

KONTAMINÁCIA KYSLIČNÍKOM UHOĽNATÝM PRI ŤAŽBE A MANIPULÁCII DREVA

J. Tajboš, V. Messingerová

Došlo: 23. ledna 2009

Abstract

TAJBOŠ, J., MESSINGEROVÁ, V.: *Carbon monoxide contamination by wood harvesting and processing*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2009, LVII, No. 2, pp. 135–144

Analysis of work environment contamination with carbon oxide by harvesting and wood processing with using of motomanually technology – one-man chainsaw is presented in this paper. This activity belongs to categories of heavy up to very heavy works according to power consumption. Due to psychophysiological load is considered as dynamic work, combined with neuropsychical load by decisions about assortments and safe motion during harvesting and manipulation process.

Risk of carbon monoxide (CO) intoxication is inflicted his strong affinity to haemoglobin (Hb). Carbon monoxide produce with haemoglobin karboxyhaemoglobin (COHb), whereby disable transmission of oxygen in form oxyhaemoglobin (OHb) from lungs to tissues. Binding of oxide carbon on haemoglobin is approximately two-hundred times stronger as with oxygen.

The measures was made with use of multichannel detector of gas and exhalation Drager X-am 7000 (Germany). Data about contamination was recording in one second intervals, with precision on 1 ppm. By harvesting and too by wood processing were realized three independent observation. Data were processing with standard mathematical-statistic methods – sorting and ranking, regression analysis, test of average deuces and evaluation of frequency in classes.

contamination, wood harvesting wood processing carbon monoxide, chainsaw

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Riziko intoxikácie CO je spôsobené jeho silnou afinitou k hemoglobínu. Vytvára s ním karboxyhemoglobín (COHb), čím znemožňuje prenos kyslíka v podobe oxyhemoglobínu (OHb) z pľúc do tkanív. Väzba oxidu uhoľnatého na hemoglobín je približne dvestokrát silnejšia ako s kyslíkom.

Vo všeobecnosti dochádza pri práci so spaľovacími motormi k zvýšenej koncentrácii CO hlavne v nasledujúcich prípadoch:

- teplota spaľovania je príliš nízka, aby mohlo dôjsť k úplnej oxidácii pohonných látok na oxid uhličitý,
- čas horenia v spaľovacej komore je príliš krátky,
- nie je k dispozícii dostatok kyslíka (práca v uzavretom priestore).

Pre znečistenie pracovného prostredia CO platí „Smernica 46 sv. 39/1978 s. hygienických predpisov o hygienických požiadavkách na pracovné prostredie (Petr, 1999; Rónay, 1985).

V predkladanej práci je uvedená analýza kontaminácie pracovného prostredia kysličníkom uhoľnatým (CO) pri ťažbe dreva v poraste a manipulácii dreva na lesných skladoch motomanuálnou technológiou – prenosnou reťazovou pílou (PRP). Táto činnosť patrí podľa spotreby energie do kategórie ťažkej až veľmi ťažkej práce – energetický výdaj za pracovnú zmenu je okolo 8 MJ. Z hľadiska hodnotenia záťaže sa jedná predovšetkým o dynamickú prácu kombinovanú s neuropsychickým zaťažením pri rozhodovaní o sortimentoch a bezpečnom pohybe pri ťažbe a manipulácii dreva.

Ťažba a manipulácia dreva síce prebieha na otvorenom priestore, ale keďže ide o ťažkú až veľmi ťažkú prácu s minútovou ventiláciou vzduchu okolo 20 litrov, môžu mať v niektorých prípadoch aj nižšie koncentrácie exhalátov negatívny vplyv na okamžitú kondíciu pracovníka a tým aj na jeho koncentráciu. To jednak znižuje pracovný výkon a hlavne zvyšuje riziko vzniku pracovného úrazu.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Základný výskum sa robil v máji až novembri 2008 v porastoch VŠLP TU vo Zvolene, poľesie Sekier – dielce 245, 246 a 250 (tab. I) a na expedičnom sklade vo Zvolene ako súčasť výskumných úloh VEGA 1/0263/08 – „Integrovaná logistika pre využívanie energie z lesnej biomasy“, „Výskum nových technických a technologických princípov pre sústredo-

vanie dreva“ – VEGA 1/3523/06 a „Integrácia obsahu a štruktúry predmetov z oblasti ergonómie, bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v študijných programoch na LF a DF TU Zvolen“ KEGA 3/6429/08.

Ťažba dreva

Vo všetkých troch porastoch sa jednalo o 1. fázu clonného rubu – presvetlenie v prvej etáži. Druhá etáž bola tvorená zmladením buka, vek 10 rokov, výška 2 m, zakmenenie 0,5, 0,6 a 0,3.

I: Základné taxačné charakteristiky porastov – prvá etáž

Porast	drevina	výška (m)	hrúbka (cm)	objem (m ³)	sklon (%)	zakmenenie	vek (roky)	bonita
245	bk 100	34	51	3,32	40	0,9	105	34
246	bk 101	34	48	2,92	40	0,9	105	34
250	bk 102	33	44	2,35	40	0,9	110	32

Základné fyziologické parametre probantov – piliarov:

	vek (roky)	hmotnosť (kg)	výška (cm)	kondícia
1. pracovník	34	90	177	extrémne dobrá
2. pracovník	50	82	176	veľmi dobrá

Klimatické podmienky:

Teplota vzduchu: 10–16 °C, vlhkosť 95 %, rýchlosť vetra: 2–3 m.s⁻¹.

Použitá motorová píla:

Husquarna 375XP, výkon 4,0 kW – 5,4 hp, zdvihový objem 73,5 cm³, hmotnosť 6,8 kg, rezná dĺžka lišty 40–80 cm. Píla patrí do ťažkej kategórie, vhodná na spillovanie a manipuláciu silných stromov (priemer nad 65 cm).

Manipulácia dreva

Základné fyziologické parametre probantov – piliarov:

	vek (roky)	hmotnosť (kg)	výška (cm)	kondícia
1. pracovník	25	84	172 cm	veľmi dobrá
2. pracovník	26	94	175 cm	veľmi dobrá

Klimatické podmienky:

Teplota vzduchu: 22–25 °C, vlhkosť 65 %, rýchlosť vetra: 2,5–4 m.s⁻¹.

Použitá motorová píla:

Stihl 260, výkon 2,6 kW – 3,5 hp, zdvihový objem 50,2 cm³, hmotnosť 4,8 kg, rezná dĺžka lišty 40 cm. Píla patrí do stredne ťažkej kategórie, vhodná na spillovanie a manipuláciu stredne silných stromov (priemer 50 cm).

Merací prístroj:

Pri všetkých meraniach sa použil viackanálový detektor plynov a pár Dräger X-am 7000 (Nemecko). Údaje o kontaminácii zaznamenáva v nastaviteľných intervaloch, s presnosťou na 1 ppm. Dáta sa ukladajú do textového súboru, ktorý možno ľahko konvertovať do iných formátov (xls, sta a p.).

Metodika

Pri meraní sa dodržiaval postup doporučený fy Dräger pre uvedený typ prístroja:

Prepláchla sa hadicová sonda, aby sa minimalizovali účinky akýchkoľvek látok nachádzajúcich sa v hadici.

- Na zvýšenie presnosti nulového bodu znečistenia CO sa prístroj kalibroval čerstvým vzduchom v záujmovej oblasti (nie priamo na manipulačnom sklade, pretože tam môže byť obsah CO vyšší).

- Vstupný otvor hadice k senzoru bol umiestnený na prilbe probanta, tesne vedľa jeho nosných dierok.

- Hodnoty kontaminácie CO v ppm (part per milion) sa snímali v 1–sekundových intervaloch.

- Pre porovnanie sa urobili 3 merania v ťažbe a 3 merania pri manipulácii, v rôznych poveternost-

ných podmienkach, s celkovou dĺžkou trvania 2,5 a 2,1 hod. Vzhľadom k rozsahu práce sme neanalyzovali detailne pôsobenie klimatických činiteľov.

- V súvislosti s predpokladmi pre spracovanie údajov sa realizovali minimálne 3 nezávislé pozorovania. Údaje boli spracované štandardnými matematicko-štatistickými metódami: triedením, regresnou analýzou, testovaním zhody priemerov a hodnotením početností v triedach. Výsledky sú prezentované v grafickej a tabuľkovej forme.

VÝSLEDKY

Vzhľadom k tomu, že dáta boli zaznamenané v ppm (parts per milion) a kritické hodnoty v norme sú uvedené v mg.m^3 , je ďalej uvedený pomer, resp. prepočet medzi týmito údajmi:

1 mol CO má hmotnosť 28 g (molekulová hmotnosť CO = atómová hmotnosť C + O = 12 + 16, vyjadrená v gramoch, presne má CO $28,01 \text{ mg.mol}^{-1}$). Podľa Avogardovho zákona (konštanty) zaberá priestor $22,4 \text{ l} = 0,0224 \text{ m}^3$, čo predstavuje

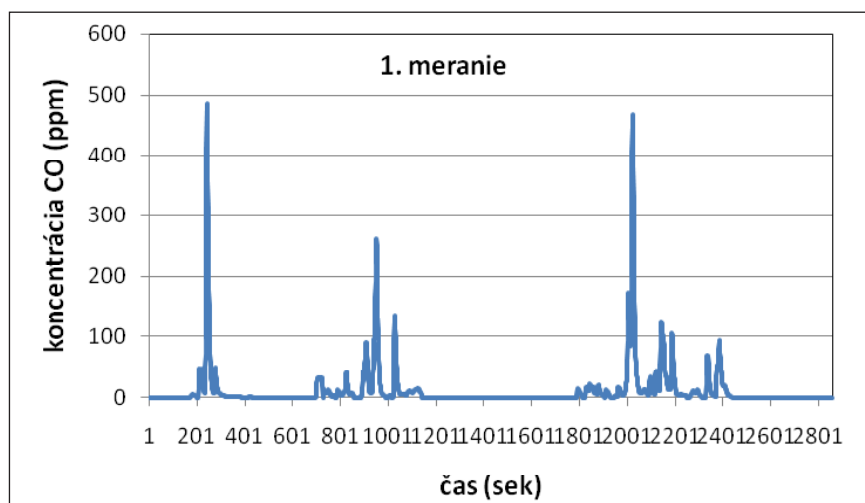
koncentráciu 2,24 %, resp. 22400 ppm. Potom 1 g CO vytvorí koncentráciu 799,7144 ppm a 1 mg 0,8 ppm (0,7997).

Podľa smernice uvedenej v úvode je prípustná, resp. priemerná pracovná koncentrácia CO 30 mg.m^{-3} , čo sa rovná 24 ppm a kritická $150 \text{ mg.m}^{-3} - 120 \text{ ppm}$. Pri zvýšení koncentrácie nad kritickú hodnotu sa považuje pracovné prostredie za škodlivé a musí sa intenzívne vetrať.

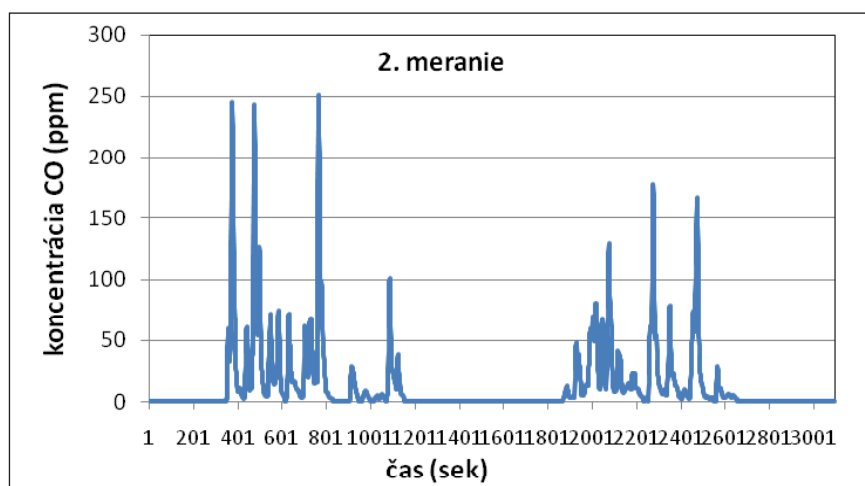
Koncentrácia CO pri ťažbe dreva

Na obr. 1, 2 a 3 je uvedený priebeh koncentrácie CO v pracovnom prostredí počas jednotlivých meraní. Z obrázkov vyplýva, že znečistenie presahuje kritickú hranicu 120 ppm len krátkodobo, na niekoľko sekúnd (tab. II) v relatívne dlhých časových odstupoch (obr. 1–3).

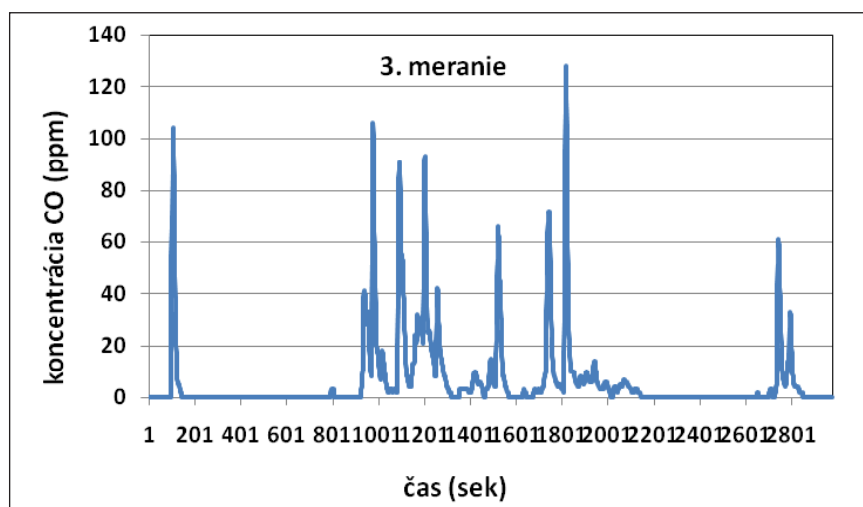
V tabuľke II sú uvedené základné štatistické charakteristiky znečistenia CO v ppm a počet záznamov (sekúnd). Priemerné znečistenie je hlboko pod prípustnou hranicou.



1: Priebeh hodnôt znečistenia pracovného prostredia počas 1. merania v ťažbe PRP



2: Priebeh hodnôt znečistenia pracovného prostredia počas 2. merania v ťažbe PRP



3: Priebeh hodnôt znečistenia pracovného prostredia počas 3. merania v ťažbe PRP

II: Základné štatistické charakteristiky znečistenia CO v ppm v ťažbe

	1. meranie	2. meranie	3. meranie	spolu	spolu nad 0 ppm
priemer	12,12	13,04	6,54	10,58	24,08
sx	40,48	29,30	15,49	30,17	41,80
sx%	333,95	224,78	236,90	285,22	173,56
max	486	243	128	486	486
počet	2858	3095	2977	8930	3919

Testovanie významnosti rozdielu medzi priermi

Použilo sa testovacie kritérium pre testovanie významnosti rozdielu medzi dvoma výberovými priermi na základe veľkých výberov:

$$t = \frac{xpr_1 - xpr_2}{\sqrt{\frac{sx_1^2}{n_1} + \frac{sx_2^2}{n_2}}}, \quad (1)$$

kde:

xpr_1 – priemer 1. merania

xpr_2 – priemer 2. merania

sx_1^2 – rozptyl 1. merania

sx_2^2 – rozptyl 2. merania

n_1 – počet záznamov 1. merania

n_2 – počet záznamov 2. merania.

Kritická hodnota $t_{0,05} = 1,96$, $t_{0,01} = 2,58$, $t_{0,001} = 3,29$.

Testovacie kritéria medzi jednotlivými meraniami:

t 1–2 0,99⁺⁺⁺

t 1–3 6,91⁺⁺⁺

t 2–3 10,86⁺⁺⁺

Pri 1. a 2. meraní nie je štatisticky významný rozdiel medzi priermi, priemer 3.-ho merania je rozdielny na hladine významnosti $\alpha = 0,001$, tzn. s 99,9% pravdepodobnosťou. Podobné výsledky sú pri viacnásobnom porovnaní priemerov. V súvislosti s ne-

rovnakým rozsahom meraní sa použil Duncanov test.

	1	2	3
1		0,240701	0,000009 ⁺⁺⁺
2	0,240701		0,000011 ⁺⁺⁺
3	0,000009 ⁺⁺⁺	0,000011 ⁺⁺⁺	

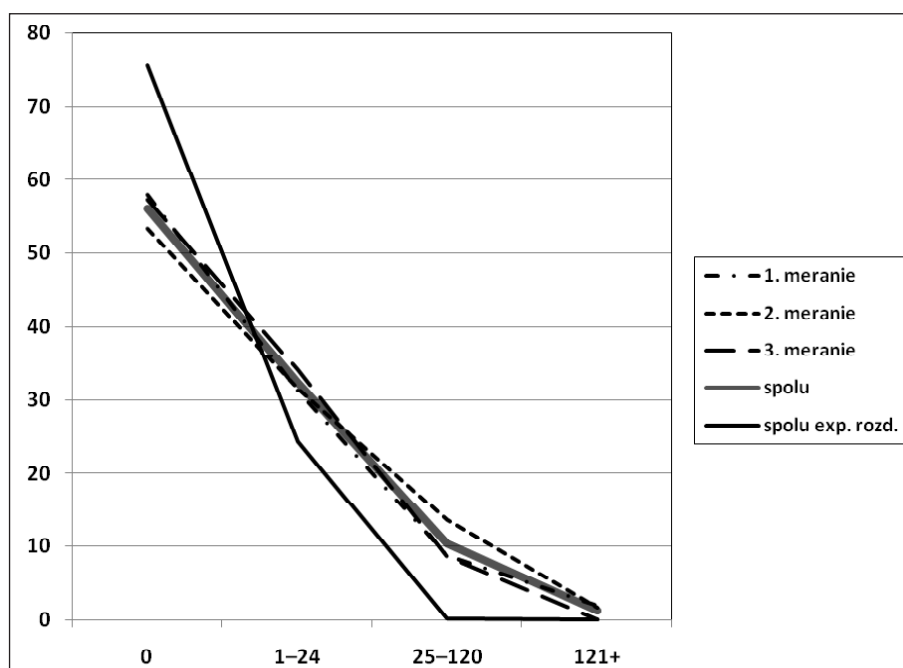
V tabuľke III je početnosť výskytu znečistenia počas meraní v triedach. Zvýšená koncentrácia – nad 120ppm vzniká hlavne pri poklese výkonu motora – znížení otáčok, v dôsledku čoho sa zhoršuje kvalita procesu spaľovania. Piliar to eliminuje okamžitým znížením tlaku na lištu pily, čím v podstate zruší zdroj vyššej koncentrácie CO. Koncentrácia 0ppm je v dobe keď je píla vypnutá, resp. je v dostatočnej vzdialenosti od hlavy piliara. Z toho dôvodu sú samostatne analyzované koncentrácie nad 0ppm, keď sa s pilou intenzívne pracuje.

Rozdelenie početností je veľmi ľavostranne asymetrické. Najviac sa podobá na exponenciálne (štatistické charakteristiky chi-kvadrát v kontingenčnom teste boli vyššie ako prípustná tabuľková hodnota na hladine pravdepodobnosti $\alpha = 0,05$, tzn. s 95% pravdepodobnosťou to nie je exponenciálne rozdelenie). Na obr. 4 je frekvenčný polynóm pozorovaných početností a očakávané početnosti exponenciálneho rozdelenia.

Na obr. 5 je frekvenčný polynóm znečistenia vyrovnaný jednoduchou exponenciálnou krivkou.

III: Početnosti výskytu znečistenia v triedach v ťažbe

trieda	stred	1. meranie	2. meranie	3. meranie	spolu	spolu nad 0 ppm	spolu exp. rozdelenie
absolútne početnosti							
0	0	1658	1649	1704	5011		6751
1–24	12	894	975	1014	2883	2883	2172
25–120	72	250	420	256	926	926	7
121+	300	56	51	3	110	110	0
spolu		2858	3095	2977	8930	3919	8930
relatívne početnosti							
0	0	58,01	53,28	57,24	56,11	-	75,59
1–24	12	31,28	31,50	34,06	32,28	73,56	24,32
25–120	72	8,75	13,57	8,60	10,37	23,63	0,08
121+	300	1,96	1,65	0,10	1,23	2,81	0,00
spolu		100	100	100	100	100	100



4: Frekvenčný polynóm a očakávané početnosti exponenciálne v ťažbe

Model relatívne veľmi dobre popisuje priebeh početností, regresná funkcia má tesnosť závislosti $R = 0,978^{+++}$, $R^2 = 0,957$ (model pokrýva 95,7% skutočného priebehu frekvencií kontaminácie):

$$y = 38,428 \cdot e^{-0,0120 \cdot x} \quad (2)$$

Kde:

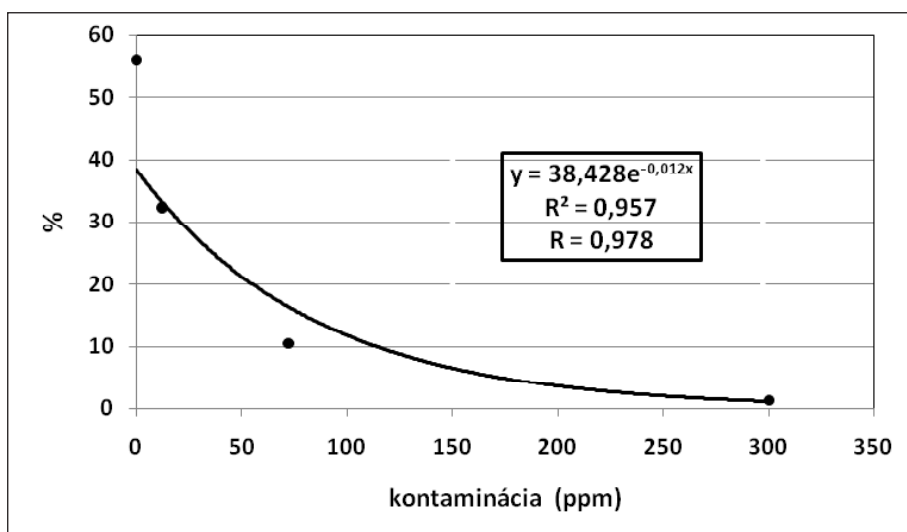
y – početnosť v triede,

x – stredná hodnota triedy (ppm).

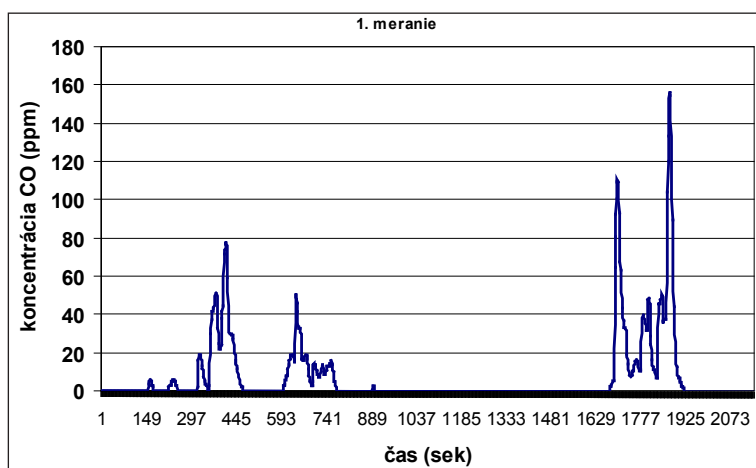
Manipulácia dreva

Priebeh koncentrácie CO je na obr. 6 7 a 8. Podobne ako pri ťažbe presahuje kritickú hranicu 120 ppm len krátkodobo, v dlhých časových odstupoch.

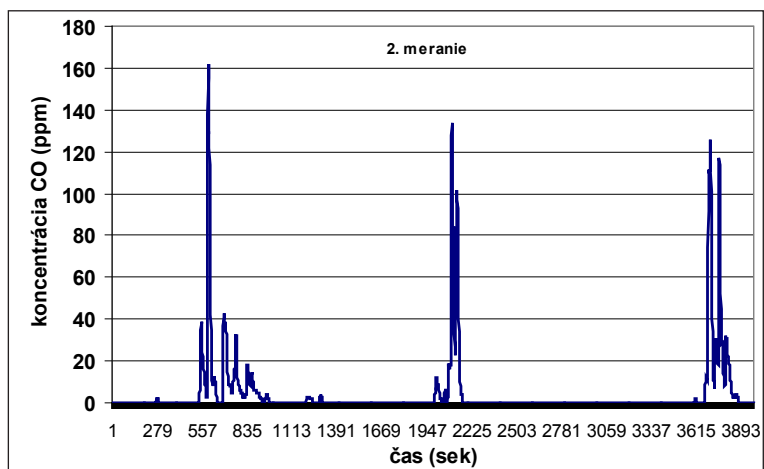
V tabuľke IV sú základné štatistické charakteristiky znečistenia. Priemerné znečistenie je nižšie ako pri ťažbe. Aj tu sú priemery sú štatisticky významne rozdielne. V tabuľke V je uvedená početnosť výskytu znečistenia počas meraní v triedach.



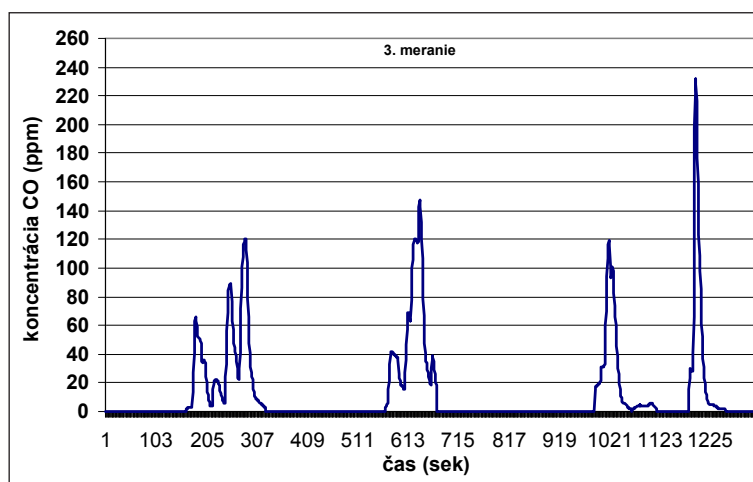
5: Regresná funkcia priebehu početností podľa intenzity kontaminácie v ťažbe



6: Priebeh hodnôt znečistenia pracovného prostredia počas 1. merania pri manipulácii PRP



7: Priebeh hodnôt znečistenia pracovného prostredia počas 2. merania pri manipulácii PRP



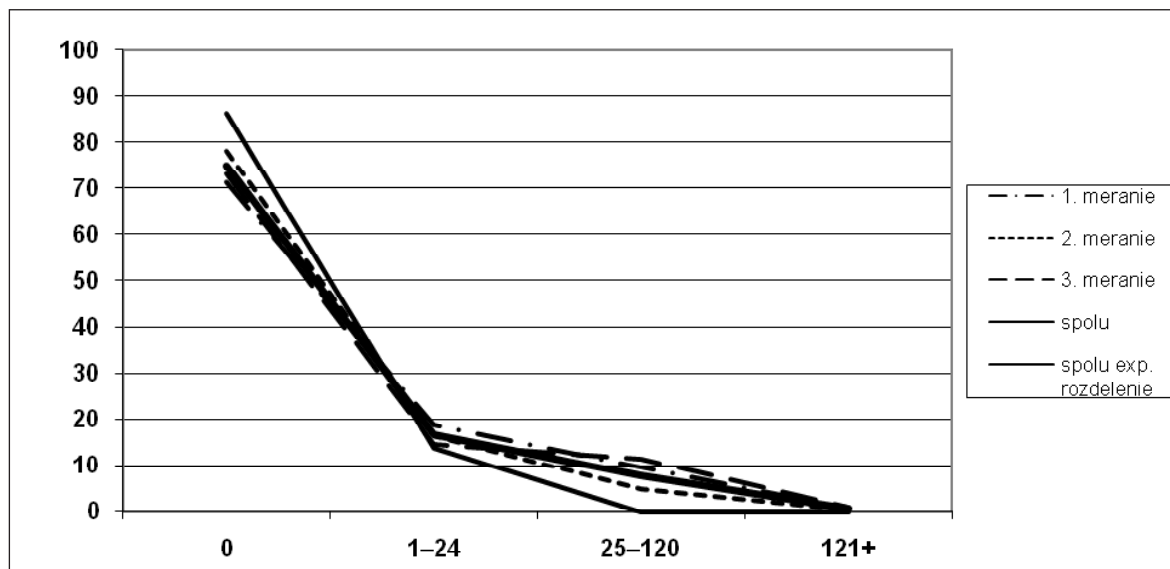
8: Priebeh hodnôt znečistenia pracovného prostredia počas 3. merania pri manipulácii PRP

IV: Základné štatistické charakteristiky znečistenia CO v ppm pri manipulácii PRP

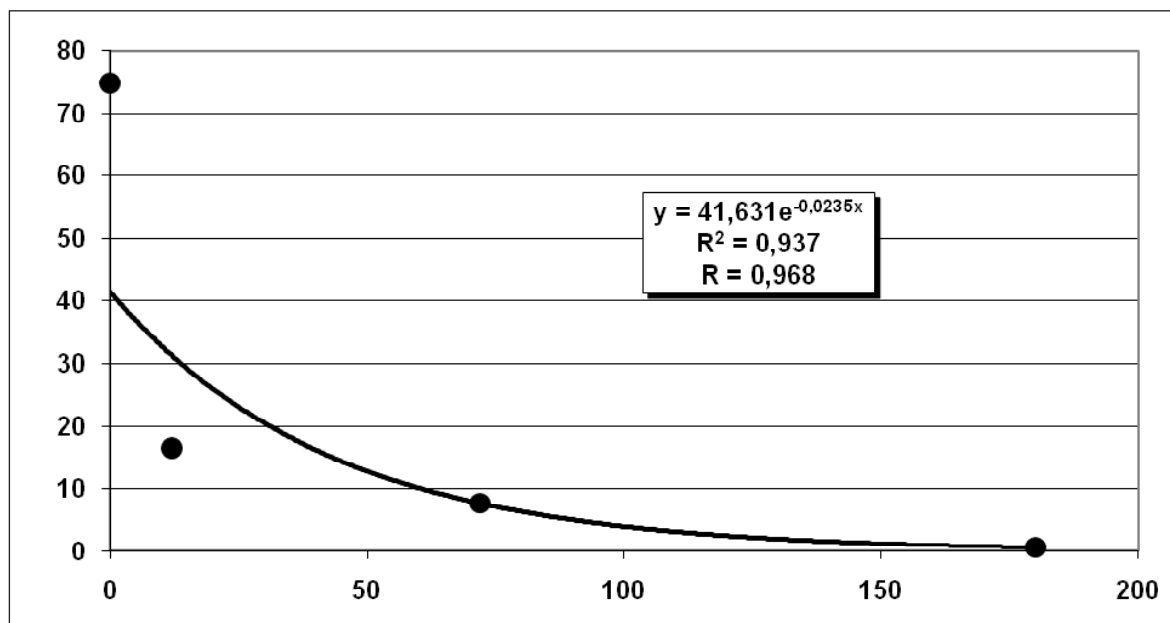
	1. meranie	2. meranie	3. meranie	spolu	spolu nad 0 ppm
priemer	7,31	4,43	12,92	6,56	26,64
sx	18,69	16,11	30,47	20,07	33,21
sx%	255,76	363,94	235,90	306,17	124,63
max.	157	162	232	232	232
počet	12	19	17	48	48

V: Početnosti výskytu znečistenia v triedach pri manipulácii PRP

trieda	stred	1. meranie	2. meranie	3. meranie	spolu	spolu nad 0 ppm	spolu exp. rozdelenie
absolútne početnosti							
0	0	1533	2912	1269	5714	-	6563
1-24	12	401	614	252	1267	1267	1053
25-120	72	205	185	198	588	588	1
121+	180	12	19	17	48	48	0
spolu		2151	3730	1736	7617	1903	7617
relatívne početnosti							
0	0	71,27	78,07	73,10	75,02	-	86,1795
1-24	12	18,64	16,46	14,52	16,63	66,58	13,8191
25-120	72	9,53	4,96	11,41	7,72	30,90	0,0015
121+	180	0,56	0,51	0,98	0,63	2,52	0,0000
spolu		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



9: Frekvenčný polynóm a očakávané početnosti exponenciálne pri manipulácii PRP



10: Regresná funkcia priebehu početností podľa intenzity kontaminácie pri manipulácii PRP

Na obr. 9 je frekvenčný polynóm pozorovaných početností a očakávané početnosti exponenciálneho rozdelenia. Na obr. 10 je frekvenčný polynóm vyrovnaný jednoduchou exponenciálnou krivkou.

Model podobne ako pri ťažbe dobre popisuje priebeh početností, regresná funkcia má tesnosť závislosti $R = 0,968^{+++}$, $R^2 = 0,937$:

$$y = 41,631 \cdot e^{-0,0235 \cdot x} \quad (3)$$

Kde:

y – početnosť v triede,

x – stredná hodnota triedy (ppm).

Porovnanie niektorých výsledkov z ťažby a manipulácie dreva

Pri ťažbe je priemerná kontaminácia – 10,58 vyššia ako pri manipulácii – 6,56 ppm. Naproti tomu je pri vylúčení nulových záznamov (píla nie je v činnosti, resp. beží na voľnobeh) je pri ťažbe nižšia – 24,08 ako pri manipulácii – 26,64 ppm. Podieľa sa na tom predovšetkým technika práce – piliar v ťažbe pracuje s pílou relatívne dlhšie ako pri manipulácii, hlavne v operácii odvetvovania.

Vzhľadom k veľkému počtu záznamov sú štatistické charakteristiky t (vzorec 1) vyššie ako je kritická hodnota $t_{0,05} = 1,96$ aj pri relatívne malých rozdieloch medzi priemerami a veľkých rozptyloch medzi

nameranými hodnotami – $t_{\text{vyp}} = 9,96$, $\alpha = 0,0000$ s vylúčením nulových záznamov $t_{\text{vyp}} = 2,34$, $\alpha = 0,019$.

DISKUSIA A ZÁVER

Okrem anoxie CO, resp. COHb priamo toxicky pôsobí na mozog (CNS) a myokard. Stav a prognóza závisí od koncentrácie a dĺžky expozície:

- 0,1 % (1000 ppm) – nastáva bezvedomie po 2–3 hod,
- 0,5 % (5000 ppm) – nastáva bezvedomie po 0,5 hod,
- 1 % (10000 ppm) – nastáva smrť po 15–20 min.

Priaznivejšia prognóza je pri krátkych expozíciách vyššou koncentráciou CO, ako pri dlhotrvajúcich, aj keď relatívne nižších koncentráciách. Subklinické príznaky sú bolesti hlavy, napätie, apatia, nauzea, neriešia sa klinicky, odznejú po vyvetraní. Klinické príznaky nastanú keď expozícia pokračuje – poruchy vedomia až kóma, pokožka je bledá až popoľavá, dýchanie nepravidelné, šlachové reflexy vyhasínajú, krv je svetločervená (nie červenohnedá). Pri viac ako 4 hodinovej kóme dochádza k bronchopneumónii a nezvratnému poškodeniu (CNS).

Terapia pri klinickej intoxikácii je inhaláciou kyslíka a infúziou mezokainu, pri subklinickej väčšinou postačí prívod čerstvého vzduchu. Vzhľadom k tomu, že väzba CO na hemoglobín je reverzibilná, desaturácia začína okamžite po prerušení expozície CO a prívode kyslíka.

Na základe meraní a skúseností z praxe v podstate možno konštatovať, že pri relatívne normálnych pre-

vádzkových podmienkach práce s motorovou pílou v otvorenom priestore je skoro vylúčená možnosť nielen klinickej, ale aj subklinickej intoxikácie CO.

Nadkritická kontaminácia (nad 120 ppm) počas vyše 2,5 hodinového záznamu (tab. II) trvala spolu len 110 sekúnd a v manipulácii počas 2 hodinového záznamu (tab. IV) len 48 sekúnd a bola rozložená na jednotlivé 3–4 sekundové expozície, medzi ktorými boli dlhšie časové intervaly s prípustnými hodnotami (obr. 1–3 a 6–8). V súvislosti s veľmi krátkou dobou pôsobenia a okamžitou detoxikáciou, tieto lokálne maximá nemôžu pôsobiť na pracovníka toxicky.

Najvyššie hodnoty znečistenia – až 400 ppm boli pri stínke stromu technikou zápichu, keď je piliar relatívne dlhší čas sklonený tesne nad pílou. Z hľadiska analýzy údajov matematicko-štatistickými metódami je rozdelenie početností približne exponenciálne a dostatočne presne ho možno popísať, resp. modelovať exponenciálnymi funkciami, napr. hore uvedenými funkciami (2 a 3). Vzťah pokrýva 95,7 % skutočného priebehu frekvencií – 4,3 % predstavujú iné vplyvy a 94 % priebehu, 6 % sú iné vplyvy, R je štatisticky významný na hladine $\alpha 0,001$, tzn. s 99,9 % pravdepodobnosťou.

Znečistenie vzduchu nepresahuje kritickú hranicu 120 ppm v priebehu 97,19 a 99,37 % trvania pracovnej činnosti. Rozdiely v priemerných koncentráciách v rámci meraní sú zapríčinené predovšetkým technikou a intenzitou pílenia.

SÚHRN

V predkladanej práci sú uvedené niektoré výsledky analýzy kontaminácie piliarov kyslíčnikom uhoľnatým – CO pri ťažbe a manipulácii dreva. V súvislosti s dosiahnutými výsledkami a skúsenosťami z praxe možno konštatovať, že pri štandardných prevádzkových podmienkach práce s motorovou pílou je prakticky vylúčená možnosť nielen klinickej, ale aj subklinickej intoxikácie CO.

Expozícia CO nadkritickou kontamináciou (nad 120 ppm) sa vyskytovala približne len v jednej stotine času pracovnej aktivity a bola rozložená na jednotlivé 3–4 sekundové úseky, medzi ktorými boli dlhšie časové intervaly s prípustnými hodnotami. Vzhľadom k veľmi krátkej dobe pôsobenia a okamžitej detoxikácii, lokálne maximá nepôsobia na pracovníka toxicky.

Najvyššie hodnoty znečistenia – až 400 ppm boli pri stínke stromu technikou zápichu, keď je piliar relatívne dlhší čas sklonený tesne nad pílou. Po analýze údajov matematicko-štatistickými metódami možno konštatovať, že rozdelenie početností kontaminácie CO je približne exponenciálne a dostatočne presne ho možno popísať, resp. modelovať exponenciálnymi funkciami s veľmi vysokou pravdepodobnosťou. Rozdiely v priemerných koncentráciách v rámci meraní sú zapríčinené predovšetkým technikou a intenzitou pílenia.

kontaminácia, ťažba dreva, manipulácia dreva, kyslíčnik uhoľnatý, reťazová píla

SUMMARY

Analysis of work environment contamination with carbon oxide – CO by harvesting and wood processing with using of motomanually technology – one-man chainsaw is presented in this paper. Due to obtained results and experiences from praxes maybe state, that in standard working condition jobs with chain saw is the possibility of clinically, also subclinically intoxication of CO practically excluded.

CO exposition above critical contamination (above 120 ppm) was observed approximately only in one hundredth working time and was distributed on particular 3–4 second sections, between which the longer time intervals were with acceptable values. Due to a very short duration of action and prompt detoxication, the local maxima do not affect toxically on worker.

Most highly values of contamination – until 400 ppm were measured by tree felling neck-down technology, when sawyer is bent just above chain saw for relatively longer time. According to data analysis mathematical-statistic method maybe state, that frequency distribution of CO contamination is approximately exponentially and with adequate accuracy maybe define, resp. simulate exponentially function with very high probability. Differences between average concentrations within observations are caused especially with technology and saw intensity.

LITERATÚRA

- PETR, J., 1999: Ergonomie. Codex, Praha, 87 s.
RÓNAY, E., 1985: Ergonómia. Skriptum, TU Zvolen, 294 s.

Adresa

Ing. Jozef Tajboš, CSc., prof. Ing. Valéria Messingerová, CSc., Lesnícka fakulta, Katedra lesnej ťažby a mechanizácie, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, e-mail: tajbos@vslld.tuzvo.sk