

# UČINKOVITOST UZGOJNIH RADOVA U SVJETLU *DIRECTIVE 2002/44/EC*

## THE EFFECTIVENESS OF FOREST PRE-COMMERCIAL THINNING IN THE CONTEXT OF *DIRECTIVE 2002/44/EC*

Vlado GOGLIA<sup>1</sup>, Jozef SUCHOMEL<sup>2</sup>, Josip ŽGELA<sup>3</sup>, Igor ĐUKIĆ<sup>1</sup>

### Sažetak:

Da bi se moglo pristupiti određivanju mjera zaštite na radu za radnika izloženog previsokim dozama vibracija, potrebno je najprije odrediti razinu tzv. energetskog ekvivalenta vibracija A(8). Sama razina energetskog ekvivalenta nije dovoljna. Uz nju je potrebno ustanoviti njegovu strukturu te razinu vibracija svake pojedine komponente, kao i njihovu vremensku zastupljenost tijekom uobičajenog radnog dana. Za poduzimanje posebnih mjera trebat će odrediti i frekvencijske karakteristike ubrzanja vibracija po pojedinim osima za sve sastavnice. Poduzetim mjerama zaštite, dnevnu dozu izloženosti treba svesti u granice koje postavlja "Directive 2002/44/EC" te slijedom iste i nacionalni "Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu". Za većinu radnih mjesta postoje i jasno određeni dnevni učinci koji se očekuju od zaposlenika. To vrijedi i za većinu proizvodnih radnih mjesta u šumarstvu. Na sadašnjem stupnju poznavanja problema nije moguće odrediti jesu li postojeće norme uopće primjenjive, ili će se morati korigirati u skladu s dopuštenim razinama izlaganja vibracijama. Stoga je u poduzeću Hrvatske šume d.o.o. pokrenut istraživačko-znanstveni projekt kojemu je cilj ustanoviti povezanost dnevnih normi s razinom izloženosti vibracijama. Početna su istraživanja obavljena na području Uprave šuma Koprivnica na uzgojnim radovima. Rezultati istraživanja posebno su važni zbog činjenice da se na te radove upućuju radnici ograničene radne sposobnosti. U radu se iznose rezultati provedenih istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: ergonomija, vibracije, izloženost, granične vrijednosti

### Uvod Introduction

Mjerenje i vrednovanje vibracija koje se prenose na rukovatelja dlanovima i prstima te na temelju toga procjena rizika, problem je s kojim je naša stručna javnost bila upoznata (Goglia 1997, Bogadi-Šare & Goglia 2002). Utvrđivanje stvarne izloženosti radnika vibracijama na određenim poslovima i zadacima te u uvjetima propisanih dnevnih normi, zahtjevan je i dugotrajan postupak. Postupak je tim složeniji ako su svakodnevni radni zadaci sastavljeni od većeg broja ak-

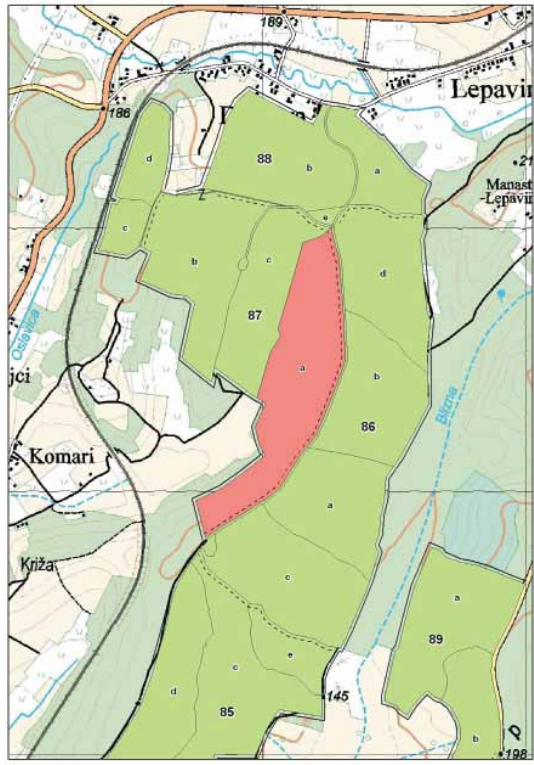
tivnosti različitog trajanja, tijekom kojih dolazi do izlaganju vibracijama različitih razina (McGeoch et al. 2005). Kako je poznato, izloženost vibracijama koje se sustavom šakaruka prenose na rukovatelje vibrirajućim alatima ili vibrirajućim predmetima rada iskazuje vrijednošću energetskog ekvivalenta A(8). Dobivene se vrijednosti uspoređuju s dopuštenim razinama izlaganja određenim nacionalnim pravilnicima, a u skladu s *Directive 2002/44/EC*, nakon čega se pristupa odabiru zaštitnih mjera ukoliko se to pokaže potrebnim. Postupak utvrđivanja vrijednosti energetskog ekvivalenta vibracija propisan je međunarodnom i nacio-

<sup>1</sup> Prof. dr. sc. dr. h. c. Vlado Goglia, doc. dr. sc. Igor Đukić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, pp.422, HR-10000 Zagreb

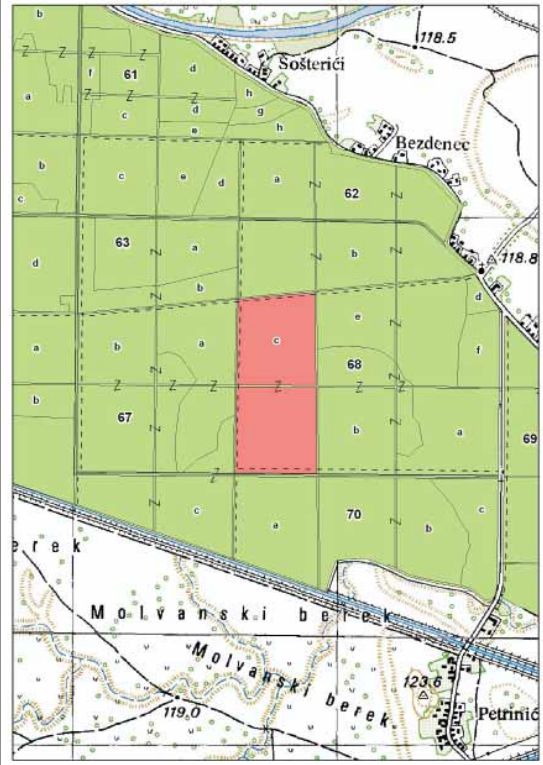
<sup>2</sup> Doc. Ph. D. Jozef Suchomel, Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovakia

<sup>3</sup> Mr. sp. Josip Žgela, Hrvatske šume d.o.o., Lj. Vukotinovića, HR-10000 Zagreb

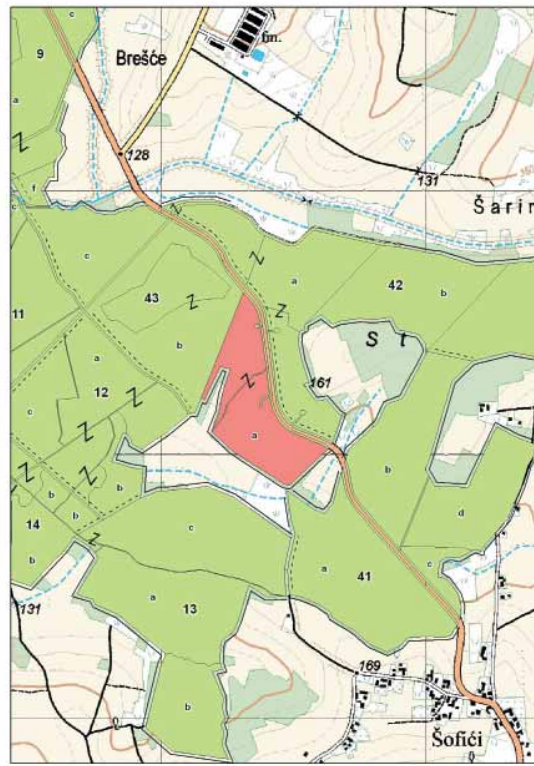
**Odjel 87 a:** Šumski odjel Sesvečka  
Forest area 87a: Sesvečka



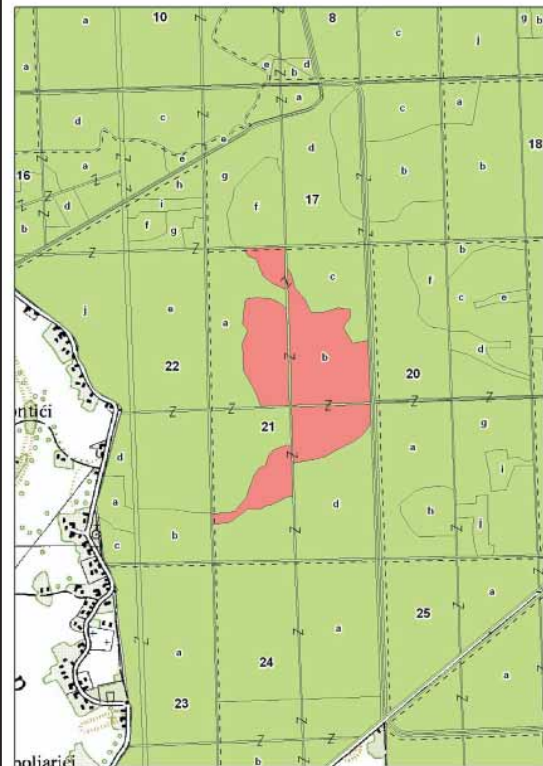
**Odjel 68 c:** Šumski odjel Molve  
Forest area 68c: Molve



**Odjel 43 a:** Šumski predjel Lešće  
Forest area 43a: Lešće



**Odjel 21 b:** Šumski predjel Ljevaća  
Forest area 21b: Ljevaća



**Slika 1.** Karte odsjeka i osnovne karakteristike sastojina  
**Figure 1** Working area maps with basic characteristics

nalnom normom HRN ISO 5449-1-2001. Da bi se postupak pojednostavio i približio mjeriteljima, pripremljen je priručnik pod naslovom *Guide to good practice on Hand-Arm Vibration, Non-binding guide to good practice with a view to implementation of Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks* (isti je pravilnik preveden na hrvatski jezik). Kako je poznato, odredbe *Pravilnika o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu*, postaju obvezujuće za šumarstvo i poljoprivredu od 2012. godine. Na poslovima sječe i izrade drvnih sortimenata radnici su izloženi vibracijam budući da koriste mehanizirana sredstva rada različite namjene, raznih proizvođača, različitih masa i snaga pogonskih motora, a da se pritom od njih očekuje da zadovolje propisane radne normative. Nadalje, učinkovitost u procesu njege i iskorištavanja šuma stalna je briga šumarske struke (Stankić et al. 2011). Stoga je potpuno jasno da predstoji dugotrajan posao oko utvrđivanja stvarnih vrijednosti energetske ekvivalenata A(8), na poslovima i zadacima na kojima dolazi do izlaganja vibracijama te određivanju dnevnih radnih normi u skladu s ograničenjima. U tom smislu je pokrenut i istraživački zadatak na području Uprave šuma Koprivnica. Istraživanja su započela na uzgojnim radovima, da bi se potom nastavila i na radovima sječe i izrade u proredama i u glavnom prirodu. Stručna je javnost prethodnim priopćenjima upoznata o spomenutim istraživačkim naporima (Goglia et al. 2011).

## Metode i upotrijebljeni mjerni lanci

### Method and measuring chains

Kako je ranije spomenuto, sva su mjerenja obavljena na području Uprave šuma Koprivnica. Tijekom obavljanja uzgojnih radova na poslovima čišćenja gustiša te njege mladika u spomenutoj Upravi, radnici uglavnom koriste motornu lančanu pilu, tip *STIHL MS260*. Isti je tip pile pripremljen radnicima i za provedena mjerenja. Osnovne tehničke karakteristike pile *STIHL MS260* su:

- snaga motora, kW 2,6
- masa (bez vodilice i lanca), kg 4,8
- jedinična snaga, kW/kg 0,54
- tip lanca – *Oilmatic, Rapid Micro Comfort*
- korak lanca 0,325"
- duljina vodilice, cm 37
- pila je bila opremljena sa:
  - antivibracijskim sustavom
  - *Elast-Start* sustavom
  - *Quick-Stop* kočnicom
  - dekompresijskim ventilom

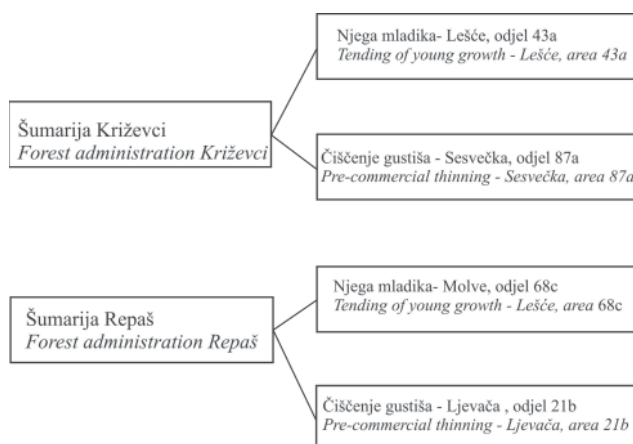
Da bi se objektivno utvrdila izloženost radnika vibracijama tijekom obavljanja uzgojnih radova snimana je video ka-

**Tablica 1.** Osnovna obilježja odjela u kojima su vršena istraživanja  
**Table 1** Basic characteristics of the areas in which the research was carried out

Osnovna obilježja / Basic characteristics	Odjel / Area			
	Lešće	Sesvečka	Molve	Ljevača
Dominantna vrsta / Dominant species	Hrast / oak	Hrast / oak	Hrast / oak	Hrast / oak
Prosječna dob, god. / Average ages, years	11	18	10	14
Površina, ha / Size, ha	12.94	23.66	20.33	25.55
Nagib, o / Evolution, o	0–5	5–30	0	0
Nadmorska visina, m / Altitude, m	140–155	170–220	118	117

merom njegova cjelodnevna radna aktivnost tzv. *slika radnoga dana*. Snimanje rada radnika na uzgojnim radovima odvijalo se na području šumarija Repaš i Križevci, UŠP Koprivnica. Na području svake šumarije snimalo se u dva odjela – u jednom odjelu kod njege mladika, a u drugom kod čišćenja gustiša. U svakom odjelu snimalo se po 4 dana video kamerom (*Sony mini DV*) te zapornim satom (*Q&Q HS44*). Po završetku snimanja na terenu, snimljeni su podaci i video zapisi prebacivani na računalo te potom analizirani.

Karte odsjeka te osnovne karakteristike sastojina u kojima su obavljena snimanja pokazuje sl.1. U Šumariji Križevci na radilištu su radila dva radnika u tandemu. Oba su prije radila kao sjekači, ali im zbog narušenog zdravlja nije dopušten rad pod punim opterećenjem. Obojica su koristila motornu pilu *STIHL MS260*. U Šumariji Repaš izmjenjivala su se tri radnika na radilištu. Prva dvojica su prije bili sjekači, koji zbog narušenog zdravlja ne mogu raditi pod punim opterećenjem, dok je treći bio povremeni radnik. Kada se ekipa sastoji od dva radnika tada jedan ima malu



**Slika 2.** Shematski prikaz snimaka radova po šumarijama i odjelima  
**Figure 2** Schematic representation of works in forest departments

motornu pilu, a drugi kosijer. Jedan radnik motornom pilom reže stabilca, a drugi ih spušta na tlo. Radnici su se izmjenjivali u radu tako da je svaki radio približno pola radnog vremena motornom pilom.

Radovi koji su obavljani u pojedinim šumarijama te pripadnim odjelima shematski prikazuje sl. 2, a osnovna obilježja odjela u kojima su istraživanja vršena sadržana su u tablici 1.

Svi radni zahvati tijekom kojih dolazi do izlaganja radnika vibracijama te pripadajuća vremena tijekom jednog radnog dana, dobivena su analizom snimaka napravljenih video kamerom.

#### A) Šumarija Križevci

- Na njezi mladika je snimano 3 dana. Jedan je radnik utrošio ukupno 12,5 rezervoara goriva. Prosječno vrijeme potrebno da se utroši 1 rezervoar goriva je 53 min. Mjerenja su pokazala da je ukupno vrijeme rada pile u sva tri dana iznosilo 11 h 4 min 21 s. Prosječno je vrijeme rada pile u jednom danu iznosilo 3 h 41 min 27 s, odnosno 13287 s.
- Pri čišćenju gustiša je u 3 dana snimanja jedan radnik potrošio ukupno 14,5 rezervoara goriva. Prosječno vrijeme potrebno da potroši 1 rezervoar goriva je 38 min. Prema podacima dobivenima analizom snimaka ukupno vrijeme rada pile u sva tri dana bilo je 9 h 14 min 40 s. Prosječno vrijeme rada pile u jednom danu iznosilo je 3 h 04min 53s, odnosno 11 093 s.

#### B) Šumarija Repaš

- Na njezi mladika snimalo se 4 radna dana tijekom kojih je utrošeno 18 rezervoara goriva. Vrijeme potrebno da se potroši 1 rezervoar goriva u prosjeku je iznosilo 46 min. Ukupno je vrijeme rada pile u sva tri dana bilo 13 h 40 min 5 s, iz čega proizlazi da je prosječno vrijeme rada pile u jednom danu bilo 3 h 25 min 1 s, odnosno 12 301s.
- Video snimke čišćenje guštika napravljene su za četiri radna dana tijekom kojih je utrošeno 20 rezervoara goriva. Prosječno vrijeme potrebno da se potroši jedan rezervoar je 44 min. Tijekom snimanja ustanovljeno je ukupno vrijeme rada pile u trajanju 14 h 52 min 20 s. Prosječno vrijeme rada pile u jednom danu iznosilo je 3 h 43 min 5 s, odnosno 13 385s.

Pregledom video snimaka utvrđeni su svi radni zahvati tijekom kojih dolazi do izloženosti vibracijama:

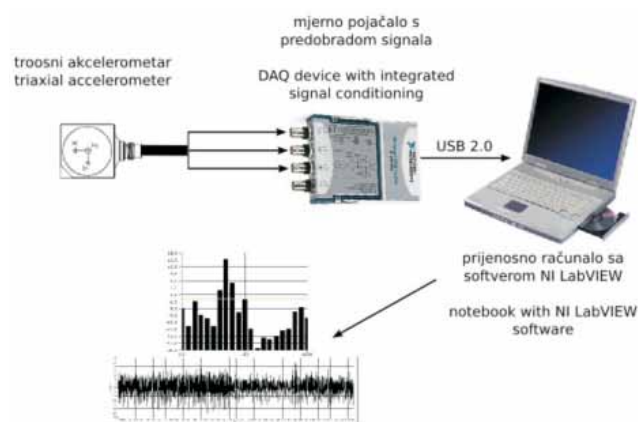
- prenošenje pile lijevom rukom – prihvat na prednjoj ručki
- prenošenje pile desnom rukom – prihvat na stražnjoj ručki
- prenošenje pile s obje ruke
- najveći broj okretaja – prije zahvata
- rezanje

Na poligonu šumarske mehanizacije u simuliranim uvjetima obavljena su mjerenja razine vibracija za sve radne za-

hvate. Za svaki je radni zahvat mjerenjima snimljeno pet uzoraka na temelju kojih je određivana srednja vrijednost vrednovanih ubrzanja vibracija. Mjerenjima su ustanovljene sljedeće razine ukupne vrijednosti vrednovanih ubrzanja vibracija za sve radne zahvate:

- Prednja ručka:
  - prazni hod 5,43–5,85 m/s<sup>2</sup>
  - rezanje 4,30–5,05 m/s<sup>2</sup>
- Stražnja ručka:
  - prazni hod 7,61–10,38 m/s<sup>2</sup>
  - rezanje 4,83–5,06 m/s<sup>2</sup>
- Prenošenje pile desnom rukom – prihvat na stražnjoj ručki:
  - u praznom hodu 7,61 m/s<sup>2</sup>
- Prenošenje pile lijevom rukom – prihvat na prednjoj ručki:
  - u praznome hodu 5,44m/s<sup>2</sup>

Za mjerenja ukupne vrijednosti razine vrednovanih ubrzanja vibracija korišten je mjerni lanac prikazan na sl. 3. Upotrijebljeni mjerni lanac u skladu je sa zahtjevima određenima međunarodnom normom ISO 8041 za tu vrstu mjerenja. Mjerni lanac je prije i poslije mjerenja umjeravan.



Slika 3. Shematski prikaz mjernog lanca  
Figure 3. Representation of the measuring chain

### Analiza rezultata mjerenja Measurements results analysis

Nakon prebacivanja svih video snimki na osobno računalo sljedila je analiza istih. Snimke su analizirane u programu Windows Media Player 9. Ukupno je obrađeno 200 intervala snimljenog materijala. Trajanje intervala iznosilo je 3 ili 5 min. Podaci su grupirani u 5 različitih načina prihvata motorne pile te polaganje pile na tlo prilikom spuštanja stabilca na tlo, sukladno mjerenjima obavljenima u simuliranim uvjetima. Podaci dobiveni analizom sadržani su u tablicama 2 i 3. Sukladno preporukama međunarodne

**Tablica 2.** Rezultati analize video snimaka – Šumarija Križevci

Table 2 The results of the video tape analysis obtained in the area of the Forest Administration Križevci

njega mladika – odjel Lešće 43a: /

tending of young growth – area Lešće 43a

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	1. radnik 25 video zapisa Ukupno 5340 s 1 <sup>st</sup> operator 25 time intervals Total: 5340 s
Lijeva ruka / Left hand	449	8,41	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	181	3,39	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	–	–	
Rezanje / Cutting	1061	19,87	
Objek ruke – prazni hod / Both hands – idling	2329	43,61	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	1320	24,72	
Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	2. radnik 25 video zapisa Ukupno 5340 s 2 <sup>nd</sup> operator 25 time intervals Total: 5340 s
Lijeva ruka / Left hand	421	7,88	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	326	6,10	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	–	–	
Rezanje / Cutting	889	16,65	
Objek ruke – prazni hod / Both hands – idling	1959	36,69	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	1745	32,68	

ukupno oba radnika: / both operators together:

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	Oba radnika 50 video zapisa Ukupno 10680 s Both operators 50 time intervals Total: 10 680 s
Lijeva ruka / Left hand	870	8,15	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	507	4,75	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	–	–	
Rezanje / Cutting	1950	18,25	
Objek ruke – prazni hod / Both hands – idling	4288	40,15	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	3065	28,70	

Prosječno ekvivalentno opterećenje radnika pri njezi mladika: /

Average equivalent operator's exposure at tending of young growth

prosječno vrijeme rada s pilom: 13287 s / average effective working time 13287 s

Operacija Operation	Lijeva ruka / Left hand			Desna ruka / Right hand		
	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>
Prenošenje Transport	8,15	1083	5,43			
Prenošenje Transport				4,75	631	7,61
Rezanje Cutting	18,25	2425	5,05	18,25	2425	5,06
Prazni hod Idling	40,15	5334	5,85	40,15	5334	9,00
A(8), m/s <sup>2</sup>			3,1			4,3

čišćenje gustiša – odjel Sesvečka 87a: /

pre-commercial thinning – area Sesvečka 87a

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	1. radnik 25 video zapisa Ukupno 5340 s 1 <sup>st</sup> operator 25 time intervals Total: 5340 s
Lijeva ruka / Left hand	500	9,36	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	117	2,19	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	118	2,21	
Rezanje / Cutting	1545	28,93	
Objek ruke – prazni hod / Both hands – idling	2969	55,60	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	91	1,70	
Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	2. radnik 25 video zapisa Ukupno 5340 s 2 <sup>nd</sup> operator 25 time intervals Total: 5340 s
Lijeva ruka / Left hand	907	16,99	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	195	3,65	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	30	0,56	
Rezanje / Cutting	1631	30,54	
Objek ruke – prazni hod / Both hands – idling	2410	45,13	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	167	3,13	

ukupno oba radnika: / both operators together:

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	Oba radnika 50 video zapisa Ukupno 10680 s Both operators 50 time intervals Total: 10 680 s
Lijeva ruka / Left hand	1407	13,17	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	312	2,92	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	148	1,39	
Rezanje / Cutting	3176	29,74	
Objek ruke – prazni hod / Both hands – idling	5379	50,37	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	258	2,42	

Prosječno ekvivalentno opterećenje radnika pri čišćenju gustiša: /

Average equivalent operator's exposure at pre-commercial thinning

prosječno vrijeme rada s pilom: 11093 s / average effective working time 11093 s

Operacija Operation	Lijeva ruka / Left hand			Desna ruka / Right hand		
	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>
Prenošenje Transport	13,17	1461	5,43			
Prenošenje Transport				2,92	324	7,61
Prenošenje Transport	1,39	154	5,43			
Rezanje Cutting	29,76	3301	5,05	29,76	3301	5,06
Prazni hod Idling	50,37	5588	5,85	50,37	5588	9,00
A(8), m/s <sup>2</sup>			3,3			4,5

**Tablica 3.** Rezultati analize video snimaka – Šumarija Repaš**Table 3** The results of the video tape analysis obtained in the area of the Forest Administration Repašnjega mladika – odjel **Molve 68c:** /tending of young growth – area **Molve 68c**

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	1. radnik 17 video zapisa Ukupno 3300 s 1 <sup>st</sup> operator 17 time intervals Total: 3300 s
Lijeva ruka / Left hand	921	27,91	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	12	0,36	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	3	0,09	
Rezanje / Cutting	840	25,45	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	1510	45,76	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	14	0,42	
Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	2. radnik 17 video zapisa Ukupno 3300 s 2 <sup>nd</sup> operator 17 time intervals Total: 3300 s
Lijeva ruka / Left hand	283	8,58	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	198	6,00	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	77	2,33	
Rezanje / Cutting	911	27,61	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	1814	54,97	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	17	0,52	
Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	3. radnik 17 video zapisa Ukupno 3300 s 3 <sup>rd</sup> operator 17 time intervals Total: 3300 s
Lijeva ruka / Left hand	127	3,85	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	430	13,03	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	–	–	
Rezanje / Cutting	756	22,91	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	1949	59,06	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	38	1,15	

ukupno sva tri radnika: / all operators together:

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	Sva tri radnika 51 video zapis Ukupno 9900 s Three operators 51 time intervals Total: 9900 s
Lijeva ruka / Left hand	1331	13,44	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	640	6,46	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	80	0,81	
Rezanje / Cutting	2507	25,32	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	5273	53,26	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	69	0,70	

Prosječno ekvivalentno opterećenje radnika pri njezi mladika: /

Average equivalent operator's exposure at tending of young growth

prosječno vrijeme rada s pilom: 6150 s / average effective working time 6150 s

Operacija Operation	Lijeva ruka / Left hand			Desna ruka / Right hand		
	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>
Prenošenje Transport	13,44	827	5,43			
Prenošenje Transport				6,46	397	7,61
Rezanje Cutting	25,32	1557	5,05	25,32	1557	5,06
Prazni hod Idling	53,26	3275	5,85	53,26	3275	9,00
A(8), m/s <sup>2</sup>			2,47			3,36

čišćenje gustiša – odjel **Ljevačka 21 b:** /pre-commercial thinning – area **Ljevačka 21b**

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	1. radnik 25 video zapisa Ukupno 4740 s 1 <sup>st</sup> operator 25 time intervals Total: 4740 s
Lijeva ruka / Left hand	1785	37,66	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	76	1,06	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	44	0,93	
Rezanje / Cutting	1098	23,16	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	1737	36,65	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	–	–	
Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	2. radnik 25 video zapisa Ukupno 4860 s 2 <sup>nd</sup> operator 25 time intervals Total: 4860 s
Lijeva ruka / Left hand	366	7,53	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	464	9,55	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	19	0,39	
Rezanje / Cutting	1243	25,58	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	2768	56,95	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	–	–	

ukupno oba radnika: / both operators together:

Prihvatanje motorne pile Handling the chain saw	Trajanje, s Duration, s	%	Oba radnika 50 segmenata analize Ukupno 9600 s Both operators 50 time intervals Total: 9600 s
Lijeva ruka / Left hand	2151	22,41	
Desna ruka, stražnja ručka / Right hand, rear handle	550	5,73	
Desna ruka, prednja ručka / Right hand, front handle	63	0,66	
Rezanje / Cutting	2341	24,39	
Obje ruke – prazni hod / Both hands – idling	4505	46,93	
Motorna pila odložena / Chain saw on the ground	–	–	

**Tablica 3.** nastavak

Table 3 continued

Prosječno ekvivalentno opterećenje radnika pri čišćenju gustiša: /  
Average equivalent operator's exposure at pre-commercial thinning

prosječno vrijeme rada s pilom: 6692,5 s / average effective working time  
6692,5 s

Operacija Operation	Lijeva ruka / Left hand			Desna ruka / Right hand		
	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>	%	Vrijeme, s Time, s	$a_{hvir}$ m/s <sup>2</sup>
Prenošenje Transport	22,41	1500	5,43			
Prenošenje Transport				5,73	383	7,61
Prenošenje Transport	1,39	154	5,43	0,66	44	7,61
Rezanje Cutting	29,76	3301	5,05	24,39	1632	5,06
Prazni hod Idling	50,37	5588	5,85	46,93	3141	9,00
A(8), m/s <sup>2</sup>			3,3			3,34

norme ISO 5349-1-2001 iz točke 5.3, ekvivalentna se izloženost vibracijama na poslovima koji se sastoje od više operacija s promjenjivim intenzitetom izračunava prema relaciji:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 \cdot T_i}$$

gdje je:  $T_0$  puno dnevno radno vrijeme u trajanju od 28 800 s,  $a_{hvi}$  vrednovana razina ubrzanja vibracija (WAS-vrijednost) za  $i$ -tu operaciju,  $T_i$  trajanje  $i$ -te operacije

## Zaključak Conclusion

Mjerenja su omogućila dokumentirano izračunavanje stvarne izloženosti vibracijama radnika na uzgojnim radovima. Još jednom treba naglasiti da se radi o radnicima kod kojih su već ustanovljene posljedice izlaganja vibracijama previsoke razine te im je zabranjeno puno opterećenje. Treba istaći da su svi radnici uključeni u istraživanja bili izloženi utjecaju vibracija ekvivalentnih razina iznad vrijednosti  $A(8)$  od 2,5 m/s<sup>2</sup> koja se u *Directive 2002/44/EC* te slijedom iste i u nacionalnom *Pravilniku o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu* postavlja kao granica upozoravajućih vrijednosti. Izloženost radnika na svakodnevnim radnim aktivnostima takvoj razini vibracija nalažu poslodavcu obvezu pronalaženja mjera za njihovo smanjenje. Posebno zabrinjava činjenica da su neki radnici bili izloženi vibracijama vrijednosti  $A(8)$  od 4,3 odnosno

4,5 m/s<sup>2</sup>, što se već približava granično dopustivim vrijednostima. Uzme li se u obzir činjenica da se radi o radnicima s ograničenom radnom sposobnošću, svaki je komentar suviše. Istraživanja su nastavljena na poslovima sječe i izrade drvnih sortimenata u proredama i na glavnom prihodu, na nagnutim terenima i u ravnici. U tijeku je analiza rezultata mjerenja.

## Literatura References

- Bogadi-Šare, A., Goglia, V., 2002– Vibracije, Medicina rada i okoliša, Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, p. 654–660, Zagreb
- Directive 2002/44/EC Of the European Parliament and of the Council: The minimum health requirement regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration). Official Journal of the European Communities, 177. p. 13–19, Luxembourg
- Goglia, V., 1997. Ergonomic parameters of forest mechanization – measuring and evaluation problems, *Mehanizacija šumarstva*, 22, p. 209–217, Zagreb
- Goglia, V., Žgela, J., Suchomel, J., Đukić, I., 2011. Exposure to hand-arm Transmitted vibration at forest nursery and thinning. *Human Resources Management and Ergonomics V(1)*, p. 45–55, Zvolen
- Guide to good practice on *Hand-Arm Vibration* – 2005: Non-binding guide to good practice with a view to implementation of Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibrations). *HAV Good practice Guide V5.3*, p. 59
- ISO 5349-1-2001. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand transmitted vibration. Part 1: General requirements. International Standard Organization, p. 25, Geneva.
- ISO 7505-1986. Forestry machinery – Chain saws – Measurement of hand-transmitted vibration. International Standard Organization, p. 8, Geneva.
- ISO 8041-2005. Human response to vibration – Measuring instrumentation. International Standard Organization, p. 92, Geneva.
- McGeoch, K.,L., Lawson, I.,J., Burke, F., Proud, G., Miles, J., 2005. Diagnostic criteria and staging of hand-arm vibration syndrome in the United Kingdom. *Industrial Health* 43(3), p. 527–534
- Pravilnik o zaštiti od rizika izloženosti vibracijama na radu. Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva Republike Hrvatske. (NN 155/2008), p. 9, Zagreb
- Stankić, I., Poršinsky, T., Tomašić, Ž., Tonković, I., Frntić, M., 2012. Productivity models for operational planning of timber forwarding in Croatia. *Croatian Journal of Forest Engineering*. Vol. 33(1), p. 61–78, Zagreb

## Abstract

The first step in developing safety at work measures for protection of vibration-exposed workers is to determine the level of the so called energy equivalent  $A(8)$ , but it is not the only value needed. The structure of the energy equivalent and the vibration level as well as the duration of each of its components during the usual working day have to be calculated, too. To develop special safety measures frequency-weighted acceleration value at each axe and for all components should be determined, too. The resulting safety measures should reduce the daily vibration exposure to limits set by the "Directive 2002/44/EC", i.e. the corresponding national "Regulations on protection of vibration exposure risks at work". Generally, for vast majority of workplaces daily productivity quotas have been defined which workers are expected to meet and this goes for the forest industry and most of its productive workplaces, too. At the present level of our knowledge of the subject it is not possible to determine if the quotas presently in effect are applicable at all, or will they have to be corrected in accordance with the permitted levels of vibration exposure. Therefore the state-owned company Croatian Forests Ltd. has started the scientific research project with the main goal to determine the interrelatedness of the daily quotas and the level of vibration exposure. The initial research has been carried out at pre-commercial thinning and tending young growth in the area of the Forest Administration Koprivnica. The research results given in the paper are particularly important due to the fact that these operations are performed by workers with a limited fitness for work.

---

KEY WORDS: ergonomics, vibration, exposure, limit values