

*Danilović M., Poje A., Antonić S. 2014. Noise exposure of a tractor driver at skidding of wood assortments in hilly-mountainous areas. Bulletin of the Faculty of Forestry 110: 45-58.*

Милорад Даниловић  
Антон Поје  
Славица Антонић

UDK: 630\*304  
Оригинални научни рад  
DOI: 10.2298/GSF1410045D

## ОПТЕРЕЋЕЊЕ ТРАКТОРИСТЕ БУКОМ ПРИ ПРИВЛАЧЕЊУ ДРВНИХ СОРТИМЕНАТА АДАПТИРАНИМ ПОЉОПРИВРЕДНИМ ТРАКТОРОМ У БРДСКО- ПЛАНИНСКИМ ПРЕДЕЛИМА

**Извод:** Прва фаза транспорта дрвних сортимената (привлачење) се у Србији најчешће обавља по влакама адаптираним пољопривредним тракторима. Као објекат овог истраживања одабрана је Наставна база „Гоч – Гвоздац“, 21. одељење. Снимање података је обављено у јуну 2011. године. Транспортно средство којим је управљао возач је трактор ИМТ 565 DV. Организациона форма рада IT+IIП (тракториста и помоћник). Микрофон мерног инструмента буке типа Bruel & Кјаег 4189 је био монтиран на шлем трактористе у складу са стандардом ISO 9612:2012. Снимање је обављено инструментом Bruel & Кјаег 2250. Мерене су вредности следећих параметара са припадајућим филтрима:  $LA_{eq}$  (dB(A)),  $LAI_{eq}$  (dB(A)),  $LC_{peak}$  (dB(C)),  $LZ_{eq}$  (dB). Израчуната оптерећења радника буком су највећа у току главног продуктивног времена (празна и пуна вожња). Утврђено је да осмочасовна оптерећења трактористе буком (88 dB(A)) прелазе граничне вредности дневне изложености према европском законодавству. Резултати показују да је обавезна употреба средстава за заштиту слуха при транспорту дрвета проучаваним транспортним средством.

**Кључне речи:** бука, оптерећење, тракториста, дрвни сортименти, привлачење

### NOISE EXPOSURE OF A TRACTOR DRIVER AT SKIDDING OF WOOD ASSORTMENTS IN HILLY-MOUNTAINEOUS AREAS

**Abstract:** The first phase of transport of forest products (skidding) in Serbia is usually performed by skid trails with adapted agricultural tractors. The educational

*др Даниловић Милорад, ванредни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет (milorad.danilovic@sfb.bg.ac.rs)*

*др Поје Антон, асистент, Биотехнички факултет Универзитета у Љубљани, Словенија*  
*мрц Антонић Славица, асистент, Универзитет у Београду - Шумарски факултет*

base”Goč - Gvozdac” compartment 21 was the selected object of this research. Data recording was carried out in June 2011. The vehicle driven by the driver was an IMT 565 DV tractor. The organizational form of work was 1T + 1P (tractor driver and assistant). The microphone of a Bruel & Kjaer 4189 noise measuring instrument was mounted on the helmet of the tractor driver in accordance with the ISO 9612: 2012 standard. The recording was performed with a Bruel & Kjaer 2250 instrument. The values of the following parameters with appropriate filters:  $LA_{eq}$  (dB(A)),  $LAI_{eq}$  (dB(A)),  $LC_{peak}$  (dB(C)),  $LZ_{eq}$  (dB) were measured. The measured exposure of the workers to noise was the highest in the course of the main productive time (empty or full drive). It was found that the eight-hour exposure of the driver (88 dB (A)) exceeds the limit value of daily exposure according to European legislation. The results show that it is necessary for drivers to use hearing protection equipment when transporting wood with the studied transportation vehicle.

**Key words:** noise, exposure, tractor driver, wood assortments, skidding

## 1. УВОД

У првој фази транспорта дрвних сортимената (привлачење) у брдско-планинским подручјима Србије најчешће су у примени адаптирани пољопривредни трактори. Један од најчешћих транспортних средства који се користе за привлачење дрвних сортимената је адаптирани пољопривредни трактор српске производње ИМТ, најчешћи типови ИМТ 560, ИМТ 565 DV и ИМТ 577 DV. На тежину рада при транспорту дрвних сортимената највећи утицај имају услови за рад: величине сортимената, нагиб и карактеристике терена, температура ваздуха, влажност ваздуха, брзина ветра (Žunič, 2010). Зато је важно утврдити величину оптерећења радника у току рада и рад обликовати тако да су она што мања. Тиме се постиже задовољство при раду, већа спремност за рад и већи радни учинак (Поје and Ротоћник, 2008). На оптерећење радника утичу различити фактори: физичка способност, старост, индекс телесне тежине као и начин рада.

Прекомерна бука узрокује оштећење слуха, умор, утиче на концентрацију при раду, проузрокује психичке сметње, трауме, сметње у крвотоку итд. (Čudiņa, 2001).

Оптерећењем радника буком при привлачењу дрвних сортимента бавили су се (Lipoglavšek and Kumer 1981, Lipoglavšek 2005, Žunič 2010, Melemez and Tunay 2010, Поје 2011). Највеће вредности буке установљене су за пуну и празну вожњу.

Мотор је главни извор буке (Tobisch *et al.*, 2005), а кабина може смањити ниво буке у трактору за 2 - 10 dB(A) (Tezer and Sabancı, 2005). Оптерећење буком расте са дужином тракторског пута и опада са смањењем масе терета, односно веће је у ограниционој форми са помоћником (1Т+1П), јер возач не излази из трактора и изложен је сталном утицају буке (Lipoglavšek and Koen, 1982).

Будући да бука изнад 85 dB(A) има ефекат као што су привремени и стални губитак слуха, Међународна организација за рад (ILO) поставила је 85 dB(A) као границу упозорења и 90 dB(A) као границу опасности. Европска регулатива садржи Директиву (Directive 2003/10/EC од 06.02.2003.) која је 17. по реду директива Оквирне Директиве (Framework Directive 89/391/EEC од 12.06.1989.).

Циљ овог рада је да се утврди оптерећење трактористе буком у зависности од услова у којима он обавља свој рад.

На бази досадашњих истраживања (Lipoglavšek and Kogen, 1982; Žunič, 2010; Роје, 2011) у овом истраживању су постављене следеће хипотезе:

1. Дневно оптерећење трактористе буком прелази дозвољене границе.
2. Највећа оптерећења трактористе буком су онда када је возач у трактору, односно током продуктивног времена (пуна и празна возња).

## 2. ОБЈЕКАТ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је извршено у Наставној бази „Гоч“, која је у саставу Шумарског факултета Универзитета у Београду. Снимање је обављено у јуну 2011. године. Временски услови су били повољни, време је било сунчано и топло; претходног дана је падала киша, па је тракторски пут био расквашен (Слика 1).

Организациона форма рада била је 1Т+1П (тракториста + помоћник). Сниман је тракториста, који је био стар 51. годину и 27. година обавља овај посао.

Привлачење сортимената од пања до привременог стоваришта је обављено адаптираним пољопривредним трактором ИМТ 565 DV номиналне снаге 46,5 kW са дводобошним витлом LIV 2×80 kN (Слика 2), старости 5 година.



Слика 1. Тракторски пут 1  
Figure 1. Tractor road 1



Слика 2. Трактор ИМТ 565 DV са дводобошним витлом  
Figure 2. Tractor IMT 565 DV with warping drums

Изабран је трактор који према техничким карактеристикама представља најчешће средство рада при транспорту дрвних сортимената у брдско-планинским условима. Поред тога ради се о трактору домаћег произвођача који се показао као ефикасно средство рада са економског аспекта у брдско-планинским условима и за који до сада нису вршена истраживања ове врсте.

Мерење трајања радних операција извршено је по проточној методи са тачношћу од једне секунде. Очитавање времена на штоперици је било једнако интервалу очитавања (чувања – логирања) на инструменту за мерење буке.

Микрофон мерног инструмента буке типа Bruel & Kjaer 4189 је био монтиран на шлем, на удаљености 0,1 m од улаза у спољашњи део десног ува (Слика 3) (према стандарду SRPS ISO 9612, који је идентичан са ISO 9612:2012). Снимање звука различитих фреквенција, које су филтриране звучним филтрима А и С, обављено је инструментом Bruel & Kjaer 2250, који се налазио у ранцу на леђима трактористе.

У анализама су коришћена четири главна параметра са припадајућим филтрима ( $LA_{eq}$  (dB(A)) – еквивалентна јачина буке пондерисана филтром А,  $LAI_{eq}$  (dB(A)) – еквивалентна импулсивна јачина буке пондерисана филтром А,  $LC_{peak}$  ((dB(C)) – вршна вредност јачине буке пондерисана филтром С. Након завршеног мерења, подаци су пренешени на рачунар помоћу програма Utility Software for Hand-held Analyzers BZ-5503, а потом у MS Excel.

Дозвољене граничне вредности оптерећења радника према Директиви EU 2003/10/EC граничне вредности изложености и активне дневне изложености буци, као и вршни притисак износе:

1. гранична вредност изложености  $L_{ex,8h} = 87$  dB(A) и  $p_{peak} = 200$  Pa = 137 dB(C),
2. горња граница активне изложености  $L_{ex,8h} = 85$  dB(A) и  $p_{peak} = 140$  Pa = 135 dB(C),
3. доња граница активне изложености  $L_{ex,8h} = 80$  dB(A) и  $p_{peak} = 112$  Pa = 130 dB(C).

Поред израчунавања  $LA_{eq}$ ,  $LAI_{eq}$ ,  $LZ_{eq}$  (u dB(A)) и  $LC_{peak}$ , (y dB(C)), које прописује Директива, извршено је прорачунавање вредности  $LA_{eq,kor}$  (коригована еквивалентна јачина буке).

С обзиром да је главни циљ овог рада утврђивање оптерећења радника буком у току рада, студија времена је била неопходна. Циљ студије времена је утврђивање радног времена, потребног за израду производа (Košir, 1996).



Слика 3. Тракториста са монтираним микрофоном

Figure 3. Tractor driver with a mounted microphone

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Дрвни сортименти, који су транспортовани до привременог стоваришта, које се налазило на камионском путу, израђени су према стандарду СРПС-а. Просечна запремина дрвних сортимената у транспортном циклусу је износила 3,30  $m^3$ , односно у транспортном циклусу је просечно било око 5 комада трупаца дужине од 2,1  $m$  до 8,6  $m$ .

Структура времена и трајање радних операција представља основу за свако ергономско истраживање (Роје, 2011). У табели 1 приказани су резултати структуре времена и вредности параметара по радним операцијама.

При мерењу буке укупно трајање продуктивног времена износило је 98,1% укупног времена (Табела 1). Као главно продуктивно време узете су празна и пуна возња. Одвезивање товара на стоваришту износи 11,8%. Од укупног времена које је утрошено на ову радну операцију, мотор је био укључен око 2/3 времена, док је око 1/3 времена био искључен. Дакле, возач је буци, чији извор није мотор трактора, био изложен врло мали проценат времена у односу на укупно време.

Непродуктивно време је чинило 1,9% укупног времена. У ово време уврштени су застоји због организације, који су подељени на застоје када је мотор укључен и када је мотор искључен.

Степен штетног деловања буке зависи од: техничких карактеристика и исправности механизованих средстава за рад, интензитета и фреквентног састава буке, времена излагања буци, предмета рада, здравственог стања и стручности радника, врсте и начина примене заштитних средстава, организације, рационализације и економије рада (Сотић, 1997).

На бази прикупљених података израчунато је просечно оптерећење радника буком које износи 88 dB(A) (Табела 1).

Као што је и очекивано, највећа оптерећења радника буком (L<sub>Aeq</sub> (dB (A))) су у току главног продуктивног времена (91 dB(A)). Нешто ниже вредности оптерећења измерене су у току манипулације у сечини (86 dB(A)) у односу на манипулацију на стоваришту (89 dB(A)), с обзиром да је у току манипулације трактор користио више снаге мотора, па је мотор радио при већем броју обртаја да би одгурнуо трупце са камионског пута, него што је то био случај када се он налазио у сечини и тражио погодно место за стајање, где се углавном кретао уназад са малим бројем обртаја мотора.

Оптерећење трактористе буком при формирању товара са више стајних тачака износи (84 dB(A)) које су у току пуне возње нешто веће у односу на празну возњу. Најмање оптерећење трактористе је приликом одвлачења ужета и везивања товара (74 dB(A)) и одвезивања товара на стоваришту (77 dB(A)). Са становишта трактористе, то је застој, односно трактор се не креће, па је тиме и ниво буке смањен у односу на радне операције у којима се трактор креће и производи више буке.

У непродуктивно време су уврштени само застоји због организације рада, па је просечно оптерећење радника било релативно високо (84 dB(A)).

**Табела 1:** Структура времена и вредности параметара по радним операцијама  
**Table 1:** Time structure and values of parameters by work operations

РАДНА ОПЕРАЦИЈА	Време трајања радне операције		L <sub>Cpeak</sub>	L <sub>A1eq</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Aeq.kor.</sub>	
	min	%	dB(C)	dB(A)			
<b>ПРОДУКТИВНО ВРЕМЕ</b>	<b>350</b>	<b>98.1</b>					
<b>П.В.</b>	<i>вожња</i>	<b>146.6</b>	<b>41.2</b>	<b>121</b>	<b>92</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
	празна	81.7	23.0	121	92	91	92
	по влаци	64.7	18.2	121	93	92	92
	по камионском путу	17.0	4.8	117	86	85	85
	пуна	64.9	18.2	119	92	91	91
	<i>манипулација</i>	<b>31.2</b>	<b>8.7</b>	<b>118</b>	<b>89</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
	у сечини	16.1	4.5	118	87	86	87
	на стоваришту	15.1	4.2	118	90	89	89
	<i>формирање товара са више стајних тачака</i>	<b>11.5</b>	<b>3.2</b>	<b>115</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>84</b>
	празна	4.4	1.2	114	84	83	84
	пуна	7.1	2.0	115	85	84	85
	<i>одвлачење ужета и везивање товара</i>	<b>95.7</b>	<b>26.8</b>	<b>126</b>	<b>80</b>	<b>74</b>	<b>78</b>
	укључен мотор	89.1	25	126	80	75	78
	искључен мотор	6.6	1.8	110	75	66	71
	<i>привлачење трупца</i>	<b>22.8</b>	<b>6.4</b>	<b>117</b>	<b>87</b>	<b>85</b>	<b>86</b>
	<i>одвезивање товара</i>	<b>42.2</b>	<b>11.8</b>	<b>122</b>	<b>80</b>	<b>77</b>	<b>78</b>
	укључен мотор	27.3	7.6	122	81	78	80
	возач у трактору	24.0	6.7	122	82	79	80
	возач изашао из трактора	3.3	0.9	104	74	70	72
	искључен мотор	14.9	4.2	116	75	70	73
возач у трактору	12.7	3.6	113	74	66	71	
возач изашао из трактора	2.2	0.6	116	79	76	78	
<b>НЕПРОДУКТИВНО ВРЕМЕ</b>	<b>6.9</b>	<b>1.9</b>					
<b>Н.В.</b>	<i>застој због организације</i>	<b>6.9</b>	<b>1.9</b>	<b>117</b>	<b>87</b>	<b>84</b>	<b>85</b>
	укључен мотор	3.9	1.1	117	89	87	87
	искључен мотор	3.0	0.8	115	80	70	75
<b>Укупно време:</b>	<b>356.9</b>	<b>100</b>					
<b>Максималне вредности буке:</b>			<b>126</b>				
<b>Просечне вредности буке по појединим параметрима</b>				<b>89</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	

Напомене: П.В. - продуктивно време; Н.В. - непродуктивно време



Графикон 1. Фреквенцијска анализа буке када је мотор трактора укључен  
 Diagram 1. Frequency analysis of noise when the tractor engine is running

За рачунање дневног оптерећења радника буком узета је просечна вредност између оптерећења буком у току радног времена и времена које је утрошено при паузи за одмор. Ако се претпостави да је вредност 88 dB(A) (просечно оптерећење буком) просечна вредност којој је радник изложен у току радног времена, а вредност од 70 dB(A) (време када је возач изван трактора, док је угашен мотор), јачина буке којом је радник оптерећен у току паузе за одмор, вредност оптерећења радника буком у току осмочасовног радног времена такође износи 88 dB(A).

Минимална вршна вредност буке (LCpeak) се појављује у току радне операције одвезивања товара 104 dB(C), када је возач био изван трактора, док је мотор трактора био укључен. У току осталих радних операција те вредности се крећу у распону од 113 dB(C) до 122 dB(C).

Еквивалентна импулсивна јачина буке ( $LAI_{eq}$ ) има углавном за 1-3 dB(A) веће вредности у односу на вредности  $LA_{eq}$  за исте радне операције, осим приликом одвлачења ужета и везивања товара, где је разлика између ове две вредности 5 dB(A) када је мотор био укључен и чак 9 dB(A) када је мотор био искључен.

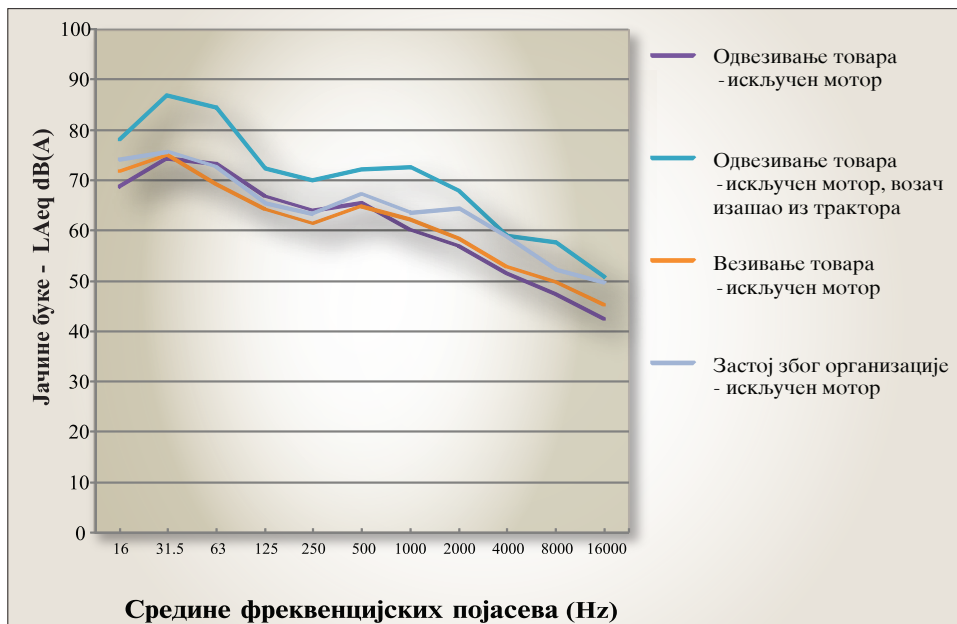
Фреквенцијском анализом је утврђено да у случају када је мотор трактора укључен локални максимум се појављује при 63 Hz (Графикон 1). Највећа оптерећења радника буком су у главном продуктивном времену, већа при празној него при пуно вожњи (за 2,3%). Најмање изражени максимуми су у току радних операција одвлачење ужета и везивање товара и одвезивање товара. Фреквенција буке локалног максимума од 63 Hz одговара 1890 обртаја четворотактног мотора у минути. Јачина звука мотора је оно што је потребно за израчунавање броја обртаја. Сваки обртај производи 3780 “удараца” по минути, или 63 “ударца” по секунди (TuneLab World).

У фреквенцијском подручју се појављује још један максимум при 1000 Hz, чији “шпиц” није толико изражен као код првог.

У случају када је мотор трактора искључен, појављују се такође два максимума, али много мање изражена него у случају када је мотор укључен. Први максимум се појављује при 31,5 Hz, где су највеће вредности оптерећења радника буком при одвезивању товара, када је возач изашао из трактора (графикон 2). Други максимум се појављује при 500 Hz.

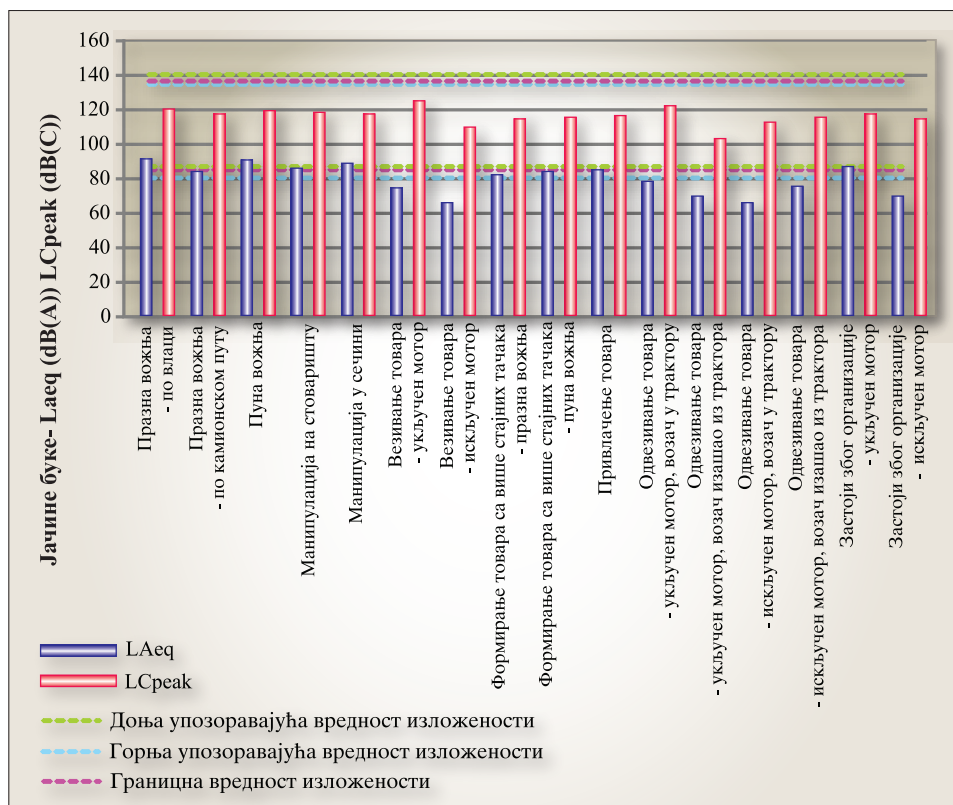
Анализом укупног фреквенцијског спектра утврђено је да се појављује један максимум при фреквенцији од 63 Hz.

Према Директиви 2003/10/ЕС горњу границу упозорења од 85 dB(A) прелази бука којом је радник оптерећен у току радних операција: пуна и празна вожња,



**Графикон 2.** Фреквенцијска анализа буке када је мотор трактора искључен  
**Diagram 2.** Frequency analysis of noise when the tractor engine is off



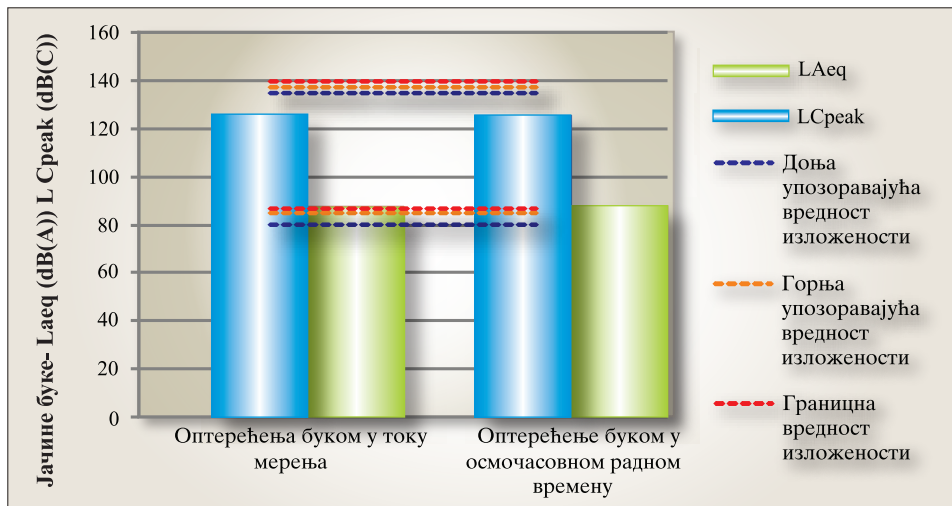


**Графикон 3.** Поређење оптерећења радника буком ( $LA_{eq}$  и  $LC_{peak}$ ) по радним операцијама са граничним вредностима према Директиви 2003/10/EC  
**Diagram 3.** Comparison of the worker's exposure to noise ( $LA_{eq}$  and  $LC_{peak}$ ) by working operations with the limit values of the Directive 2003/10 / EC

манипулација у сечини, манипулација на стоваришту и привлачење товара, док доњу границу упозорења до 80 dB(A) прелазе, поред горе наведених, и радне операције формирање товара са више стајних тачака и застој због организације (графикон 3). Остале вредности се налазе испод граничних вредности.

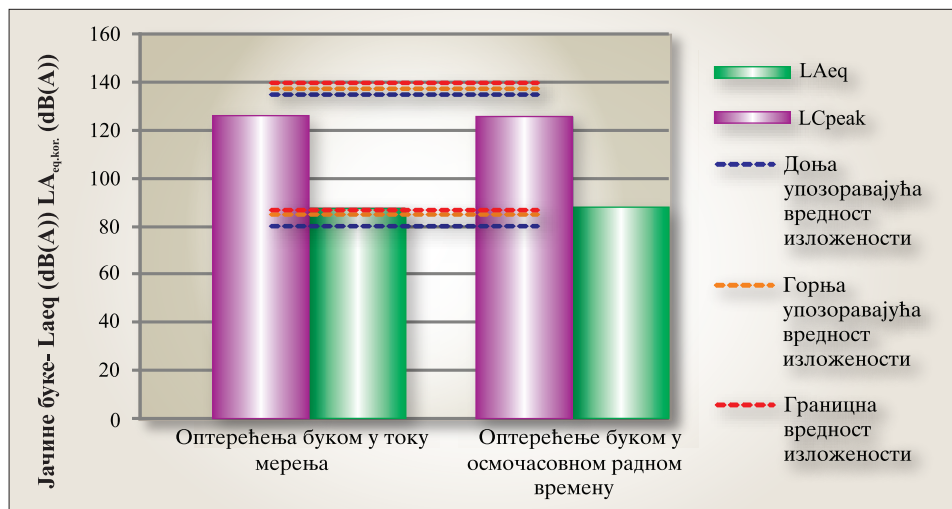
Вршне вредности јачине буке по операцијама, које су забележене као максималне тренутне вредности пондерисане филтром C, указују на импулсивни значај буке приликом привлачења дрвних сортимената. Према добијеним подацима, ни једна вредност не прелази граничне вредности које су дефинисане Директивом 2003/10/EC (Графикон 4).

Током мерења је установљено да измерене и израчунате вредности за осмочасовно радно време еквивалентне јачине буке прелазе све три границе дефинисане директивом 2003/10/EC.



**Графикон 4.** Поређење оптерећења буком ( $LC_{peak}$  (dB(C)) и  $LA_{eq}$  (dB(A))) са граничним и упозоравајућим вредностима изложености према Директиви 2003/10/ЕС

**Diagram 4.** Comparison of noise exposure ( $LC_{peak}$  (dB (C)) and  $LA_{eq}$  (dB (A))) with the limit values and warning of exposure to Directive 2003/10 / EC



**Графикон 5.** Поређење оптерећења буком ( $LC_{peak}$  (dB(C)) и  $LA_{eq.kor.}$  (dB(A))) са граничном и упозоравајућом вредношћу изложености према словеначком Правилнику о заштити...од буке у току рада (2006)

**Diagram 5.** Comparison of exposure to noise ( $LC_{peak}$  (dB (C)) and  $LA_{eq.kor.}$  (DB (A))) with the limit value and warning of exposure to the Slovenian Regulation on the protection ...from noise during operation (2006)

Поређењем оптерећења трактористе буком са граничним и упозоравајућим вредностима изложености буци ( $LA_{eq,kor}$  (dB(A)) показано је да оптерећење радника прелази обе границе упозорења дневног оптерећења радника буком, што важи како за измерена тако и за израчуната осмочасовна оптерећења (Графикон 5).

#### 4. ДИСКУСИЈА

Највеће процентуално учешће у укупном времену заузело је продуктивно време (скоро половину укупног времена). Разлог за то су релативно велике дистанце (од око 150 до око 500 m). Израчунато трајање застоја у укупном времену је релативно мало и износило је нешто мање од 2%.

Слично претходним истраживањима (Lipoglavšek *et al.*, 1981; Lipoglavšek, 2005; Žunič, 2010; Poje, 2011), највећа оптерећења радника буком су у току главног продуктивног времена. Израчуната вредност дневног оптерећења буком као и израчуната вредност за осмочасовно радно време су једнаке и износе (88 dB(A)). Ова вредност еквивалентне буке прелази доњу и горњу границу упозорења (Директива 2003/10/EC).

Ако се добијене вредности оптерећења трактористе буком упореде са резултатима других истраживања, ове вредности су нешто ниже од оних које је израчунао Lipoglavšek (1981) за трактор IMT 558, где је оптерећење радника износило 90,7 dB(A), а 89,1 dB(A) за FIAT 505. Према истраживању Žuniča (2010) просечно дневно оптерећење радника буком код различитих типова трактора креће се од 74 dB(A) за JOHN DEER 6220 до 97 dB(A) за IMT 571. Просечно оптерећење трактористе на трактору Massey Ferguson без кабине износило је 92,9 dB(A), док је за исти тип трактора са кабином просечно оптерећење 78 dB(A) (Melmez and Tunay, 2010).

Lipoglavšek (2005) је утврдио да је оптерећење радника на трактору типа WOODY-110 износи 79,8 dB(A). За трактор типа Timberjack 240C Poje (2011) је утврдио да је просечно оптерећење радника буком 92 dB(A).

Иако у овим истраживањима израчуната вредност оптерећења радника буком прелази дозвољене границе, у односу на вредности које су добили други истраживачи, ова вредност (88 dB(A)) је мања од свих осталих, сем вредности 74 dB(A) за JOHN DEER 6220 (Žunič, 2010)

С обзиром да је трактор који је коришћен за привлачење дрвних сортимента стар 5 година, као меру за смањење оптерећења буком треба потражити у новим технолошким решењима. Поред адекватног средства за прву фазу транспорта (замена трактора таквим, који узрокују мања оптерећења радника буком - нпр. John Deere 6220 (Žunič 2010)), брзине вожње, која треба да буде примерена теренским условима и величини товара у току пуне вожње, врло је важна врста пута којом се креће трактор (макадам, тврди или меки тракторски пут) и квалитет пнеуматика. Трактор није имао ланце за точкове, који су за овакве теренске услове пожељни (велики нагиби терена, расквашена влака, тврда подлога). Транспортно средство мора да буде технички исправно и редовно сервисирано.

Начин рада при коме у току радног времена секач и тракториста мењају радна места знатно смањује тежину рада као и већину оптерећења спољашњим чиниоцима радне средине и тако представља меру организације, коју је смислено употребљавати при сечи и привлачењу дрвета трактором (Поје, 2011).

Оваква врста посла је врло захтевна и радницима који раде на њему треба посветити посебну пажњу. Као такав препознат је и од стране закона, па трактористи имају бенефициран радни стаж 12 за 14 месеци (“Правилник о радним местима, односно пословима на којима се стаж осигурања рачуна са увећаним трајањем”, “Службени гласник РС”, бр. 105/03, 126/04, 93/05, 3/07, 8/07, 56/07 и 23/08). Поред адекватне заштитне опреме, која треба да буде стављена на располагање због ризика од губитка слуха због вредности које су изнад дозвољених граница, треба им обезбедити услове за обављање редовних здравствених прегледа слуха. Нарочито треба обратити пажњу на раднике који дуго обављају ову врсту посла, а оболелима треба пружити адекватну медицинску помоћ. Нарочито је важно образовање и информисање радника о мерама заштите на раду.

## 5. ЗАКЉУЧЦИ

- Највеће оптерећење трактористе буком је у току главног продуктивног времена (пуна и празна возња) и ове вредности премашују дозвољене граничне вредности прописане европским законодавним оквирима.
- Просечна дневна изложеност буци је већа од дозвољених граничних вредности према европској регулативи.
- Оптерећење радника вршном вредношћу буке ( $LC_{peak}$ ) не прелази граничне вредности према Директиви 2003/10/EC.
- Фреквенцијском анализом је утврђено да у случају када је мотор трактора укључен први локални максимум се појављује при 63 Hz, док се други, нешто мање изражени максимум, појављује на фреквенцији 1000 Hz.

**Напомена:** Рад је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (евиденциони број пројекта: TR-31041).

## ЛИТЕРАТУРА

- Čomić R.(1997): *Ergonomija u šumarstvu*. Beograd, Šumarski fakultet Univerziteta u Banji Luci
- Čudina M. (2001): *Tehnična akustika*. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo
- Direktiva 2003/10/EC o minimalnim zdravstvenim i bezbednosnim zahtevima u pogledu izloženosti radnika rizicima od fizičkih agenasa (buka). 2003. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003L0010:20081211:EN:PDF>
- Кошир В.(1996): *Organizacija gozdarskih del. 2. izd.* (ur.). Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo

- Lipoglavšek M. (2005): *Ergonomic features of Woddy 110 skidder*. Mehanizacija šumarstva 2001-2004. Special issue of the journal of the Nova mehanizacija šumarstva 26 (2) (161-167)
- Lipoglavšek M., Koren I. (1982): *Ergonomske značilnosti traktorja IMT - 560 za spravilo lesa*. Gozdarski vestnik, 40 (6) (241-253)
- Lipoglavšek M., Kumer P., Kocjančič M. (1981): *Delo traktoristov v gozdarstvu*.
- Melemez K., Tunay M. (2010): *The investigation of the ergonomic aspects of the noise caused by agricultural tractors used in Turkish forestry*. African Journal of Agricultural Research, 5 (4) (243-249)
- Nikolić S. (1993): *Iskorišćavanje šuma*. Beograd. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva
- Okvirna direktiva 89/391/EEC o uvođenje mera za podsticanje poboljšanja bezbednosti radnika i zdravlja na radu. 1989. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1989L0391:20081211:EN:PDF>
- Poje A., Potočnik I.(2008): *Vrednotenje toplotnih obremenitev pri gozdnem delu*. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87 (89-99)
- Poje, A. (2011): *Vplivi delovnega okolja na obremenitev in težavnost dela sekača pri različnih organizacijskih oblikah*. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana
- SRPS ISO 9612 - identičan sa ISO 9612:2012. Akustika - smernice za merenje i ocenjivanje izloženosti buci u radnoj okolini
- Tezer E, Sabancı A. (2005): *Tarimsal Mekanizasyon I (5. Baskı)*, Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 44, Ders Kitapları Yayın No: A-7
- TuneLab World. (2011). <http://www.tunelab-world.com/>
- Tobisch R., Walker M, Weise G. (2005): *Scientific review of forest machine technical ergonomics*
- Žunič G. (2010): *Obremenitve traktorista pri spravilu lesa: diplomsko delo*. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana
- Правилник о радним местима, односно пословима на којима се стаж осигурања рачуна са увећаним трајањем”, “Службени гласник РС”, бр. 105/03, 126/04, 93/05, 3/07, 8/07, 56/07 и 23/08

Milorad Danilović  
Anton Poje  
Slavica Antičić

## NOISE EXPOSURE OF A TRACTOR DRIVER AT SKIDDING OF WOOD ASSORTMENTS IN HILLY-MOUNTAINOUS AREAS

### Summary

The workers' exposure to noise is influenced by different factors: physical ability, age, body mass index and the mode of work. Excessive noise causes hearing impairment, fatigue, affects the concentration at work, psychological disorders, trauma, circulatory disturbance and other (Čudina, 2001).

On the basis of previous research (Lipoglavšek and Koren, 1982; Žunič, 2010; Poje, 2011) in this study the following hypotheses were set in this study: 1. Daily exposure of the driver to noise exceeds the allowable limit. 2. The maximum exposure of the driver to noise occurs when he is in the tractor, or during productive time (full and empty drive).

The research was carried out in the teaching base “Goč”. Organizational form of work was 1 + 1 (tractor driver + assistant). The tractor driver was recorded. The skidding of assortments from the stump to a roadside landing was performed with an adapted farm tractor IMT 565 DV with a nominal power of 46.5 kW and a winch with warping drums LIV 2 × 80 kN. The recording of various sound frequencies that were filtered with audio filters A and C was performed with a Bruel & Kjaer 2250 instrument, located in the backpack of the tractor driver. The analysis used four main parameters with corresponding filters ( $LA_{eq}$  (dB(A)) –equivalent noise level weighted with filter A,  $LAI_{eq}$  (dB(A)) –equivalent impulsive noise level weighted with A-filter,  $LC_{peak}$  (dB (C)) - peak level of noise weighted with filter C,  $LZ_{eq}$  (dB) - equivalent noise level for 1/3 octave frequency spectrum unweighted (without filter).

The average volume of wood assortments in a tour amounted to 3.30  $m^3$ , i.e. an average tour had about 5 pieces of logs of length from 2.1 m to 8.6 m. Transport distances at skidding ranged from 169 m to 425 m. When measuring noise, the total length of productive time amounted to 98.1% of the total time, whereas the unproductive time was 1.9% of the total time. Delays due to the organization were also included in this time, and they were divided into delays when the engine is running and when the engine is off. The average exposure to noise calculated on the basis of the collected data was 88 dB (A). The highest exposure to noise ( $LA_{eq}$  (dB (A))) was recorded in the course of the main productive time (91 dB (A)), i.e. in the course of the full and empty drives (91 dB (A)). The lowest exposure of the tractor driver to noise was recorded during pulling away of the rope, tying of the load (74 dB (A)) and detaching of the load at the landing (77 dB (A)). The impulsive noise value ( $LAI_{eq}$ ) was generally by 1-3 dB (A) higher than  $LA_{eq}$  for the same operations. Frequency analysis showed that in the case when the tractor engine is running the local maximum occurred at 63 Hz. There was another peak in the frequency range at 1000 Hz, whose “peak” was not so pronounced as in the first case.

According to the Directive 2003/10 / EC, the upper warning limit of 85 dB (A) was exceeded by both full and empty drives, manipulation in the felling site, manipulation at the roadside landing and skidding of the load. The lower limit of warning of 80 dB (A) was in addition to the above operations exceeded by the operations of load forming with several standing points and the delay due to organization. The peak values of noise intensity by operations that were recorded as the maximum current value weighted with filter C indicate the importance of impulsive noise in the skidding of wood assortments. According to the data obtained, no value exceeds the limits defined in the Directive 2003/10 / EC. A comparison of the exposure of the tractor driver to noise and limit and warning values of exposure to noise ( $LA_{eq,kor}$  (dB(A))) showed that the load of workers exceeded both limits of warning against workers' daily exposure to noise, both for the measured and calculated eight-hour exposures.

Although the calculated value exceeds the allowable limits, compared to those values reported by other researchers, this value is 88 dB (A), i.e. lower than all others, except the value of 74 dB (A) for the JOHN DEER 6220 (Žunič, 2010).