

Obremenitev sekačev z ogljikovim monoksidom

Chain Saw Workers' Loads by Carbon Monoxide

Marjan LIPOGLAVŠEK*

Izvleček:

Lipoglavšek, M.: Obremenitev sekačev z ogljikovim monoksidom. Gozdarski vestnik, št. 3/2000. V slovenščini, s povzetkom v angleščini, cit. lit. 17. Prevod v angleščino: Eva Naglič.

V preteklosti pri gozdnem delu izpušnim plinom in njihovi škodljivosti za zdravje delavcev niso posvečali posebne pozornosti. Šele meritve v kratkih časovnih intervalih so dokazale, da so koncentracije ogljikovega monoksida v nekaterih razmerah nad maksimalno dovoljenimi mejami velik del delovnega časa. Previsoke koncentracije ogljikovega monoksida nastajajo pri podiranju drevja, pri kleščanju iglavcev s košatimi krošnjami in pri sečnji v gostih mladih sestojih. Ta članek prinaša nekatere rezultate merjenja ogljikovega monoksida pri sečnji z motorno žago na 11 sečiščih po Sloveniji. Koncentracija ogljikovega monoksida je bila v povprečju 7 % časa nad maksimalno dovoljeno koncentracijo, kar je manj, kot so ugotovili raziskovalci v tujini. Članek razpravlja tudi o tem, ali so sedanje dopustne meje za ogljikov monoksid in za ogljikovodike še primerne, saj povzročajo le-ti resne okvare zdravja predvsem tam, kjer je motorna žaga osnovni stroj pri sečnji drevja.

Ključne besede: ogljikov monoksid, obremenitev, sekač.

Abstract:

Lipoglavšek, M.: Chain Saw Workers' Loads by Carbon Monoxide. Gozdarski vestnik, No. 3/2000. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 17. Translated into English by Eva Naglič.

In the past, not much attention was dedicated to exhaust gases as a health damaging factor at forestry work. Only measurements in the short time intervals prove the concentrations of carbon monoxide (CO) in certain conditions exceed MAC, maximal allowed concentrations during an extensive part of total working time. Air concentrations of CO that are too high, are developed at tree felling, delimiting of conifers with many branches, and at cutting in dense young stands. The paper presents some of the results of CO measurements with chain saw cutting on 11 working places in Slovenia. CO concentration has exceeded MAC value in 7 percent of investigated working times, which is less than investigators in other countries have found. The author discusses whether the old MAC values for CO and hydrocarbons (HC) are still suitable. The health damage caused by exhaust gases is serious and should be avoided, especially where the chain saw is primarily used for cutting work.

Key words: carbon monoxid, worker's load, chain saw cutter.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

V izpušnih plinih motorjev z notranjim izgorevanjem so snovi, ki trenutno ali postopno zastrupljajo organizem delavcev, ki so tem snovem izpostavljeni. Ogljikov monoksid (CO), za katerega je bilo doslej največ meritev koncentracij pri delu v gozdu, povzroča zasičenost rdečih krvničk, tako da niso več sposobne prenašati kisika. S tem povzroča akutne zastrupitve, ki se začnejo z glavoboli, končajo pa lahko s smrtjo, če je koncentracija CO prevelika in trajanje izpostavljenosti dovolj dolgo. Posledice zasičenosti rdečih krvničk so neugodne zlasti za srčne in koronarne bolnike, ki imajo zaradi zamašenih žil težave s preskrbo srca s kisikom. Stalna izpostavljenost tudi manjšim koncentracijam CO povzroča pogostejša obolenja dihal, obolenja presnove in nevrološka obolenja. Ogljikovodiki (CH), ki prav tako ostajajo v izpušnih plinih zaradi nepopolnega izgorevanja, zlasti pri dvotaktnih motorjih, domnevno povzročajo rakasta obolenja ledvic in krvnega obtoka (VOIGHT 1991). V izpušnih plinih so v majhnih količinah škodljivi še dušikovi oksidi. V preteklosti, dokler so še uporabljali osvinčeni bencin, so bile škodljive tudi svinčeve spojine. Pri fizično zahtevnih delih nastajajo zastrupitve hitreje, ker je ventilacija pljuč

* prof. dr., M. L., univ. dipl. inž. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, Ljubljana, SLO

velika. Zato so na primer pri sekaču namerili zasičenost krvi s HgCO nad dopustnimi 5 %, čeprav dnevna maksimalno dovoljena koncentracija (MDK vrednost - 30 ppm v zraku ob dihalih) ni bila presežena (BÜNGER et al. 1995).

Raziskovalci so že zgodaj domnevali, da izpušni plini tudi delavcem v gozdu puščajo škodljive posledice. S tedaj (v šestdesetih letih) razpoložljivimi merilnimi reagenčnimi cevkami so v relativno dolgih časovnih obdobjih merili koncentracije ogljikovega monoksida ob dihalih delavcev. Ugotovili so (DERETA 1967, KOCIJANČIČ 1972), da pri sečnji le izjemo ma, v posebnih razmerah (v vrtačah, v snežnih jarkih okoli dreves), prihaja do koncentracij CO, ki bi presegle tedaj še relativno visoko maksimalno dovoljeno koncentracijo (MDK - 50 ppm). Kasneje so ugotovili, da motorna žaga v primerjavi z osebnim avtom izloča pol toliko CO in dvakrat več ogljikovodikov (CH). To je za majhen motor relativno veliko (WENCL et al. 1979). Ugotovili so tudi, da so bili izpušni plini, ki dražijo sluznice delavcev, zelo moteči, kadar so bile škodljivosti ropota in vibracij zmanjšane in zlasti kadar so mladi delavci pričakovali, da bodo v gozdu delali v čistem okolju.

Ko pa so izdelali merilne instrumente, ki so omogočili merjenje koncentracij CO tudi v krajših časovnih obdobjih, pod 10 sekundami, so raziskovalci (BOMBOSCH / KOLB 1989) odkrili, da v mnogih primerih kratke, a pogoste konice koncentracij CO presegajo MDK vrednosti velik del (tudi do 50 %) delovnega časa. To se lahko zgodi pri redčenju mladih smrekovih kultur ali pri sečnji zrelih bukovih sestojev. Ker pa CO povzroča akutne zastrupitve, MDK vrednosti ne bi smele biti prekoračene niti kratek čas. Izračunane dnevne povprečne obremenitve sekačev sicer ne presegajo MDK vrednosti 30 ppm (STAMPFER 1997), presegajo pa praktično vedno 1/4 te vrednosti (7,3 ppm), ki pomeni po nekaterih predpisih v tujini mejo, pri kateri se je treba lotiti prvih varnostnih ukrepov. Tudi meritve koncentracij ogljikovodikov (CH) so pokazale, da njihove povprečne dnevne koncentracije sploh ne dosejajo dopustnih mej, vendar jih, ker so rakotvorni, ob dihalih delavcev sploh ne bi smelo biti. Do povečanih koncentracij CH pa prihaja tudi med dolivanjem goriva zaradi bencinskih hlapov. Tako koncentracije CO kot tudi koncentracije CH kažejo na nepopolno izgorevanje goriva in so medsebojno v pozitivnih korelacijskih odvisnostih. Zato so meritve obremenitev delavcev s CO še vedno smotrne, saj lahko z njimi ocenimo tudi druge škodljivosti izpušnih plinov.

2 METODA IN OBSEG RAZISKOVANJA OBREMENITEV SEKAČEV S CO

2 METHODOLOGY AND EXTENT OF INVESTIGATION OF CHAIN SAW WORKERS' LOAD BY CO

Ker bo v goratih predelih Slovenije motorna žaga še dolgo prevladujoče motorno orodje pri sečnji drevja, smo se odločili, da pridobimo vsaj manjše število podatkov o obremenitvah sekačev s CO. Čeprav je bilo v tujini že nekaj podobnih raziskav, pa doslej nismo vedeli, kolikšne so te obremenitve v naših gozdnogospodarskih razmerah pri tehnologiji sečnje dolgega lesa oz. pri naši učinkovitosti dela.

Za merjenje in beleženje koncentracij smo uporabili dozimeter Dositox proizvajalca Compur (München). Dositox je hkrati merilnik in pomnilnik podatkov. Vsakih 10 sekund spravi v spomin povprečno vrednost izmerjenih koncentracij CO. Namestili smo ga na desno stran prsnega koša sekača, čim bližje dihalom.

Med beleženjem koncentracij CO smo sekače posneli z videokamero, tako da smo lahko kasneje, pri obdelavi podatkov, vsakemu 10-sekundnemu časovnemu intervalu pripisali prevladujoči element dela (delovni postopek). Z videoposnetkov pa smo lahko razbrali tudi položaje telesa sekačev in druge vzroke za povečanje koncentracij CO. Pri gledanju videoposnetkov smo ugotovili, da zabeležene koncentracije CO v pomnilniku sistematično zaostajajo za dogajanjem pri sečnji za 40 do 70 sekund (4-7 intervalov). Merilnik izmeri in zabeleži koncentracije kasneje, kot nastanejo. Pri pripisovanju elementov dela, ki so vzrok za povečano koncentracijo, smo to zamujanje morali upoštevati. Pri snemanju krajših časovnih obdobjev dela med študentskim praktičnim poukom smo določili elemente dela na drug način, samo s pomočjo časovnih študij z navadno štoparico. Zamujanje merilnika smo upoštevali enako.

Za obdelavo podatkov o izmerjenih koncentracijah CO smo merilnik kasneje priključili na osebni računalnik (PC) in s programom Datalog istega proizvajalca (Compur) prečitali in izpisali v pomnilniku zapisane podatke. Isti program nam je izrisal dnevni potek koncentracije CO, izračunal dnevne obremenitve delavca v vsem posnetem času ter število in trajanje prekoračitev nastavljene MDK vrednosti 30 oz. 120 ppm. Podatke smo prenesli še v program Microsoft Excel, kjer smo podatkom o koncentracijah CO dodali šifrirane elemente dela, za katere smo izračunali časovno frekvenčno porazdelitev, aritmetične sredine in standardne odklone koncentracij CO. Za seštevke elementov dela oz. produktivni in delovni čas smo izračunali tehtane aritmetične sredine obremenitev s CO, pri čemer so bili ponderji število meritev (6/minuto) oz. trajanje delovnih operacij.

Preglednica 1: Delovne razmere pri snemanju CO med sečnjo z motorno žago

Table 1: Working conditions at recording CO concentrations while cutting with a chain saw

Sečišča Working place	POKLJUKA	ROGLJA	LANSKI VRH	GLAZUTA	ČRNI VRH	ČRNI VRH II	ČRNI VRH 24	RIBNICA	GLAZUTA 2	DEBELI VRH	RIBNICA I.
Drevesna vrsta Tree species	sm	sm	je (bu)	je, bu, ja	je, sm	je, bu	je, bu	je, bu, (sm)	bu, (sm)	je	je, bu
Sestoj Stands	dg. young	tanjši deb. mid. age	preb. select.	preb. select.	preb. select.	preb. select.	preb. select.	preb. select.	preb. select.	preb. select.	preb. select.
Rastlinska združba Vegetation associat.	Piceetum	Piceetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum	A.- Fagetum
Naklon (%) Inclination (%)	0	25	10	20	30	20	30	18	20	10	25
Nadmor. višina (m) Altitude over sea (m)	1.250	1.250	565	910							
Temperatura (°C) Temperature (°C)	15	18	5	24	18	13	18	16	12	27	20
Posekano drevje (n) Cutted trees (n)	41	25	29	14	3	4	7	10	4	5	2
Proizvodi / Assortm. število / No. (n)	52	42	63	34	10	12	20	24	14	6	4
dolžine / length (m)	5-8	7-10	3-10	5-10	8	4-11	4-12	4-8	4-12	9-18	8
Volumen izdelanih gozd. proizv. / Assortment's volume											
igl. / conf. (m ³)	2.70	8.68	24.24	29.11	6.02	0.32	6.57	1.22	4.66	3.21	1.32
list. / broadl. (m ³)	-	-	3.25	0.16	-	8.31	5.21	13.51	4.49	-	2.82
Skupaj / total (m ³)	2.70	8.68	27.49	29.27	6.02	8.63	11.78	14.73	9.15	3.21	4.14
m ³ /drevo / tree	0.07	0.35	0.95	2.09	2.01	2.16	1.68	1.47	2.29	0.64	2.07
Porabljeni prod. čas / Productive time used											
min.	185	212	219	305	47	41	117	120	23	41	34
min/m ³	69	24	8	10	8	5	10	8	9	13	8

Najprej smo v letih 1998 in 1999 na štirih sečiščih po Sloveniji, Lanskem vrhu (Ljubljana), Glažuti (Kočevje), Rogli (Celje) in Pokljuki (Bled), v različnih sestojih in različnih delovnih razmerah naredili celodnevna snemanja koncentracij CO (preglednica 1).

Na gozdnogospodarskem območju Kočevje smo med praktičnim poukom študentov gozdarstva v podjetju Grča d.d. nad Glažuto (Ribnica na Dolenjskem) naredili še sedem delnih snemanj CO v krajših delih delovnega dneva.

Celodnevna snemanja so trajala skupaj okrog 24,5 ur in so obsegala 921 minut produktivnega časa (63 %). Sečnja je potekala pri redčenju smrekovega drogovnjaka na Pokljuki, pri redčenju tanjšega debeljaka na Rogli in pri prebiranju jelovo-bukovih sestojev v Dinaridih (Lanski vrh, Glažuta). Med temi snemanji je bilo podrhtih 109 dreves in izdelanih 191 kosov ali 68,14 m³ pretežno dotgega lesa iglavcev. Izmerili smo 8.778 koncentracij CO v 10-sekundnih intervalih. Pri sečnji v jelovo-bukovih gozdovih okrog Glažute smo skupaj posneli še 10 ur dela v delih sedmih delovnih dni ali 423 minut produktivnega časa (69 %). Med temi snemanji je bilo podrhtih 35 dreves, izdelanih 80 kosov ali 57,66 m³ lesa iglavcev in listavcev. Tudi sestava delovnega časa po elementih dela (preglednica 2) je bila v posameznih posnetih dneh zelo različna. Pri celodnevni snemanjih je delo z motorno žago trajalo od 39 do 49 % časa, pri delnih snemanjih pa od 58 do 87 % ali v povprečju znatno več, 67 %. Zato pa je bilo pri delnih snemanjih neproduktivnega časa posnetega znatno manj - 21 %, pri celodnevni snemanjih pa 37 %. Sestava delovnega časa je pomembna za izračun dnevnih obremenitev sekačev, saj so trajanja elementov dela uteži pri izračunu tehtane sredine.

Preglednica 2: Sestava delovnega časa (%) v dnevih merjenja koncentracije CO

Table 2: Daily working time structure (%) at CO concentration measurements

Drevesne vrste Tree species	Smreka Spruce		Bukev - jelka Beech-fir		Celodnevna snemanja Whole days	Bukev - jelka - delna snemanja Beech fir - partly						Delna snemanja Partly day invest.	Vsa snemanja skupaj All measur. together	
	POKLJUKA	ROGLA	LANSKI VRH	GLAŽUTA		ČRNI VRH	ČRNI VRH II.	ČRNI VRH 24	RIBNICA	GLAŽUTA 2	DEBELI VRH			RIBNICA I.
Sečišča Working place														
Delovni postopki Working operations														
Delo z motorno ž. Chain saw work	47	39	49	48	45.4	77	58	63	64	78	58	87	67.4	51.9
Podiranje Felling	12	8	14	12	11.6	22	13	19	18	15	37	33	19.7	13.9
Kleščenje Limbing	33	26	28	31	29.0	50	39	41	43	57	20	46	43.5	33.3
Prežagovanje Crosscutting	1	3	4	2	2.4	3	6	3	3	6		5	3.7	2.8
Krojenje Measuring	1	2	3	3	2.4	2					1	3	0.6	1.9
Ostali produktivni čas / Other productive operations	16	14	12	27	17.6	18	6	16	8	5	30	9	11.6	15.8
Ves neproduktivni čas / All non productive time	37	47	39	25	37.1	5	36	21	28	17	12	4	21.0	32.3
Neproduktivni čas Non prod. time	3	22	7	2	9.2		5	4	10	9	12		6.8	8.5
Odmori in zastoji Pauses and troub.	34	25	32	23	27.9	5	31	17	18	8		4	14.2	23.8
Delovni čas / Investigated work. time														
Trajanje ure:min Duration h:min	4:57	6:41	6:01	6:44	24:23	0:50	1:05	2:28	2:48	1:39	0:46	0:35	10:11	34:34
Datum / Date	3.6.99	29.7.98	8.1.98	13.5.99		17.6.99	16.6.99	15.6.99	17.5.99	19.5.99	10.6.98	11.6.98		

Način dela je bil pri vseh snemanjih podoben. Sekač je z motorno žago samostojno, brez pomočnika, drevo podrl, med kleščanjem je pri iglavcih z vzmetnim metrom izmeril dolžine in debla večinoma takoj tudi prežagal. Ker je bila motorna žaga tudi med kratkotrajnim odmerjanjem dolžin debla v prostem teku, tudi ta postopek štejejo za delo z motorno žago. Ko se je sekač ob deblu vračal, je deloma prežagoval, obračal samo tanjše kose in jih oklestil še na spodnji strani. Med produktivnimi delovnimi postopki brez motorne žage najdemo poleg obračanja še sproščanje, različno zahtevno vzdrževanje gozdnega reda in prehode od drevesa do drevesa. Med neproduktivne elemente dela pa smo šteli dolivanje goriva, vzdrževanje motorne žage, objektivne zastoje, odmori in pripravljajno zaključni čas. Ročnega lupljenja v gozdu ni (prenešeno je na centralna mehanizirana skladišča ali pa lesa ne lupijo več).

Snemali smo delo z motornimi žagami Husqvarna in Jonsereds srednjega profesionalnega razreda, z močjo motorjev od 3 do 4 kW in maso med 5,4 in 6,3 kg (preglednica 3).

Preglednica 3: Motorne žage pri merjenju koncentracij CO

Table 3: Chain saws at CO concentration measurements

Sečišča <i>Working place</i>	Proizvajalec in tip motorne žage <i>Chain saw producer and type</i>	Prostornina valja motorja <i>Engine displacement (cm³)</i>	Moč motorja <i>Engine power (kW)</i>	Masa Saw mass (kg)	Meša- nica <i>Fuel mix (%)</i>	Nastavitev uplinjača <i>Carburetor adjustment</i>	Starost motorke (leta) <i>Age (years)</i>
POKLJUKA	Husqvarna 254	54	3,1	5,5	5	servis / service	1
ROGLA	Husqvarna 254 XP	54	3	5,4	5	proizvaj. / producer	2
LANSKI VRH	Husqvarna 371 XP	71	3,9	5,9	2	sekač / worker	0,1
GLAŽUTA	Jonsereds 670	66,8	3,3	6,3	2	servis / service	4
ČRNI VRH	Jonsereds 640	61,5		6,3	2	sekač / worker	3
ČRNI VRH II	Jonsereds 670				2	servis / service	5
ČRNI VRH 24	Jonsereds 670				2	servis / service	5
RIBNICA	Jonsereds 670	66,8	3,3	6,3	2	servis / service	2
GLAŽUTA 2	Jonsereds 670				2	servis / service	4
DEBELI VRH	Jonsereds 670				2	servis / service	3
RIBNICA I	Husqvarna 268	67		6,2	4	sekač / worker	1

Motorne žage so bile stare do 5 let. Delavci so uporabljali mešanico bencina z navadnim oljem za dvotaktne motorje (4-5 %) ali s posebnim oljem proizvajalec motornih žag (2 %). Uplinjači so bili nastavljeni večinoma v servisih ali pa so jih delavci nastavili sami. Sekači, ki smo jih snemali, so bili stari od 25 do 51 let in izkušeni, s 5 do 22 let delovnega staža kot sekači, vendar razen dveh, nešolani, samo priučeni s kratkotrajnimi tečaji za sekača. Njihova telesna masa (70 do 125 kg) pa tudi telesna višina (174 do 188 cm), ki zaradi oddaljenosti nosu od motorne žage lahko vpliva na obremenitev s CO, sta bili nadpovprečni. Večinoma so bili kadilci, kar lahko tudi povečuje obremenitve s CO (BÜNGER et al. 1995). Delovni učinki vseh delavcev med snemanjem CO so bili visoki. Delovna skupina, ki smo jo snemali v Glažuti, je bila po zaslužkih v preteklosti najboljša v delovni enoti Ribnica.

Vremenske razmere med snemanjem koncentracij so bile za delo ugodne (temperatura zraka večinoma med 15 in 20° C, brez padavin). Celodnevna snemanja smo opravili ob izbranih nevetrovnih dnevih, tako da med delom gibanja zraka z anemometrom ni bilo mogoče izmeriti, čeprav v naravi ozračje ni nikoli povsem mirno. Zaznati je bilo le rahlo gibanje listja dreves. Tudi pri delnih snemanjih ni bilo vetrovno, saj sicer ne bi izmerili koncentracij CO. Veter namreč hitro odnese izpušne pline stran od delavca.

3 REZULTATI RAZISKAVE

3 RESULTS OF THE RESEARCH

Analizirali smo dnevna nihanja koncentracij CO ob dihalih sekačev in prekoračitve dopustnih mej obremenitev. Iz časovnih porazdelitev koncentracij smo ugotovili prispevek posameznih delovnih postopkov k dnevnim obremenitvam. Izračunana povprečja po elementih dela smo uporabili za izračun povprečnih dnevnih obremenitev sekačev s CO iz izpušnih plinov motorne žage.

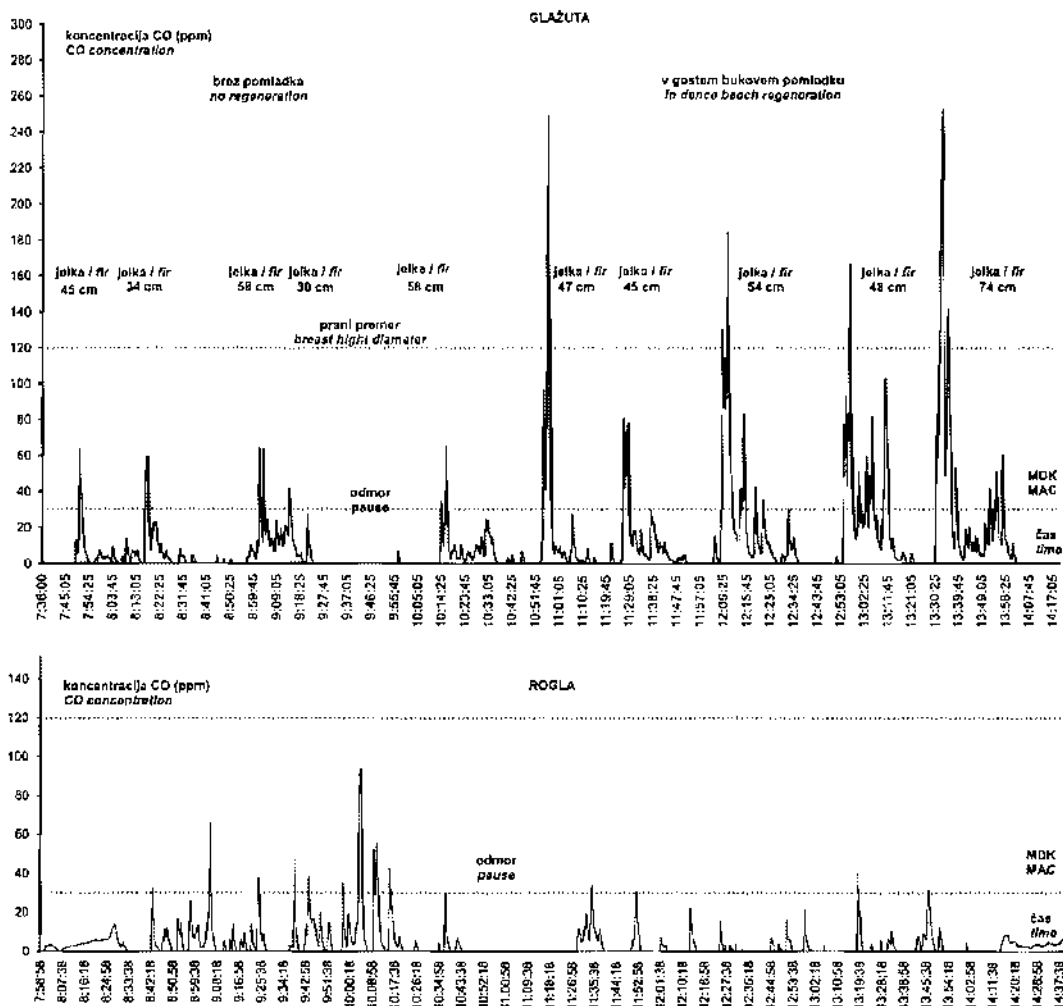
3.1 Potek koncentracij CO v delovnem času

3.1 Distribution of CO concentrations during the working time

Grafikon 1: Koncentracija CO med delovnim časom pri sečnji z motorno žago - sečišči Glažuta in Rogla

Graph 1: CO concentration during the working time at chain saw cutting - cutting places Glažuta and Rogla

Za koncentracije CO ob dihalih sekačev so zelo značilna velika nihanja v kratkih časovnih obdobjih. Kadar motorna žaga ne teče, npr. med odmori in neproduktivnim časom, tudi ni koncentracij CO. Zanimivo izjemo je ugotovil Stampfer s sod. (1997), in sicer, da lahko pri zastojih ali nastavitvah motorne žage njeno preizkušanje pomeni zelo visoke koncentracije CO. Največje koncentracije so med podiranjem debelih drevov v gostem



pomladku in pri naših meritvah (sečišče Glažuta, Lanski vrh) so 10-sekundna povprečja dosegla tudi vrednosti okrog 250 ppm (grafikon 1).

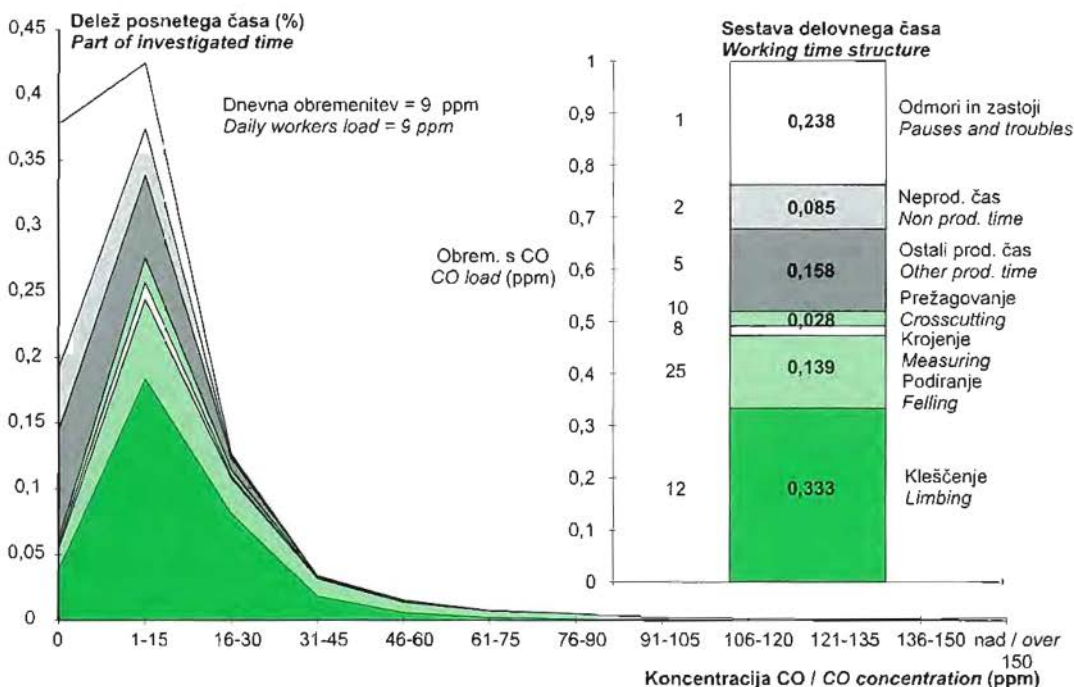
Na sečišču Rogla (grafikon 1) pa smo izmerili bistveno nižje maksimalne koncentracije, saj niso presegle 100 ppm. Potek koncentracij na ostalih sečiščih je bil nekje med obema prikazanima sečiščema. Na sečišču Glažuta so bile koncentracije v drugi polovici delavnika večje kot zjutraj, ker je sekač tedaj podiral debele jelke v gosti olistani bukovi gošči, kjer ni bilo nobenega gibanja zraka. Na Rogli pa so bile koncentracije v drugi polovici dneva manjše kot zjutraj, morda zato, ker je bilo za spoznanje več gibanja zraka na pobočnih grebenih, kjer je potekala sečnja. Drugi raziskovalci (BÜNGER et al. 1995) so ugotovili maksimalne koncentracije HgCO v krvi v tretji delovni uri in padec proti koncu delavnika. To dejstvo so razložili z manjšo učinkovitostjo delavca v drugem delu delavnika, ko je že utrujen in ko je časovni delež delovanja motorne žage manjši. Torej bi lahko razložili potek na sečišču Rogla tudi s tem dejstvom. Kot posebno zanimivost v primeru sečišča na Rogli lahko navedemo, da smo tudi med vožnjo na delovišče in z njega (v Zreče) izmerili v osebem avtu s štiritaktnim motorjem, s katerim se je sekač peljal na delo, koncentracije CO do 12 ppm. Na vseh sečiščih je bila večina posnetega časa koncentracija CO pod MDK 30 ppm, konice preko 120 ppm pa so bile redke in kratkotrajne (glej tudi preglednico 5).

3.2 Prispevek delovnih operacij k obremenitvi sekača s CO

3.2 Contributions of different working operations to chain saw workers' loads with CO

Izračunali smo porazdelitve izmerjenih koncentracij po elementih dela v 15 ppm široke razrede. Iz njih smo izračunali relativne frekvenčne porazdelitve v posnetem času. Porazdelitev koncentracij pri vseh snemanjih skupaj je prikazana na grafikonu 2. Pravzaprav sestavlja dnevno

Grafikon 2: Povprečna časovna porazdelitev koncentracij CO pri sečnji z motorno žago
Graph 2: Average distribution of CO concentrations during chain saw cutting



obremenitev sekača s CO predvsem koncentracija CO med podiranjem in kleščanjem. Med podiranjem so koncentracije največje, med kleščanjem pa dolgo trajajo. Čeprav sta obe operaciji trajali 47 % posnetega časa, je bilo med njunim trajanjem le okrog 5 % posnetega časa brez koncentracije CO. Izjema je sečišče Rogla, kjer dalj časa ni bilo koncentracij CO tudi med kleščanjem. Koncentracije CO, različne od 0, nastopajo med vsemi elementi dela, daleč največ pa jih je med kleščanjem. Koncentracije nad maksimumom 30 ppm pa nastopajo izključno samo med kleščanjem in podiranjem. Pri kleščanju dosegajo koncentracije CO vrednosti do 90 ppm, pri podiranju pa tudi preko 120 ppm.

3.3 Obremenitve sekačev z ogljikovim monoksidom

3.3 Chain saw workers' loads with carbon monoxide

Iz izmerjenih koncentracij CO med delovnimi postopki in drugimi elementi dela smo izračunali aritmetične sredine in standardne odklone, čeprav porazdelitve niso normalne (grafikon 2). Povprečne vrednosti lahko vendarle imamo za merilo obremenjenosti sekača s CO. Prikazane so v preglednici 4 in vidimo, da so med elementi dela zelo različne in da so tudi med posameznimi sečišči razlike zelo velike. Obremenitve sekačev med delom z motorno žago so znašale od 7 do 32 ppm ali povprečno 15 ppm, največ med podiranjem (25 ppm) in najmanj med krojenjem (8 ppm). Na posameznih sečiščih so obremenitve s CO med podiranjem v povprečju presegle tudi 50 ppm in med vsem delom z motorno žago 30 ppm. Med drugimi produktivnimi postopki in med neproduktivnim časom so znašale obremenitve s CO le od 0 do 6 ppm, izjemoma pa 15 ppm. Obremenitve so bile med temi elementi dela večje od nič, ker so prejšnji delovni postopki z motorno žago vplivali na koncentracije CO ali ker so delavci v tem času deloma krajši čas tudi uporabljali motorne žage, npr.

Preglednica 4 Koncentracije CO na različnih sečiščih - aritmetične sredine in standardni odkloni (ppm)

Table 4: CO concentrations on different cutting places - arithmetic means and standard deviations (ppm)

Drevesne vrste <i>Tree species</i>	Smreka <i>Spruce</i>		Bukev - jelka <i>Beech-fir</i>		Celodnevna snemanja <i>Whole days</i>	Bukev - jelka - delna snemanja <i>Beech fir - partly</i>								Delna snemanja <i>Partly day /invest.</i>	Vsa snemanja skupaj <i>All measur. together</i>
	POKLJUKA	ROGLA	LANSKI VRH	GLAŽUTA		ČRNI VRH	ČRNI VRH II.	ČRNI VRH 24	RIBNICA	GLAŽUTA 2	DEBELI VRH	RIBNICA I.			
Sečišča <i>Working place</i>															
Delovni postopki <i>Working operations</i>															
Delo z motorno ž. <i>Chain saw work</i>	14 ± 11	7 ± 12	14 ± 22	19 ± 32	13,6	32 ± 30	18 ± 16	16 ± 12	21 ± 20	9 ± 9	7 ± 13	30 ± 33	18,0	15,3	
Podiranje <i>Felling</i>	13 ± 11	9 ± 11	26 ± 35	49 ± 51	26,8	53 ± 42	23 ± 22	18 ± 15	23 ± 27	14 ± 12	6 ± 13	49 ± 46	22,9	25,2	
Kleščanje <i>Limbing</i>	14 ± 11	6 ± 12	9 ± 8	8 ± 5	9,3	24 ± 19	18 ± 15	15 ± 11	20 ± 17	8 ± 7	8 ± 14	18 ± 9	15,8	11,8	
Prežagovanje <i>Crosscutting</i>	11 ± 7	8 ± 14	11 ± 11	8 ± 10	9,0	14 ± 8	9 ± 5	17 ± 9	11 ± 7	9 ± 6	6	11 ± 2	11,5	10,0	
Krojenje <i>Measuring</i>	12 ± 7	7 ± 11	7 ± 6	10 ± 9	7,9	9 ± 2		6 ± 1	51	12 ± 0	5 ± 3	8 ± 2	9,6	8,1	
Ostali produktivni čas / <i>Other productive operations</i>	15 ± 14	2 ± 4	2 ± 4	6 ± 6	6,2	6 ± 6	1 ± 2	2 ± 3	6 ± 6	2 ± 2	1 ± 3	2 ± 3	2,9	5,5	
Ves neproduktivni čas / <i>All non productive time</i>	2 ± 4	1 ± 2	1 ± 3	1 ± 5	1,4	3 ± 3	1 ± 2	1 ± 2	2 ± 3	2 ± 4	0 ± 0	0 ± 0	1,3	1,4	
Neproduktivni čas <i>Non prod. time</i>	6 ± 8	3 ± 3	1 ± 4	7 ± 11	2,8		2 ± 4	1 ± 2	1 ± 2	0 ± 0	0 ± 0	-	0,8	2,3	
Odmori in zastoji <i>Pauses and troub.</i>	2 ± 4	0 ± 2	1 ± 2	1 ± 3	0,9	3 ± 3	0 ± 1	1 ± 2	2 ± 4	3 ± 5	-	0 ± 0	1,5	1,0	
Delovni čas <i>Investigated working time</i>	9 ± 11	4 ± 8	7 ± 17	11 ± 25	7,8	25 ± 29	11 ± 15	11 ± 12	14 ± 19	11 ± 13	4 ± 10	26 ± 32	13,3	9,4	

za sproščanje dreves ali razžagovanje vej med vzdrževanjem gozdnega reda.

Zaradi zelo velike variabilnosti koncentracij CO (veliki standardni odkloni, pogosto večji od povprečij), zaradi nenormalnih porazdelitev in zaradi majhnega števila sečišč bi bile opisane razlike med postopki in sečišči statistično težko dokazljive. V vsem posnetem delovnem času so znašale obremenitve sekačev s CO na posameznih sečiščih od 4 do 26 ppm ali povprečno samo 9,4 ppm, torej precej pod MDK vrednostjo. Če upoštevamo povprečne obremenitve s CO med elementi dela in če poznamo časovno strukturo elementov dela v različnih delovnih razmerah, lahko s tehtano aritmetično sredino izračunamo pričakovano obremenitev sekača s CO.

Ta izračun bi bil lahko glede na posneto sestavo delovnega časa takšen:

Element dela	Časovna sestava (%)	Obremenitev s CO (ppm)	
Delo z motorno žago	47	15	izračunano
Podiranje	12	25	izmerjeno
Kleščenje	30	12	izmerjeno
Prežagovanje	3	10	izmerjeno
Krojenje	2	8	izmerjeno
Ostali produktivni čas	17	6	izmerjeno
Ves neproduktivni čas	36	1,4	izmerjeno
Delovni čas	100 %	8,6	izračunano

Pri skrajševanju delavnika je treba sestavo časa preračunati na 8 ur, da bi lahko obremenitve primerjali z maksimalno dovoljenimi koncentracijami za 8 ur. Taki izračuni so lahko samo domneve, kajti številni dejavniki lahko vplivajo na strukturo delavnika in na koncentracije CO, in sicer značilnosti sestoja, debelina in vejnatost odkazanega drevja, podrast, reliefne razmere, motorna žaga in zlasti uporabljeno gorivo ter nastavitve uplinjača. Tudi vremenske razmere so dejavniki, ki zagotovo močno vplivajo na koncentracijo CO. Že rahle sapice močno zmanjšajo koncentracijo CO ob dihalih sekača.

Preglednica 5: Preseganje dovoljenih maksimalnih koncentracij CO pri sečnji z motorno žago
Table 5: Excesses of maximal allowed CO concentrations at chain saw cutting

Sečišča <i>Working place</i>	Časovni intervali > 30 ppm <i>Time intervals > 30 ppm</i>			Časovni intervali > 120 ppm <i>Time intervals > 120 ppm</i>	
	Število <i>Number</i> (n)	Trajanje najdaljšega intervala / <i>Longest</i> <i>interval's duration</i> min:sek	Delež v posnetem času / <i>Share in</i> <i>investigated time</i> (%)	Število <i>Number</i> (n)	Delež v posnetem času / <i>Share in</i> <i>investigated time</i> (%)
POKLJUKA	22	2:10	4,5	-	-
ROGLA	15	1:40	2,0	-	-
LANSKI VRH	20	6:40	4,9	3	0,4
GLAŽUTA	28	6:00	9,6	6	1,1
ČRNI VRH	11	4:20	25,0	2	1,3
ČRNI VRH II	9	1:30	9,7	-	-
ČRNI VRH 24	17	1:50	7,3	-	-
RIBNICA	22	2:50	9,4	3	0,6
GLAŽUTA 2	14	1:40	9,7	-	-
DEBELI VRH	17	1:50	?	1	?
RIBNICA I	9	2:40	26,2	1	1,9

3.4 Prekoračitve maksimalno dovoljenih koncentracij CO

3.4 Excesses of maximally allowed concentrations of CO

Kot je bilo ugotovljeno (poglavje 3.1), prihaja med sečnjo do kratkotrajnih prekoračitev maksimalno dovoljene koncentracije CO. Pri celodnevni snemanjih je bilo pri trajanju snemanj od 5 do 7 ur takih prekoračitev od 15 do 28 (preglednica 5). Iz frekvenčnih porazdelitev po jakostnih razredih, širokih 15 ppm, smo izračunali, da je delež prekoračitev v posnetem času od 2 do 10 %, najmanj na Rogli, največ v Glažuti. Najdaljša prekoračitev je trajala 6 minut in 40 sekund in sicer pri podiranju zelo debele jelke, vse ostale prekoračitve pa so bile krajše. Prekoračitev je bilo pri naši raziskavi manj, kot pa so jih ugotovili drugi raziskovalci (BOMBOSCH / KOLB 1989, STAMPFER 1997).

Pri delnih snemanjih so prekoračitve na posameznih sečiščih dosegle celo 26 % časa, vendar tega podatka ni mogoče posplošiti, ker ni bil posnet ves delovni čas z odmori in zastoji vred.

Prekoračitve štirikratne vrednosti dopustne meje, tj. 120 ppm, so še veliko redkejše in so trajale le 2 % posnetega časa. Če hočemo ohraniti zdravje sekača, do vseh teh prekoračitev, čeprav so kratkotrajne, ne bi smelo prihajati, ker CO ne povzroča samo kroničnih, ampak tudi trenutne, akutne in nevarne zastrupitve.

4 ZAKLJUČKI IN RAZPRAVA

4 CONCLUSIONS AND DISCUSSION

Raziskave koncentracij ogljikovega monoksida pri sečnji z motorno žago ob uporabi običajnega goriva po Sloveniji so pokazale, da so obremenitve sekačev s CO pri nas manjše kot obremenitve sekačev, ugotovljene v drugih raziskavah v Evropi. Stampfer s sod. (1997) je našel precej večje povprečne vrednosti, čeprav jih je ugotavljal v daljših časovnih intervalih (20 sekund). Povprečna dnevna obremenitev je pri naših meritvah znašala 9,4 ppm, torej veliko pod MDK vrednostjo 30 ppm, vendar nad eno četrtno te vrednosti, ko je po nekaterih tujih predpisih potrebno sprejeti varnostne ukrepe. Tudi naše raziskave so pokazale značilne kratkotrajne prekoračitve dopustnih mej, ki pa trajajo največ 10 % delovnega časa, kar je spet manj, kot so ugotovili drugi (BOMBOSCH / MESECKE 1992). Prekoračitve pogosteje nastopajo v zrelih sestojih, pri debelih drevesih, kjer podžaganje drevesa dolgo traja. Največje koncentracije CO nastajajo namreč pri podiranju. Skupaj s kleščanjem, ki je dolgotrajno, največ prispevata k obremenitvi sekača s CO. Do prekoračitve maksimalne vrednosti pa prihaja skoraj izključno pri teh dveh delovnih operacijah.

Ker prihaja pri fizično težavnem delu zaradi večje ventilacije pljuč hitreje do zastrupitve s CO (BÜNGER et al. 1995), je vprašanje, ali je dnevna dopustna meja 30 ppm še sprejemljiva. Treba bi bilo postaviti tudi mejo za velikost, število in trajanje prekoračitev MDK vrednosti. Podobno velja tudi za MDK vrednosti za ogljikovodike, za katere so sicer ugotovili (SCHIERLING 1995), da pri sečnji ne presegajo sedanjih MDK vrednosti. Ker pa povzročajo raka, jih v izpušnih plinih sploh ne bi smelo biti (MDK = 0). Kljub majhnim izmerjenim obremenitvam sekačev s CO pa torej ni mogoče škodljivosti izpušnih plinov kar zanemariti. V Sloveniji z veliko gorskimi gozdovi in z načinom gospodarjenja brez golosečenj težki stroji za sečnjo še dolgo ne bodo nadomestili motorne žage. Zato bi bilo treba v bodoče zmanjšati tudi škodljivost njenih izpušnih plinov. Uporaba novih,

sicer dražjih posebnih goriv, alkiilatov, zmanjša koncentracije CO, zlasti pa ogljikovodikov v izpušnih plinih (STAMPFER et al. 1997, LANDWEHR 1991). Proizvajalci motornih žag so že izdelali ali pa so pripravljene razviti celo vrsto izboljšav motornih žag za zmanjšanje emisij (LANDWEHR 1991, WILDT-PERSSON 1991, SCHIERLING 1995). Katalizator in vbrzgovanje goriva zagotavljata boljše izgorevanje goriva. Pravilno kontrolirano nastavljanje uplinjačev in večji filtri zraka, ki se zamašijo kasneje, zagotavljajo vedno primerno revno mešanico, ki bolje izgori in zato manj škoduje delavcu. Izdelali so tudi že cev za vodenje izpušnih plinov stran od dihala sekača in poseben sistem (lijak) dolivanja, ki zmanjšuje izhlapevanje goriva med nalivanjem v motorno žago. Največje zmanjšanje škodljivosti bi dosegli, če bi vse izboljšave uporabili hkrati. Izboljšave zmanjšajo škodljivosti, ne vplivajo bistveno na učinkovitost motorne žage, vendar pa jo podražijo. Proizvajalci že ugotavljajo, da ni nihče pripravljen plačati teh izboljšav, in so zato začasno že prekinili njihov razvoj. To še posebno velja v naših razmerah, ko lastniki slabo izkoriščenih motornih žag, delavci in lastniki gozdov, niso pripravljeni investirati v ergonomsko izboljšane stroje.

Chain Saw Workers' Loads by Carbon Monoxide

Summary

Investigations of carbon monoxide concentrations at working with a chain saw in Slovenia while using conventional fuel, had shown the workers' loads with CO are lower as in investigations in other European countries. Stampfer et al. (1997) has found much higher average values, although he has been recording in longer time intervals (20 seconds). The average daily loads of our measurements had reached 9.4 ppm which is far below MAC value of 30 ppm. But the loads as this one, reaching the values above a quarter of the MAC, require safety measures to be taken according to some foreign country regulations.

For our investigations too, short exceedings of accepted limits are characteristic. They do not last more than up to 10 percent of total working time, which is less than was found by other investigators (BOMBOSCH / MESECKE, 1992). The overdoses occur more frequently in mature stands with big trees where time of felling last longer. The highest CO concentrations develop with tree felling. Together with limbing, both working operations, due to their long duration contribute most to chain saw workers' loads with CO, and are both almost exclusive in exceeding the MAC values.

With physically demanding working operations, intoxication with CO is more severe because of higher ventilation of lungs (BÜNGER et al. 1995). Therefore, the question rises whether daily allowances of 30 ppm are still acceptable. The limits for quantity of exceeding the MAC value, the number of exceedings and their time should also be set. The same is as well true for MAC values for carbohydrates for which it has been otherwise found (SCHIERLING 1995) they do not exceed present MAC values with cutting. As they do otherwise cause cancer, they should not at all have been present in exhaust gases (MAC=0). In spite of small recorded chain saw workers' loads with CO, the damaging factor of exhaust gases should not be overlooked. In Slovenia, with a lot of mountain forests and the silviculture without a clear cut, heavy harvesters will not substitute the chain saw in a near future. Therefore, it would be necessary to lower the health damaging factor of exhaust gases of the chain saw. Use of new and more expensive special fuels - alkiylats, lowers the concentrations of CO and especially carbohydrates in exhaust gases (STAMPFER et al. 1997, LANDWEHR 1991). Producers of motor saws have already introduced or are eager to develop a variety of improvements to lower the emissions (LANDWEHR 1991, WILDT-PERSSON 1991, SCHIERLING 1995). Catalyzer and injection of fuel both assure better internal combustion of the fuel. Accurate carburettor adjustments and larger air filters that do not get choked so fast, assure always correct poor mixture that combusts better and therefore causes less health damage to the worker. They have already developed an exhaust pipe to lead the exhaust gases away from a chain saw worker, and a special system of pouring (funnel) that lowers the evaporation of fuel while refilling. The best results for lowering the health damaging factor would be achieved by using all the improvements at the same time.

They lower the health damaging factor but they do not influence the efficiency of the chain saw. However, they make the saw significantly more expensive and the producers have already realised no one is prepared to pay such improvements, so they were for the time being forced to stop further developments. This is even more true in our conditions, where the owners of poorly used chain saws - workers and owners of the forests, are not prepared to invest in ergonomically improved machinery.

VIRI / REFERENCES

- AUGUSTA, J., 1995. Gefahrstoffe bei Arbeiten mit der Motorsäge, Motorsäge und Freischneider, wo besteht Entwicklungsbedarf, welche Verbesserungsmöglichkeiten gibt es?- Mensch-Arbeit-Umwelt-Forum Interforst 94. KWF Bericht No. 19, pp. 3-5.
- BOMBOSCH, F. / KOLB, M., 1989. Möglichkeiten der Beurteilung von Abgasbelastungssituationen bei der motormanuellen Holzernte.- Fachhochschule Hildesheim/Holzminde, Interner Versuchsbericht 15 p.
- BOMBOSCH, F. / MESECKE, 1992. Abgasbelastungen durch die Waldarbeit.- Forst und Technik, Vol. 4, No. 5, pp. 32-33.
- BÜNGER, J. et al., 1994. CO - Hb - Belastung durch Abgase von Motorsägen, personal communication, 2 p.
- BÜNGER, J. et al., 1995. Belastung von Forstwirten durch Motorsägenabgase - eine Analyse mit Hilfe von Expositionsmessungen, biologischen Monitoring und Videoaufzeichnungen.- Zentralblatt Arbeitsmedizin, Vol. 45, No. 8, pp. 302-310.
- DERETA, B., 1967. Buka, vibracije i otrovni plinovi motornih pila (Noise, vibrations and toxic gases of power saws). Radovi šumarskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, No. 6.
- KIPARSKI, v. R., 1991. Arbeitsplatzmessungen. Motorsägen - Gefahrstoffe - welche Messergebnisse liegen vor, wie sind die Risiken zu bewerten, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen?- Gesundheitsschutz und Gesundheitsvorsorge bei der Waldarbeit. KWF Bericht, No. 13, pp. 14-20.
- KOCIJANČIĆ, M., 1972. Negativni kazalci zdravja delavcev v gozdarstvu, Benificirana delovna doba v gozdarstvu.- IGLG, Ljubljana, pp. 161-252.
- LANDWEHR, G., 1991. Praktische Verbesserungsmöglichkeiten. Motorsägen - Gefahrstoffe - welche Messergebnisse liegen vor, wie sind die Risiken zu bewerten, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen?- Gesundheitsschutz und Gesundheitsvorsorge bei der Waldarbeit. KWF Bericht, No. 13, pp. 25-29.
- PANTHER, R. et al., 1991. Einleitung. Motorsägen - Gefahrstoffe - welche Messergebnisse liegen vor, wie sind die Risiken zu bewerten, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen?- Gesundheitsschutz und Gesundheitsvorsorge bei der Waldarbeit. KWF Bericht, No. 13, pp. 8-12.
- RUPERT, D., 1991. Motorische Ursachen und Exposition bei der Waldarbeit. Motorsägen - Gefahrstoffe - welche Messergebnisse liegen vor, wie sind die Risiken zu bewerten, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen?- Gesundheitsschutz und Gesundheitsvorsorge bei der Waldarbeit. KWF Bericht, No. 13, pp. 12-14.
- SCHIERLING, R., 1995. Möglichkeiten zur Gefahrstoffminderung bei Motorsägen. Motorsäge und Freischneider, wo besteht Entwicklungsbedarf, welche Verbesserungsmöglichkeiten gibt es?- Mensch-Arbeit-Umwelt-Forum Interforst 94. KWF Bericht No. 19, pp. 5-7.
- SINGER, A., 1995. Konstruktive Möglichkeiten zur Gefahrstoffminderung (Katalysator, Einspritzung), Sonderkraftstoffe, Wartung und Pflege. Motorsäge und Freischneider, wo besteht Entwicklungsbedarf, welche Verbesserungsmöglichkeiten gibt es?- Mensch-Arbeit-Umwelt-Forum Interforst 94. KWF Bericht No. 19, p. 7.
- STAMPFER, K., et al., 1997. Belastungen und Beanspruchungen bei der Holzernte im Gebirge.- Universität für Bodenkultur, Institut fuer Forsttechnik, Schriftenreihe, No. 7, 59 p.
- VOIGHT, B., 1991. Gesundheitliches Risiko. Motorsägen - Gefahrstoffe - welche Messergebnisse liegen vor, wie sind die Risiken zu bewerten, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen?- Gesundheitsschutz und Gesundheitsvorsorge bei der Waldarbeit. KWF Bericht, No. 13, pp. 20-25.
- WENCL, J., et al., 1979. Messungen von Schadstoffemissionen an Motorsägen.- Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, Informationsdienst No. 185, 3 p.
- WILDT-PERSSON, F., 1991. Praktische Verbesserungsmöglichkeiten. Motorsägen - Gefahrstoffe - welche Messergebnisse liegen vor, wie sind die Risiken zu bewerten, welche Verbesserungsmöglichkeiten bestehen?- Gesundheitsschutz und Gesundheitsvorsorge bei der Waldarbeit. KWF Bericht, No. 13, pp. 30-35.