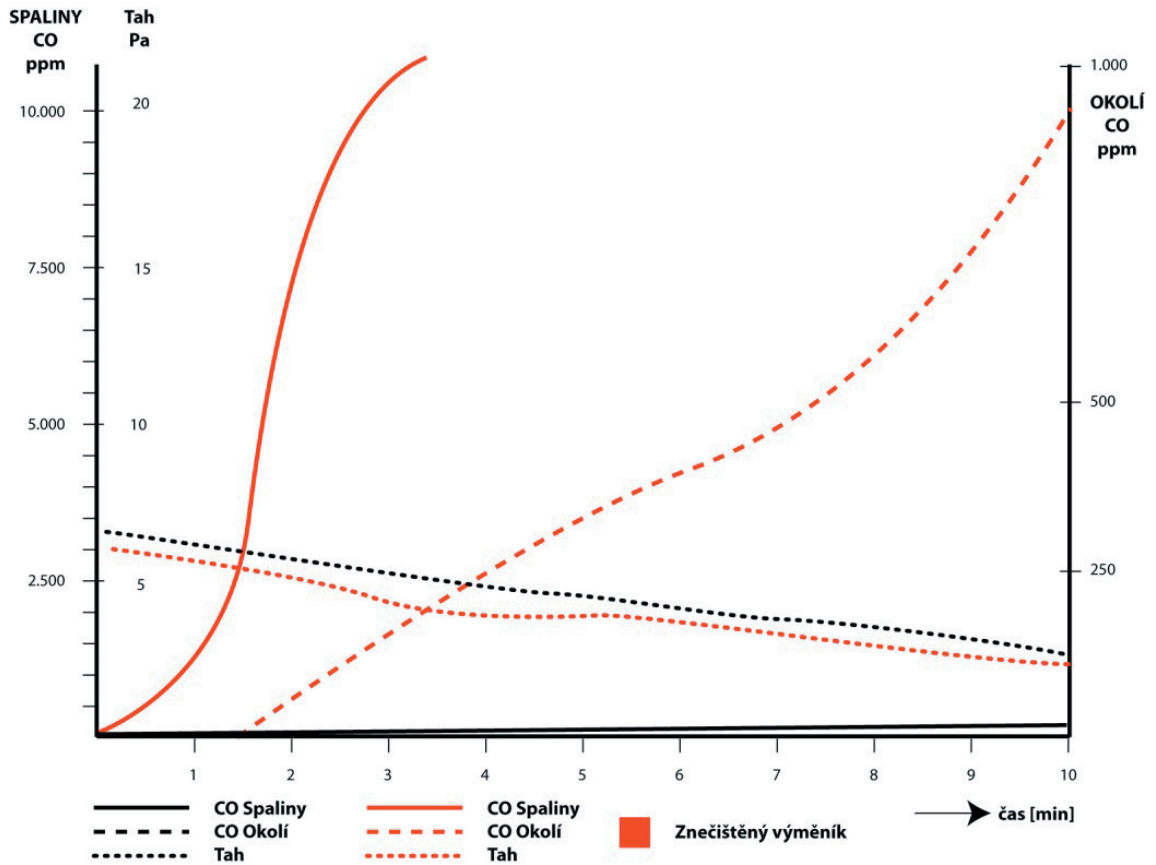
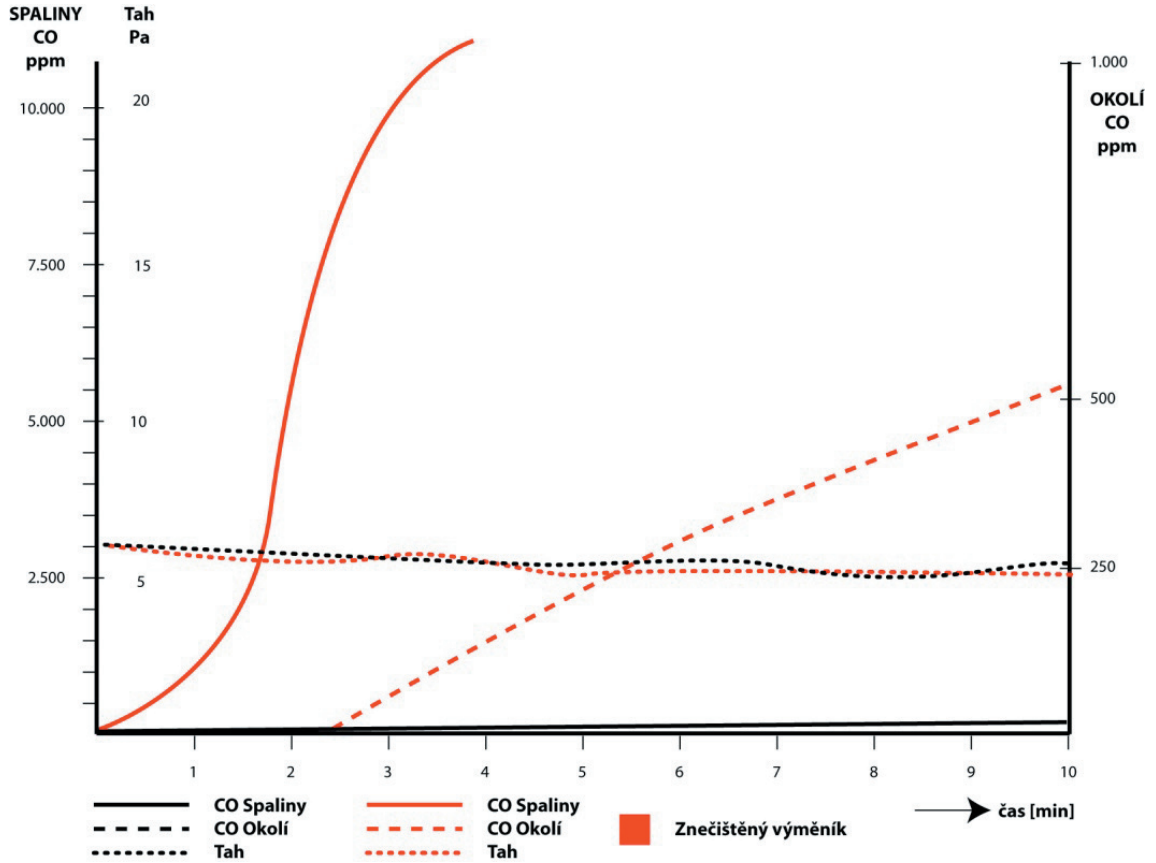
Legenda: Dveře Pokoj 1 – trvale otevřeny. V den otravy uzavřeny pro hluk v chodbě. Z důvodu nedostatečné akumulace vzduchu v prostoru došlo k otravě v koupelně.



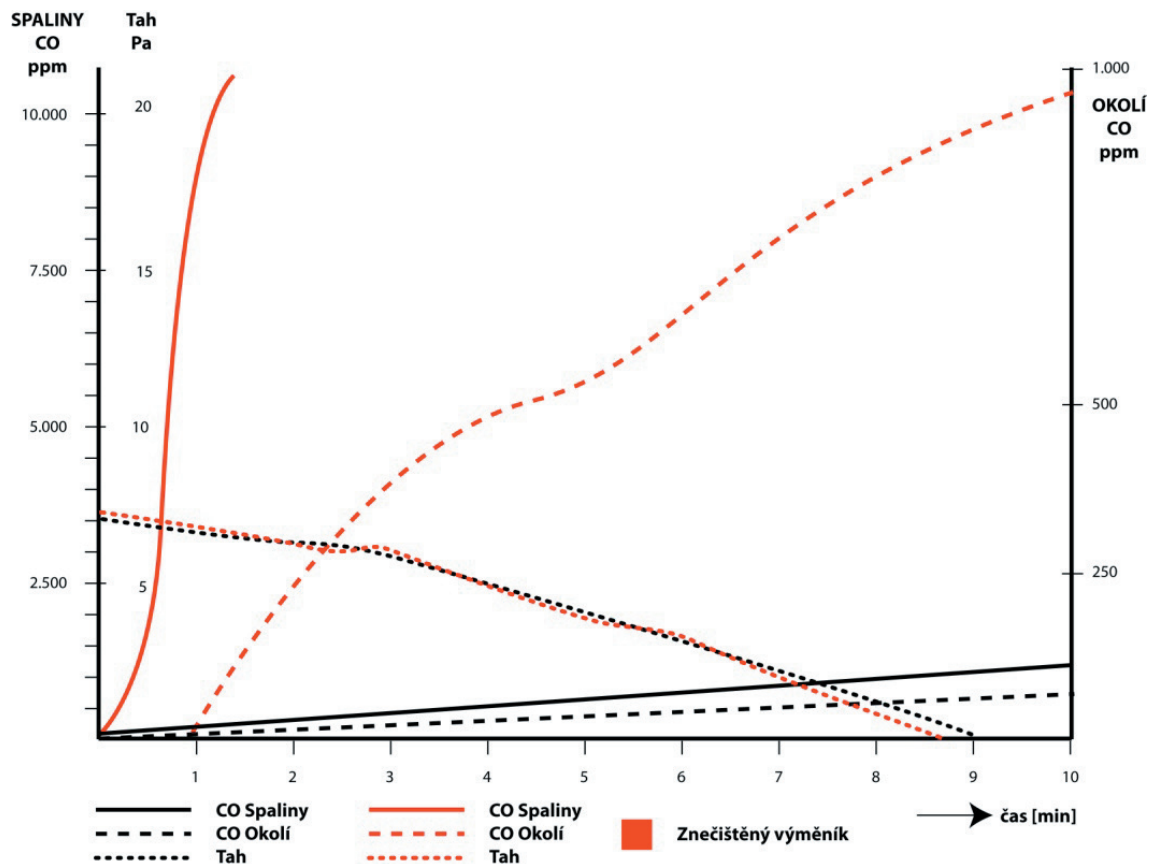
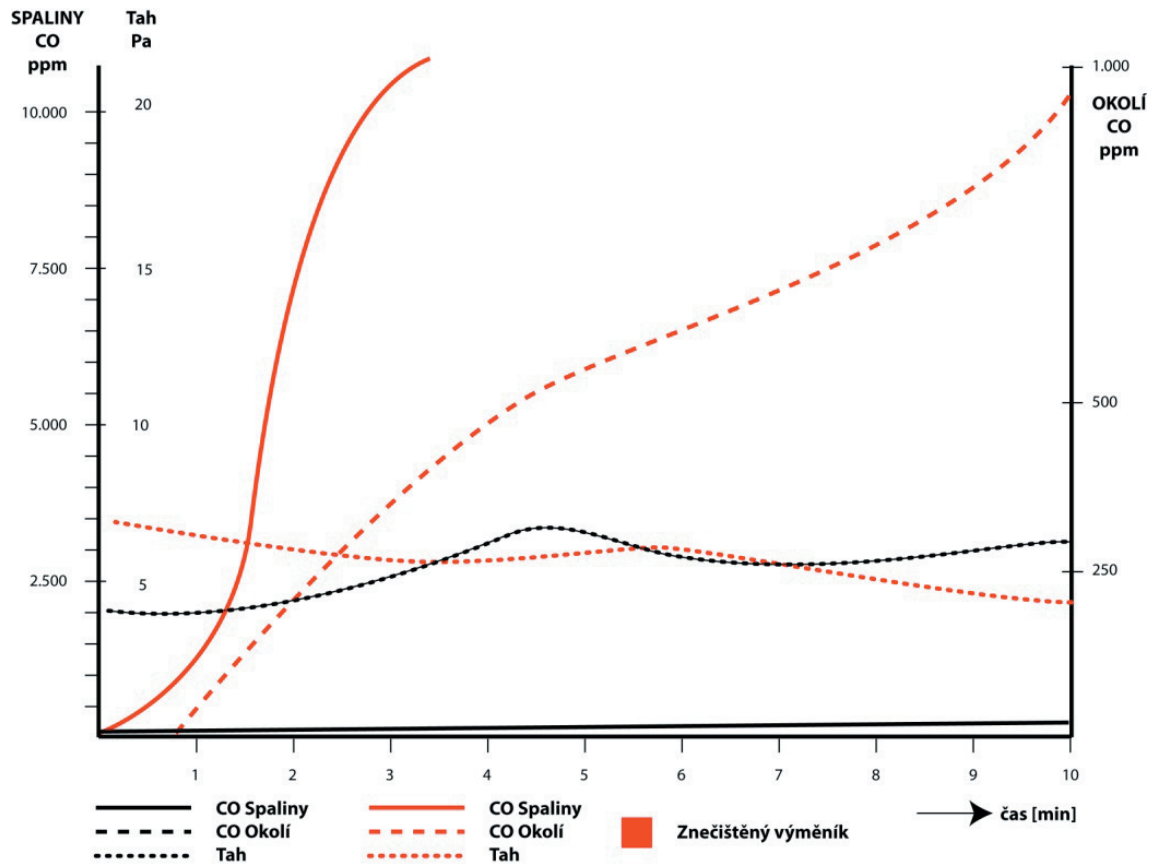
Obr. 11 – Příklad bytu se smrtelnou otravou

Legenda: V době otravy otevřeny dveře na společnou chodbu, kde došlo komínovému efektu společného schodiště vedoucího do 5. podlaží. Byt, kde došlo k otravě, se nacházel v 1. podlaží.

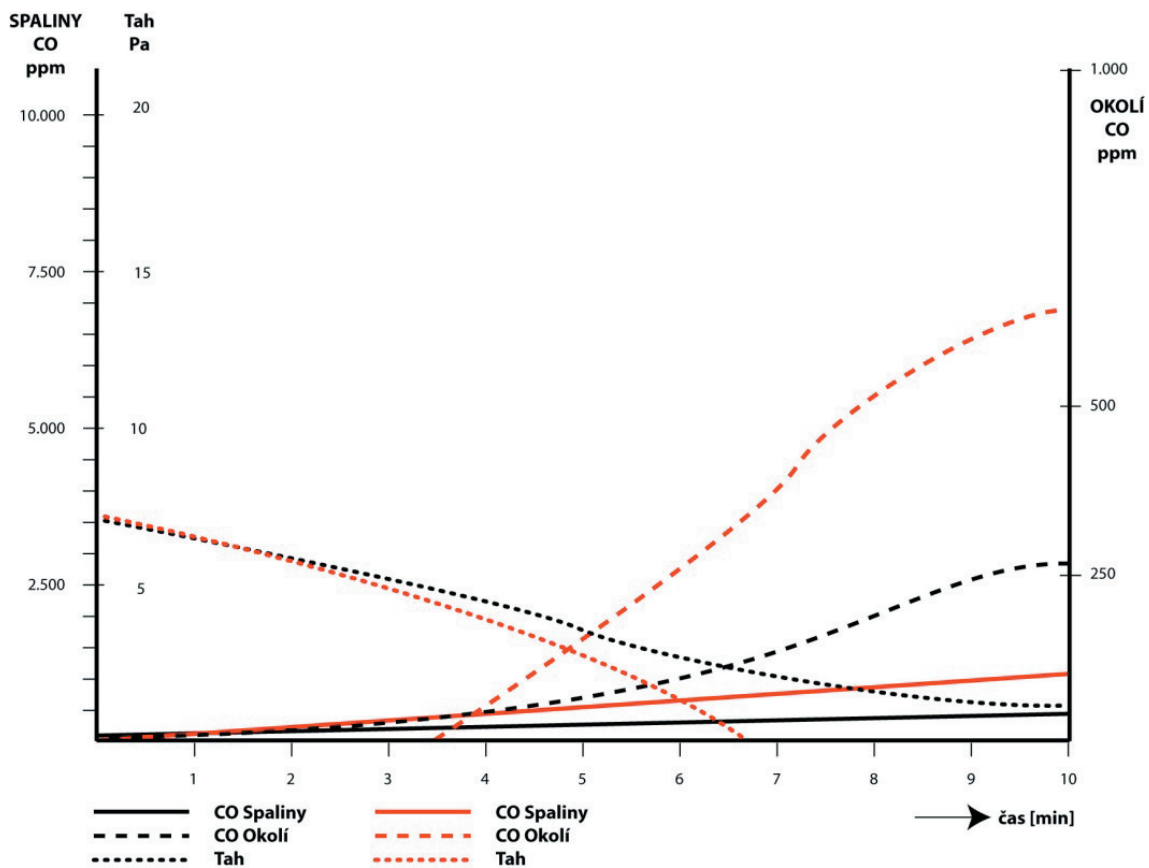
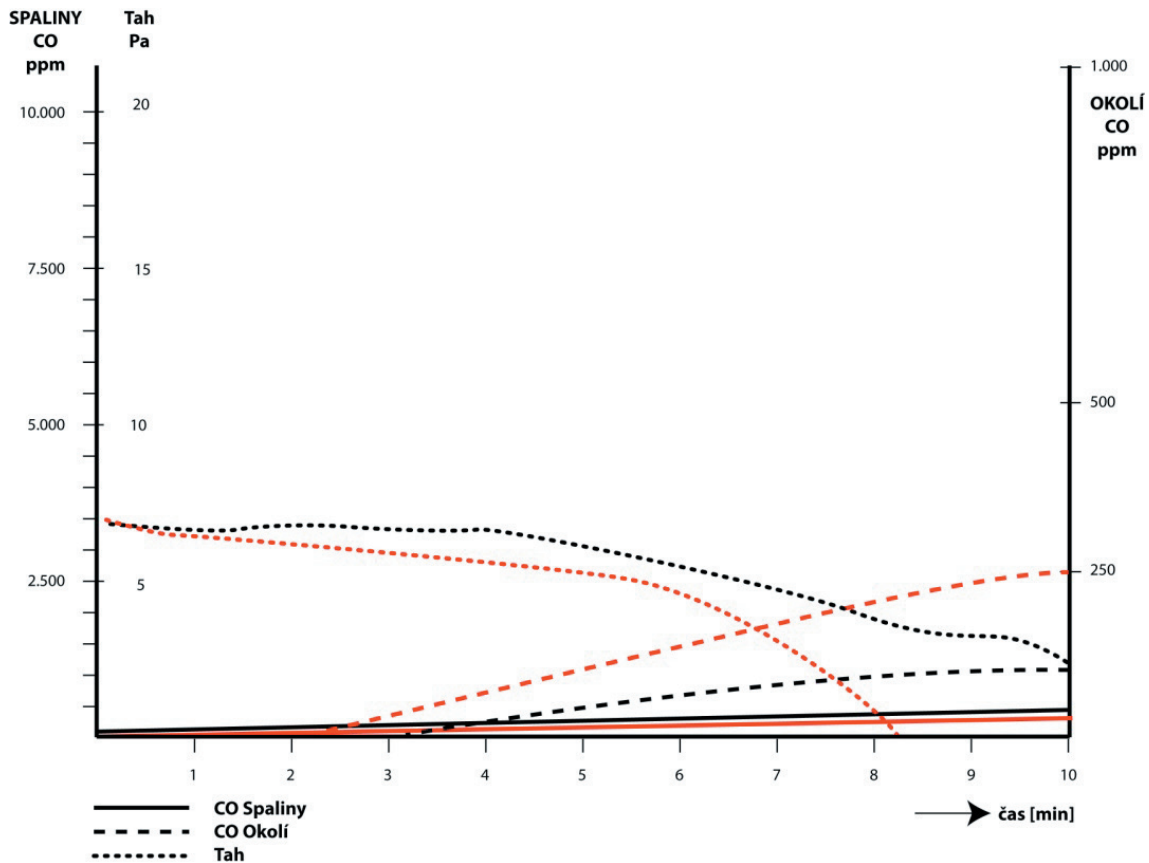
VÝSLEDKY MĚŘENÍ – VELKÝ PROSTOR KOUPELNY, DOSTATEČNÝ A NEDOSTATEČNÝ PŘÍVOD VZDUCHU, ČISTÝ A ZNEČIŠTĚNÝ VÝMĚNÍK



VÝSLEDKY MĚŘENÍ – VELKÁ A MALÁ KOUPELNA, PŘÍVOD VZDUCHU, ČISTÝ A ZNEČIŠTĚNÝ VÝMĚNÍK



VÝSLEDKY MĚŘENÍ – VELKÝ A MALÝ BYT, STARÁ A NOVÁ OKNA, ČISTÝ VÝMĚNÍK



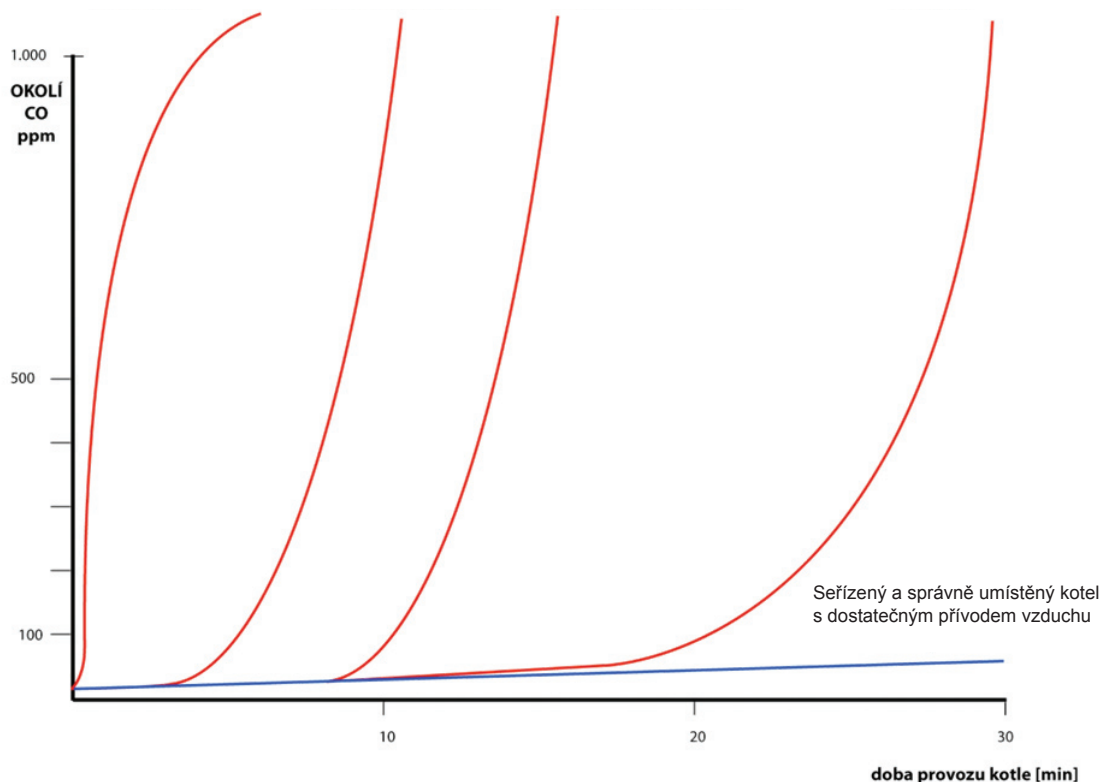
PRŮBĚH NARŮSTU CO V PROSTORU KOUPELNY PŘI RŮZNÝCH PROVOZNÍCH STAVECH

Neservisovaný kotel, prostor 8 m³, otvor u podlahy pro přívod vzduchu chybí

Servisovaný kotel, prostor koupelny 5,6 m³, otvor u podlahy pro přívod vzduchu chybí

Servisovaný kotel, prostor koupelny 18 m³, otvor u podlahy pro přívod vzduchu chybí

Servisovaný kotel, plastová okna, otvory ve dveřích, vyhovující kubatura



MĚŘENÍ PRO POSOUZENÍ BEZPEČNOSTI PROVOZU SPOTŘEBIČŮ



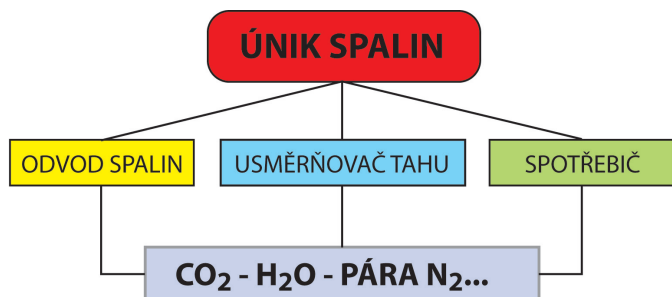
MĚŘENÉ VELIČINY

- CO spaliny
- CO okolí
- Kyslík
- CO₂ okolí
- Tah
- Teplota spalin
- Diferenční teplota
- Zkouška těsnosti plynovodu
- Zkouška provozuschopnosti
- Zkouška těsnosti armatur
- Vyhledávání úniku plynu
- Měření tlaku
- Měření diferenčního tlaku

Měření CO do 30.000 ppm!



RIZIKO SPALIN Z PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ



1. etapa = nepůsobí toxicky
= na plamen působí inertizačně
 2. etapa = NEDOKONALÉ SPALOVÁNÍ
 3. etapa = EXPONENCIÁLNÍ NÁRŮST CO
- OTRAVA CO
COHB

RIZIKO OTRAVY SPALIN Z PROVOZU PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ

Seřízený spotřebič < 30 ppm = hygienická mez pro 8 h pracovní dobu

- I. ETAPA OTRAVY – NEDOSTATEK VZDUCHU PRO SPALOVÁNÍ
DOBA OTRAVY – řádově HODINY
- II. ETAPA OTRAVY – PRODUKCE SPALIN – INERTIZACE PROCESU
DOBA OTRAVY – řádově desítky minut
- III. ETAPA OTRAVY – PRODUKCE SPALIN – PRODUKT SPALOVÁNÍ VYSOKÝ OBSAH CO
DOBA OTRAVY – řádově desítky sekund

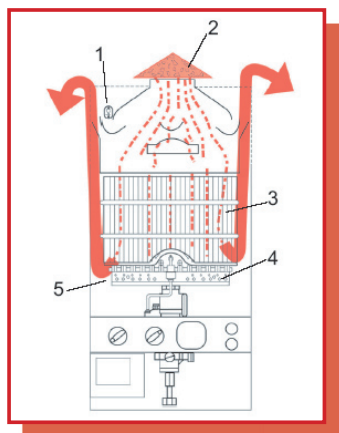
ZDROJE ÚNIKU SPALIN – SPOTŘEBIČE B

Odtah spalin



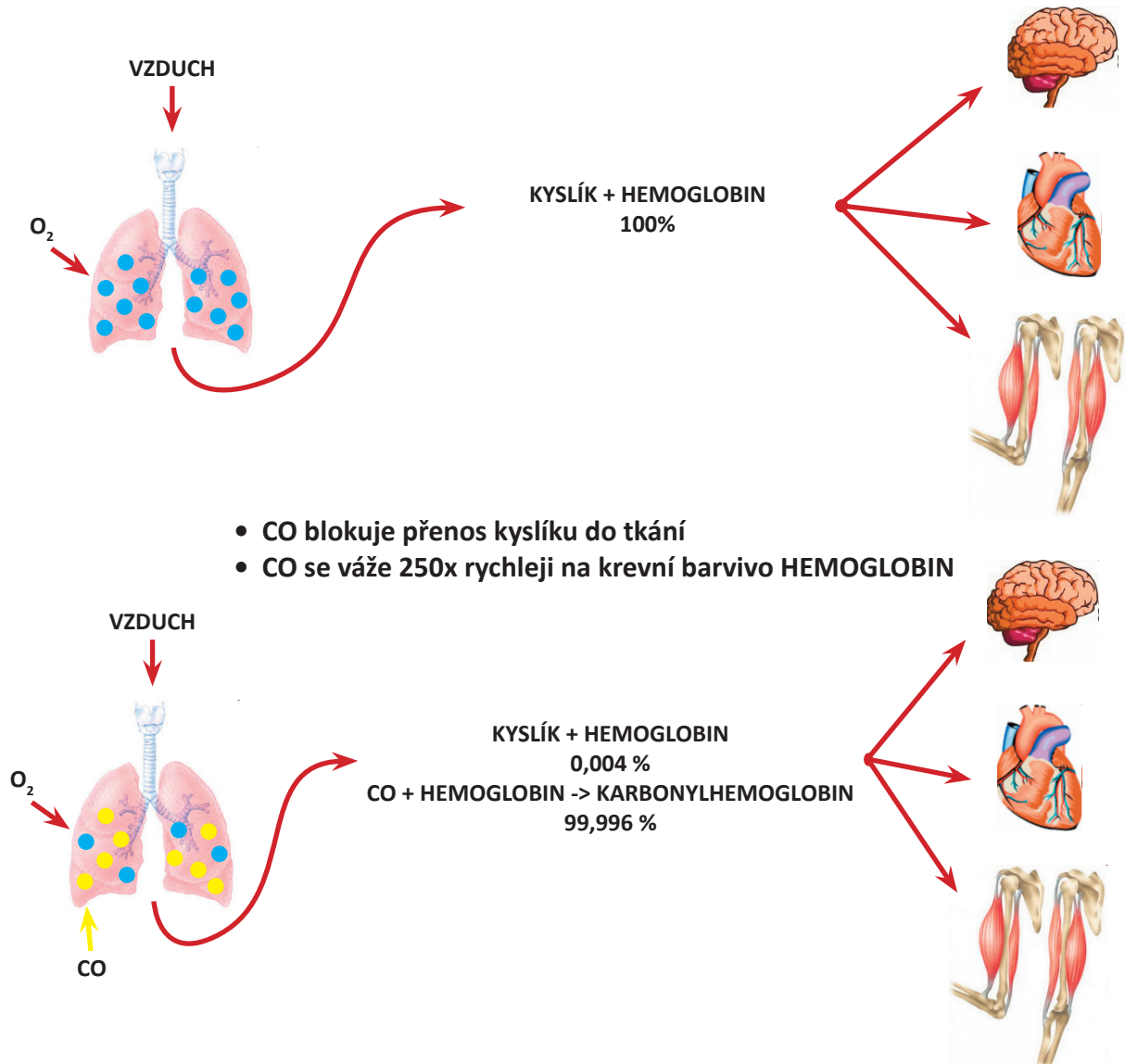
CO (ppm)	CO (obj %)	PŘÍZNAKY
100	0,01	Žádné příznaky – bez nebezpečí
200	0,02	Mírné bolesti hlavy
400	0,04	Silné bolesti hlavy po 1 -2 hodinách

Spotřebič s ucpaným výměníkem



CO (ppm)	CO (obj %)	PŘÍZNAKY
3 200	0,32	Nevolnost, silné bolesti hlavy a závratě po 5 – 10 minutách, bezvědomí po 30 minutách
6 400	0,64	Silné bolesti hlavy a závratě po 1-2 minutách; bezvědomí po 10 – 15 minutách
12 800	1,28	Okamžité bezvědomí, nebezpečí smrti po 1 – 2 minutách

Obr. 12 – Spalinové čidlo hořákové komory zabrání otravě spalinami
Legenda: 1 - Pojistka proti zpětnému toku spalin, 2 - Kouřové hrdlo spotřebiče, 3 - Výměník kotle, 4 - Plynový hořák kotle, 5 - Spalinové čidlo hořákové komory



OXID UHELNATÝ A JEHO PŮSOBNÍ NA ČLOVĚKA

Tab. 1 – Příznaky otravy oxidem uhelnatým u normálních, citlivých a odolných jedinců v závislosti na koncentraci karbonylhemoglobinu v krvi

Hladina COHb v %	Příznaky u normálních jedinců	Příznaky u citlivých jedinců	Příznaky u odolných jedinců
0 – 10	Nejsou	Mohou být přítomny, viz hladina COHb 10 – 20 %	Nejsou
10 – 20	Tlak ve spáncích, pocit stažení čela, rozšíření kožních cév, převážně na hlavě	Viz hladina 20 – 30 %, příp. i 30 – 40 %	Nejsou
20 – 30	Tlak ve spáncích, bolest s pocitem tepu, slabost	Viz hladina COHb 30 – 40 % příp. 40 – 50 %, kolaps	Mohou ještě chybět
30 – 40	Velmi silné bolesti hlavy, svalová slabost, závratě, zvracení, nejistá chůze	Viz hladina COHb 40 – 50 % příp. 50 – 60 %, kolaps	Viz hladina 10 – 20 %
40 – 50	Prudké bolesti hlavy, malátnost, zrychlený puls, svalová nemohoucnost, často kolaps, mdloby	Bezvědomí, křeče, nepravidelné dýchání	Viz hladina 20 – 30 %, vzácně 30 – 40 %
50 – 60	Mdloby, zrychlení a oslabení pulzu, nepravidelný dech, křeče	Případná smrt	Viz hladina 40 – 50 %
60 – 70	Selhání oběhu a dýchání, komatózní stav, případně smrt	Smrt	Viz hladina 40 – 50 %, mdloby
70 – 80	Zpomalení dechu, který je nepravidelný, kóma, nepravidelný puls, zástava dechu a srdce, smrt	Smrt	Mdloby, bezvědomí, překonají však otravu

Tab. 2 – Příznaky otravy - vztaženo k naměřeným hodnotám

CO (ppm)	CO (obj %)	
100	0,01	Žádné příznaky – bez nebezpečí
200	0,02	Mírné bolesti hlavy
400	0,04	Silné bolesti hlavy po 1 až 2 hodinách
800	0,08	Silné bolesti hlavy po 45 minutách; nevolnost, mdloby až bezvědomí po 2 hodinách
1 000	0,10	Nebezpečná koncentrace – bezvědomí po 1 hodině
1 600	0,16	Nevolnost, silné bolesti hlavy a závratě po 20 minutách
3 200	0,32	Nevolnost, silné bolesti hlavy a závratě po 5 až 10 minutách; bezvědomí po 30 minutách
6 400	0,64	Silné bolesti hlavy a závratě po 1 až 2 minutách; bezvědomí po 10 až 15 minutách
12 800	1,28	Okamžité bezvědomí, nebezpečí smrti po 1 až 3 minutách

Toxikologickým vyšetřením byly zjištěny následující koncentrace COHB v krvi zemřelých

Jméno a příjmení	koncentrace COHB [%]		
	lební splavy	horní končetina	dolní končetina
XXXXXXXXXXXXX	73	83	77
YYYYYYYYYYYYY	65	71	75
ZZZZZZZZZZZZZ	77	70	75

**Možnosti ochrany před otravou CO
LAICKÁ KONTROLA**

1. Žlutý plamen v důsledku nedokonalého spalování
2. Stopy znečištění v důsledku úniku spalin
3. Orosení studených ploch (zrcadel) krátce po zapnutí spotřebiče
4. Patrný kyselý zápach a vlhkost prostředí

MOŽNOSTI ZJIŠTĚNÍ STAVU INTOXIKACE CO NA MÍSTĚ OTRAVY

NEINVAZÍVNÍ MĚŘENÍ CO V KRVÍ (měření se realizuje dotykem sondy k prstu ruky)

- Schopnost rychlého zjištění příčiny vede k záchraně života, ke včasné léčbě, zlepšení stavu pacienta a úspoře zbytečných nákladů při léčbě onemocnění při chybně stanovené diagnóze
- Spočívá v měření oddělené extrakce signálu SET a absorpci až 8 vlnových délek v pásmu červeného a infračerveného světla
- Trvalé nebo jednorázové neinvazivní měření % SpCO kyslíčnicku uhelnatého v krvi ve vteřině
- Transportní přístroj k použití v jakémkoli prostředí
- Nastavitelné alarmy
- 8 hodin životnost baterií

