

GDK 304:306:375.12

## ROPOT PRI SPRAVILU LESA Z ŽIČNIM ŽERJAVOM URUS III.

Marjan LIPOGLAVŠEK\*

### *Izveček*

V članku so prikazani rezultati meritev ropota na dveh deloviščih pri spravilu lesa z 2 žičnima žerjavoma URUS III na kamionu TAM. Ropot med prostim tekom ne presega NR 70, med polno vožnjo pa presega NR 90. Obremenitve strojnika z ropotom (Lekv) so znašale v vsem delovnem času med 82 in 90 dB(A), najmanj pri tesno zaprti, največ pri slabo zaprti kabini. Večinoma presegajo dopustne meje 85 dB(A), vendar če jih primerjamo z mejami za ropot s prekinitvami, so bili strojniki izpostavljeni sluhu škodljivemu ropotu samo pri slabo zaprti kabini, pri odprti pa ne.

*Ključne besede: ropot, spravilo lesa, žični žerjav, obremenitev strojnikov z ropotom*

## THE NOISE AT WOOD SKIDDING BY MEANS OF THE URUS III CABLE CRANE

Marjan LIPOGLAVŠEK

### *Abstract*

The article presents the results of noise measurements in two working places carried out during two days at wood skidding by means of two URUS III cable crane on a TAM truck. The noise during idle motion did not exceed NR 70 but during load drive it exceeded NR 90. The noise loads of an operator (Lekv) were between 82 and 90 dB(A) during the entire working time, the lowest with a cabin tightly closed and the highest with a cabin insufficiently closed. They mostly exceeded the still permitted limits of 85 dB(A) yet if compared with the limits permitted for the noise with interruptions, operators were exposed to noise harmful to hearing only with an insufficiently closed cabin and not with an open one.

*Key words: noise, wood skidding, cable crane, noise load of operator*

---

\* dr., dipl. ing, redni profesor, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, Večna pot 83, 61000 Ljubljana, SLO

## KAZALO

1	UVOD.....	141
2	METODE MERJENJA IN OBDELAVE PODATKOV.....	141
3	KRAJI IN DELOVNE RAZMERE PRI MERJENJU ROPOTA.....	143
4	FREKVENČNE ANALIZE ROPOTA.....	144
5	OBREMENTITVE STROJNIKA Z ROPOTOM.....	145
6	PRIMERJAVA Z OBREMENTIVAMI STROJNIKOV PRI SPRAVILU Z DRUGIMI NAPRAVAMI.....	149
7	POVZETEK.....	150
	SUMMARY.....	152
	VIRI.....	154

## 1 UVOD

V preteklosti smo ugotovili pri spravilu lesa s klasičnimi žičnimi žerjavi s pogonskimi motorji Lombardini in Warchalovsky (LIPOGLAVŠEK et.a. 1980) zelo visoke obremenitve strojnikov z ropotom. Tudi pri spravilu z žičnimi napravami s stolpi (URUS na Unimogu, TVS-1500, Mini URUS) imamo že zbrane podatke o ropotu in obremenitvah strojnikov z njimi. V letih 1989 in 1990 smo na študentskem terenskem pouku izmerili tudi ropot v kabini ob ušesu strojnika pri delu URUSA III na kamionu TAM. Merili smo tudi tresenje na sedežu, vendar ga zaradi majhne jakosti (obremenitev) nismo obdelali. Ropot pa smo poleg študentskih obdelav natančneje obdelali po enaki metodiki raziskav, kot pri zgoraj omenjenih napravah. Terenska snemanja je vodil M, Lipoglavšek, obdelave pa sta opravila tehn. sodelavec J. Pokorn in asistent P. Ilešič. Rezultati teh 4 dnevni meritev so prikazani v pričujočem članku.

## 2 METODE MERJENJA IN OBDELAVE PODATKOV

Snemanje jakosti ropota smo opravili ob ušesu strojnika tako, da je bil natančni merilni mikrofoni (B et K 4265) pritrjen na čelado v višini oči, 5 cm odmaknjen od roba čelade in obrnjen navzdol. Za merjenje jakosti smo uporabili merilne instrumente Brüel et Kjaer: merilnik 2209, frekvenčni oktavn filter 1613 in pisalnik 2306. Merilni instrumenti so bili med seboj povezani z električnimi vodniki. Merilnik je bil nastavljen na filter A in na "fast" način integriranja trenutnih jakosti zvočnega tlaka. Torej smo merili dB(A) vrednost zvočnega tlaka. Ničla merilnika je bila med spravilom lesa večinoma nastavljena na 90 dB, kar pomeni, da smo natančno merili jakost od 80 do približno 103 dB(A). Pod 80 dB pa je bila natančnost merjenja manjša. Pisalnik s papirnati trakom je bil nastavljen tako, da je pero lahko izrabilo vso širino 5 cm širokega traku. Trak se je pomikal s približno hitrostjo 0,3 mm/s, hitrost pisanja pa je bila tudi velika (100 mm/s). Tako smo lahko zabeležili tudi vse konice jakosti ropota. Točno hitrost pomika papirnega traku smo izračunali iz hkratnega časovnega spremljanja elementov dela in trajanja snemanja ropota z uro štoperico po kontinuirni metodi. Iz teh časovnih snemanj (poseben snemalni list) smo lahko trajanje elementov dela prenesli na papirnati trak in povezali ropot in elemente med seboj. S papirnega traku smo odčitali vsakih 10 sekund oziroma vsake 3 mm višino zapisa jakosti ropota na 1 mm natančno. Te odčitke smo zapisovali spet v poseben snemalni list in kasneje ločeno po elementih dela v računalniško datoteko. Večkrat med merjenjem jakosti

ropota smo opravili tudi medsebojno umerjenje merilnih instrumentov ali "kalibracijo". S pomočjo izbrane kalibracije je računalnik prevajal odčitke zapisa na papirju (v mm) v trenutno jakost posnetega ropota. Kalibracije smo zaradi napak okularnega odčitavanja kazalca na merilniku in zapisa na pisalniku izračunali kot korelacijske odvisnosti med tema odčitavanjima, čeprav je njuna odvisnost funkcijska. Uporabljali smo enačbo:

$$Y = C + \frac{B_1}{\sqrt{X}} + \frac{B_2}{X} + \frac{B_3}{X^2}$$

kjer je: Y - jakost ropota v dB(A)

X - višina zapisa na papirnem traku v mm

$B_n$  - koeficient korelacijske enačbe

C - konstanta

Za posamezne elemente dela, za delovne cikle in za ves posneti čas spravila lesa smo s pomočjo programa "Ropot" (Puhek et.a. 1980) pa tudi programov dBase in SPSS izračunali ekvivalentno jakost ropota (dBA):

$$L_{ekv} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum n_i \cdot 10^{0,1L_i} \right]$$

kjer je:  $n_i$  - število odčitkov z jakostjo ropota ( $L_i$ )

$L_i$  - jakost ropota dB(A)

N - število vseh odčitkov v obdobju

Izračunali smo še aritmetično sredino, kvadratično sredino, standardni odklon, najmanjšo in največjo (konice) vrednost jakosti ropota ter trajanje elementov dela. Po ciklikih dela in za ves posneti čas smo izračunali še porazdelitev jakosti ropota po 2,5 dB(A) širokih jakostnih razredih. Na ta način smo lahko obremenitve strojnika primerjali tudi z ISO dopustnimi mejami za izpostavljenost ropotu v krajših obdobjih kot je 8 urni delovnik in ropotu s prekinitvami.

Med spravilom lesa smo med polno vožnjo (polni plin) in med razvlačevanjem in vezanjem (prosti tek) pri odprtih vratih kabine naredili tudi frekvenčno analizo ropota, da bi tako ugotovili značilnosti delovnega sredstva oz. vira ropota. Izmerili smo tudi delovne učinke tako, da smo na skladišču ob cesti izmerili premer in dolžino vseh kosov lesa v posameznem tovoru spravila in to zapisali na poseben snemalni list. Razdaljo spravila in nagib trase smo samo ocenili in ju nismo merili.

### 3 KRAJI IN DELOVNE RAZMERE PRI MERJENJU ROPOTA

Jakost ropota URUSA III smo ugotavljali po dva dni na deloviščih Radovna (GG Bled) in Gače (GG Novo mesto). Na delovišču Radovna so delali delavci SGG Tolmin s svojim žičnim žerjavom. Oba URUSA sta bila montirana na kamionu TAM. Snemanja so bila izvršena v okviru terenskega pouka s študenti gozdarstva v Radovni junija 1989 (14. in 19.), na Gačah junija 1990 (11. in 18.). Žična žerjava sta spravljal les iz bukovih debeljakov pri redni sečnji. Drugi dan snemanj v Radovni (19.6.1989) je bilo že pospravljanje sečišča oz. spravilo preostalih drobnih kosov, predvsem goli in zato so bili tovari izjemno majhni. V preglednici 1 prikazujemo nekatere podatke o delovnih razmerah med snemanjem ropota.

*Preglednica 1: Podatki o delovnih razmerah med snemanji ropota URUSA III*  
*Table 1: Dates about working conditions during recording noise of URUS III*

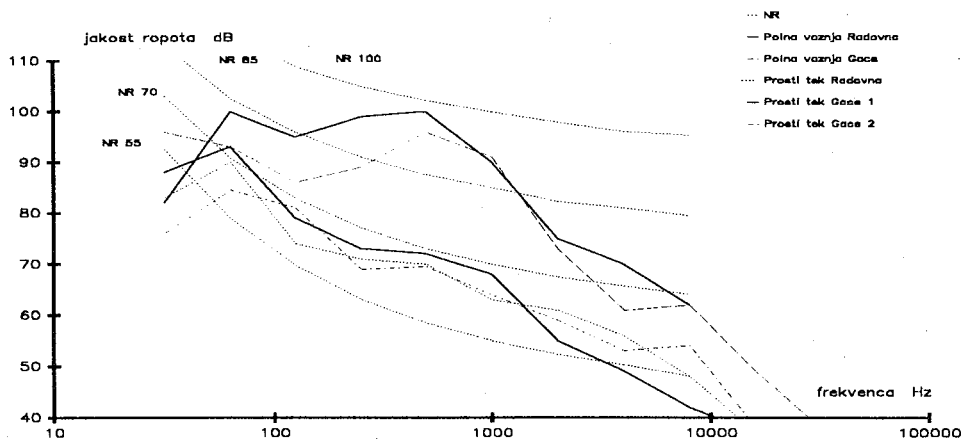
Vrsta podatka	DELOVIŠČE / DATUM			
	Radovna		Gače	
	14.06.1989	19.06.1989	11.06.1990	18.06.1990
Spravilna razdalja m	290	290	200	200
Nagib terena %	40	40	30	30
Število posnetih in obdelanih ciklusov n	16	15	14	11
od tega pri zaprti kabini n	6	3	4	4
Delovni učinek skupaj m <sup>3</sup>	19,6	4,17	21,17	12,16
Volumen tovara povprečno m <sup>3</sup>	0,32-2,98	0,11-0,44	0,90-2,14	0,67-2,02
trajanje snemanja				
odprta kabina min	45,44	88,13	102,24	51,50
zaprta kabina min	27,55	14,10	31,01	26,50

Žična žerjava sta spravljal les navzgor. Delo je opravljal skupina treh žičničarjev: strojnik, privezovalec v sečišču in odpenjalec na kamionski cesti. Ropot smo snemali v ugodnih vremenskih razmerah pri sončnem vremenu. Večino časa smo snemali ropot pri odprti kabini (odprta vrata), vendar smo med 3-6 ciklusi dela snemali ropot tudi pri zaprti kabini, ki smo jo skušali čim tesneje zapreti. Poleti strojnik dela večinoma pri odprti kabini, ker mu je vroče ali zato, da se lažje sporazumeva z odpenjalcem. Ropot smo snemali samo krajši del delovnega dneva (15-28%).

#### 4 FREKVENČNE ANALIZE ROPOTA

Z oktavnim filtrom B et K 1613 in z okularnim odčitavanjem na merilniku smo naredili tri frekvenčne analize v prostem teku in dve med polno vožnjo. Frekvenčne pasove s sredinami od 31,5 Hz do 31,5 kHz smo ročno preklapljali med delom žičnega žerjava. Zaradi tega razmere snemanja niso bile vedno enake, kar se pozna na precejšnih razlikah v jakosti ropota med polno vožnjo na obeh deloviščih.

Iz frekvenčnih analiz ropota (grafikon 1) vidimo, da ropot med prostim tekom razen enega snemanja ne presega normativne krivulje NR 70 (krivulje občutljivosti ušesa). Jakost ropota je izrazito največja v frekvenčnem pasu okrog 63 Hz, pri višjih frekvencah pa je nizka. Med polnim plinom pri polni vožnji navzgor je bila jakost ropota največja pri frekvenci 500 Hz in je na delovišču Radovna skoraj dosegla NR 100. Normativno krivuljo NR 85 (največ dopustno) pa presega na širokem frekvenčnem območju od 250-1000 Hz.



Grafikon 1: Frekvenčne analize ropota žičnega žerjava URUS III na kamionu TAM

Graph 1: Frequency analyses of cable crane noise - URUS III on TAM truck

Na delovišču na Gačah pa je zaradi drugačnih delovnih razmer, oziroma drugega stroja, ropot presegel NR 85 samo na frekvenčnem območju od 500 do 1000 Hz in manj kot v Radovni. Zaradi tega lahko pričakujemo, da so obremenitve strojnika z ropotom med polno vožnjo nad zdravju neškodljivimi mejami, medtem ko so med tistimi elementi dela, med katerimi je motor v prostem teku, precej pod to mejo.

## 5 OBREMENTIVE STROJNIKA Z ROPOTOM

Najenostavnejše in svetovno dogovorjeno merilo obremenjenosti človeka z ropotom je ekvivalentna jakost ropota. V preglednicah 2 in 3 so za obe delovišči prikazane obremenitve strojnika med produktivnimi delovnimi operacijami, med posnetimi zastoji in v vsem posnetem času. Obremenitve v delovnem času so v teh preglednicah izračunane ob predpostavki, da je v delovnem času 70% produktivnega časa, 10% zastojev z izmerjenim ropotom in 20% obdobj brez ropota oziroma z ropotom okolja 40 dB(A). Obremenitve so prikazane ločeno za odprto in ločeno za zaprto kabino. Hkrati prikazujemo tudi posnete časovne deleže posameznih elementov dela v delovnem času (preglednica 2 in 3). Pri nekoliko drugačni predpostavki, da med vsem dodatnim časom ni ropota (30% del. časa = 40 dB(A)) je dnevna obremenitev strojnika z ropotom v delovnem času za 1,55 dB(A) manjša kot med izmerjenim produktivnim časom. Izračunane obremenitve za produktivni in delovni čas (s sestavo 70:30%) povzemamo še v preglednici 4, kjer smo izračunali tudi obremenitve strojnika za primer, če ima polovico časa odprto, drugo polovico pa zaprto kabino.

*Preglednica 2: Obremenitve strojnika žičnega žerjava URUS III med delovnimi operacijami - Radovna*

*Table 2: Noise load of cable crane operator during skidding operations in Radovna*

Datum:	14.6.89				19.6.89			
	odprta		zaprta		odprta		zaprta	
Kabina:	Lekv	Delež časa	Lekv	Delež časa	Lekv	Delež časa	Lekv	Delež časa
Operacija	dB(A)	%	dB(A)	%	dB(A)	%	dB(A)	%
Prazna vožnja	91,9	11,6	79,4	9,7	89,8	11,3	88,0	9,4
Razvlačevanje	81,4	7,2	79,8	7,0	80,2	7,5	79,8	9,7
Vežanje	83,0	17,1	77,4	17,5	79,6	18,5	75,7	19,6
Privlačevanje	88,1	5,2	83,8	4,7	89,9	6,0	79,3	7,3
Polna vožnja	94,2	14,9	90,0	16,2	94,8	11,8	86,0	12,4
Odvezovanje	84,0	14,0	78,7	14,9	80,9	14,9	77,2	11,6
Produktivni čas	89,9	70,0	84,8	70,0	89,1	70,0	82,9	70,0
Zastoji	78,0	1,1			79,7	17,7		
Posneti čas	89,8	71,1	84,8	70,0	88,3	87,7	82,9	70,0
Delovni čas	88,4	100	83,4	100	87,6	100	81,7	100

Preglednica 3: Obremenitve strojnika žičnega žerjava URUS III med delovnimi operacijami - Gače

Table 3: Noise load of cable crane operator during skidding operations in Gače

Datum:	11.6.89				18.6.89			
	odprta		zaprta		odprta		zaprta	
Kabina:	Lekv	Delež časa	Lekv	Delež časa	Lekv	Delež časa	Lekv	Delež časa
Operacija	dB(A)	%	dB(A)	%	dB(A)	%	dB(A)	%
Prazna vožnja	79,1	7,1	79,9	8,8	82,9	7,2	77,2	8,4
Razvlačevanje	78,8	1,2			77,9	4,6	75,9	14,0
Vezanje	77,6	24,0	78,6	24,9	77,9	18,2		
Privlačevanje	81,7	12,7	84,1	10,3	82,1	12,1	79,4	12,4
Polna vožnja	94,7	12,9	97,0	16,3	94,6	15,8	96,7	14,2
Odvezovanje	85,7	12,1	78,8	9,7	77,5	12,1	74,6	11,0
Produktivni čas	88,2	70,0	91,0	70,0	88,6	70,0	89,9	70,0
Zastoji	78,5	21,0	78,0	8,9	77,8	9,6	73,4	10,0
Posneti čas	87,2	91,0	90,5	78,9	88,1	79,6	89,4	80,0
Delovni čas	86,7	100	89,5	100	87,1	100	88,4	100

Iz preglednic vidimo, da so obremenitve strojnika daleč največje med polno vožnjo oziroma spravirom lesa navzgor. Izmerili smo ekvivalentno jakost med 86 in 97 dB(A). Do večjih jakosti ropota prihaja še med privlačevanjem lesa, včasih pa tudi med vezanjem, odvezovanjem in med prazno vožnjo. Običajno pa so obremenitve strojnika med temi delovnimi operacijami in prav tako med zastoji pod 80 dB(A).

Obremenitve strojnika z ropotom v produktivnem času pa tudi v vsem delovnem času so bile pri odprti kabini na obeh deloviščih, kjer smo snemali ropot približno enake: 88 do 90 dB(A) v produktivnem in 87-88 dB(A) v delovnem času. Močno pa sta se oba posneta žerjava razlikovala po ropotu v zaprti kabini. V Radovni, kjer je bil sicer ropot nekaj močnejši, smo v zaprti kabini ugotovili bistveno manjšo obremenitev strojnika z ropotom (82-83 dB(A) v delovnem času). Nasprotno pa je bil ropot na delovišču Gače v zaprti kabini bistveno višji (88-90 dB(A) v delovnem času) kot tedaj, ko je bila kabina odprta. To je mogoče razložiti samo tako, da kabina v Gačah ni bila dovolj tesno zaprta, ropot je prodril vanjo in zaradi odbojev od sten je bil ob ušesu strojnika bistveno (2,1-2,3 dB med polno vožnjo) večji kot pri odprti kabini. Ob predpostavki, da je med dejanskim delom kabina polovico časa odprta, polovico pa zaprta bi znašale izračunane dnevne obremenitve strojnika z ropotom v Radovni okrog 86, na Gačah pa okrog 88 dB(A). Te obremenitve so torej nad mednarodno dogovorjenimi dopustnimi mejami 85 dB(A), ko ropot v 8 urnem delovniku še ne povzroča okvar sluha. Samo pri tesno zaprti kabini v Radovni so bile obremenitve strojnika pod to mejo. Zaradi tega



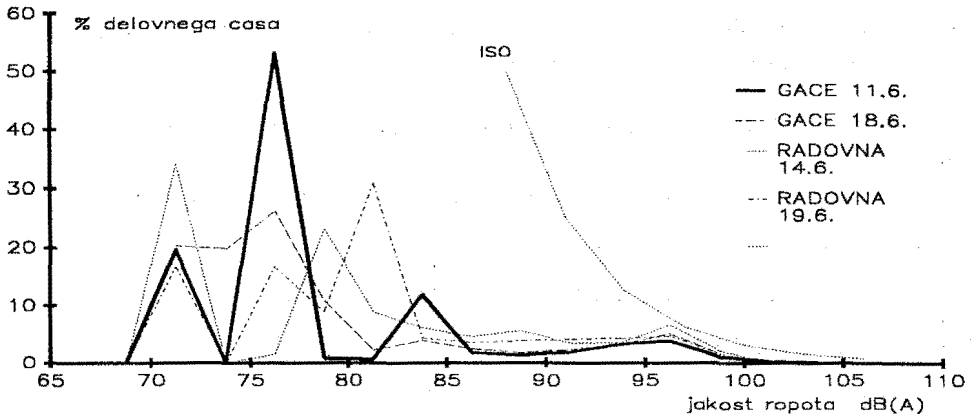
priporočamo strojnikom naj med spravlilom lesa ali vsaj med polno vožnjo uporabljajo varovala sluha, najboljše glušnike.

*Preglednica 4: Obremenitve strojnika žičnega žerjava URUS III v delovnem dnevu*

*Table 4: Noise load of cable crane operator in the entire working days*

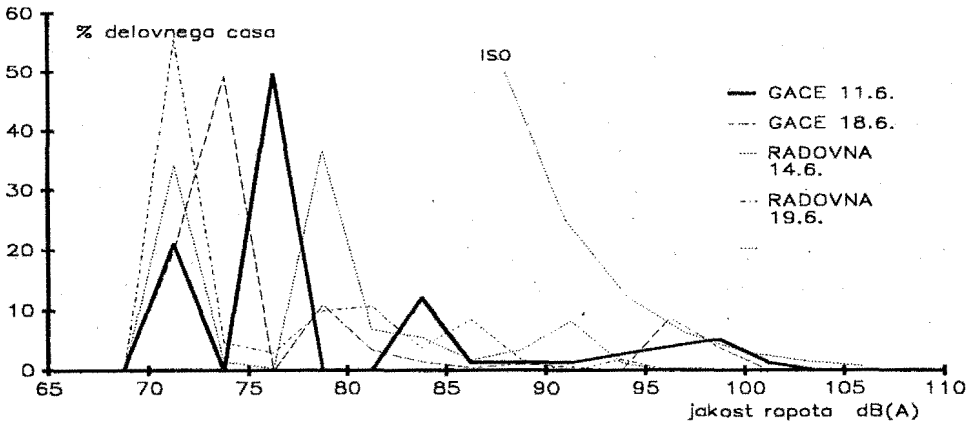
Delovišče	Radovna		Gače	
	14.6.89	19.6.89	11.6.90	18.6.90
Vrsta časa				
Delovne razmere	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Produktivni čas				
odprta kabina	89,9	89,1	88,2	88,6
zaprta kabina	84,8	82,9	91,0	89,9
zaprta polovico časa	88,0	87,0	89,8	89,3
Delovni čas				
odprta kabina	88,4	87,6	86,7	87,1
zaprta kabina	83,4	81,7	89,5	88,4
zaprta polovico časa	86,5	85,5	88,4	87,8

Iz porazdelitev jakosti ropota po 2,5 dB(A) širokih jakostnih razredih v posnetem času smo izračunali porazdelitve ropota v delovnem času tako, da smo dodali ustrezna obdobja tišine. Te porazdelitve smo primerjali z ISO dopustnimi mejami obremenitev z ropotom s prekinitvami v krajših obdobjih delovnika (grafikona 2 in 3). Porazdelitve jakosti pri odprti kabini so si vse štiri posnete dni v območju nad 85 dB(A) med seboj zelo podobne in časovni deleži visokih jakosti ne presegajo dopustne meje ISO 85. To pomeni, da s tem ropotom žičnega žerjava URUS III strojnik ni preobremenjen, ker nastopajo prekinitve in ropot ne traja ves delovni dan. Porazdelitve jakosti v nižjih jakostnih razredih so med seboj zelo raznolike, tudi zato, ker je bila natančnost inštrumentov in obdelave podatkov v spodnjem območju merjenja majhna. Konice časovnega trajanja pomenijo obdobje tišine (pod 72,5) ali obdobja prostega teka stroja. Za presojo obremenjenosti strojnika z ropotom pa ropot nizke jakosti ni pomemben.



Grafikon 2: Porazdelitev jakosti ropota v delovnem času pri odprti kabini  
 Graph 2: Distribution of noise level during working time with open cabin

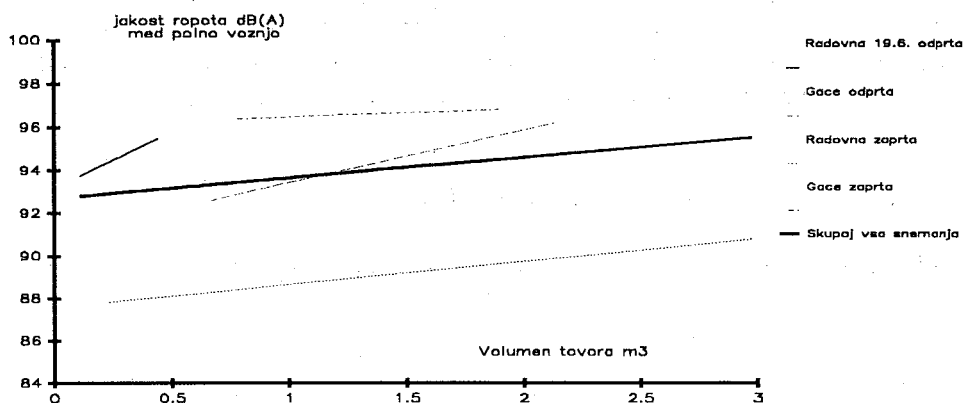
Porazdelitve jakosti pri zaprti kabini (grafikon 3) pa so zelo različne na posameznih deloviščih. V Gačah je trajal ropot jakosti med 95 dB(A) 10-15% delovnega časa in je presegal tudi to ISO dopustno mejo za izpostavljenost človeka ropotu s prekinitvami. V Radovni pa ropota nad 95 dB(A) praktično ni bilo in zato so bile tudi obremenitve strojnika z ropotom v zaprti kabini daleč pod dopustno mejo ISO 85.



Grafikon 3: Porazdelitev jakosti ropota v delovnem času pri zaprti kabini  
 Graph 3: Distribution of noise level during working time with closed cabin

Poskušali smo tudi pojasnjevati odvisnost obremenitve strojnika z ropotom od delovnih razmer. Zaradi majhnega števila snemanj ali zaradi premajhnih razlik v delovnih razmerah nismo mogli dokazati nobenih odvisnosti. Čeprav

je bila razdalja spravila v Radovni večja, delež hrupne polne vožnje in obremenitev strojnika nista bila bistveno večja. Podobno velja tudi za nagib terena. Tudi prikaz vpliva velikosti tovora na jakost ropota med polno vožnjo v posameznem ciklusu spravila nam kaže, da ni mogoče dokazati vpliva velikosti tovora na obremenitev strojnika. Drugi dan snemanj v Radovni, ko so bili tovari izrazito majhni zaradi pospravljanja sečišča, je bil ropot celo višji kot med normalnim delom z običajnimi, optimalnimi tovari. Kljub temu so vse prikazane izravnave nagnjene in zato dopuščamo domnevo, da so lahko obremenitve strojnika večje med cikli del z večjimi tovari.



Grafikon 4: Vpliv tovora na jakost ropota med polno vožnjo  
 Graph 4: Influence of load size on noise level during full drive

## 6 PRIMERJAVA Z OBREMNITVAMI STROJNIKOV PRI SPRAVILU Z DRUGIMI NAPRAVAMI

Obremenitve strojnika žičnega žerjava URUS III lahko primerjamo z obremenitvami strojnikov drugih žičnih žerjavov in vitlov s stolpi, ki smo jih izmerili v prejšnjih obdobjih. Povzetek teh primerjav je prikazan v preglednici 5. Primerjali smo samo ropot pri odprti kabini, saj ostali stroji nimajo kabine, pri zaprti kabini URUSA III pa smo izmerili tudi zelo raznolike jakosti ropota. Dnevne obremenitve vseh strojnikov v delovnem času so podobne, razen pri spravilu z Mini URUSOM, ker je imel merjeni žični vitel zelo hrupen Volkswagnov motor in je spravljal zelo velike tovore bukovega lesa. Lahko rečemo, da je bila dnevna obremenitev strojnikov URUSA III relativno manjša, kot pri drugih napravah, vendar tega ni mogoče posploševati, ker so bile tudi delovne razmere različne. Pri URUSU

III je ugodno, da ima kabino, ki jo je mogoče tesno zapreti in tedaj dnevne obremenitve ne presegajo dopustne meje 85 dB(A). Med posameznimi delovnimi operacijami je obremenitev strojnikov zelo različna. Vedno je izrazito največja med polno vožnjo in zlasti časovni delež polne vožnje močno vpliva na skupno dnevno obremenitev. Za obremenitev strojnikov je torej poleg jakosti ropota odločilna časovna sestava delovnika po delovnih operacijah oz. elementih dela (tudi odmorih). Primerjava s klasičnimi žičnimi žerjavi na dolgih razdaljah zaradi dolgih razdalj spravila in večjih zmogljivosti ni povsem smiselna, pokaže pa, da so strojniki teh stabilnih pogonskih strojev bistveno bolj obremenjeni z ropotom. Podobno kot pri drugih žičnih napravah s stolpi porazdelitev jakosti ropota v delovnem času (grafikon 2 in 3) pri URUSU III ne presega dopustnih meja za izpostavljenost ropotu s prekinitvami. Samo pri slabo zaprti kabini pride do povečane jakosti ropota in do preseganja dopustnih meja (ISO 85).

*Preglednica 5: Obremenitve strojnikov žičnih naprav z ropotom pri spravilu lesa navzgor*

*Table 5: Noise loads of operators during woodskidding uphill with cable cranes*

Žična naprava	Stabilni pogon. stroji	URUS III TAM	URUS Unimog	Mini URUS	TVS 1500
Spravilna razdalja	70-500 m	200-290 m	100-200 m	15-150 m	50-150 m
Delovna operacija	Ekvivalentna jakost ropota - $L_{ekv}$ - dB(A)				
Prazna vožnja	86-87	79-92	81	83	87
Razvlačevanje	84	78-82	75-79		83
Vežanje	84	78-83	76	75	85
Privlačevanje	98-101	82-90	89-90		93
Polna vožnja	105	94-95	95	103	97
Odvezovanje	85	78-86		89	88
Produktivni čas	100	88-90	90	96	90
Delovni čas	99	87-88	88	95	89

## 7 POVZETEK

Ob ušesu strojnika žičnega žerjava URUS III na kamionu TAM smo na dveh deloviščih: v Radovni in na Gačah po dva dni snemali ropot. Snemaja so trajala od 15-28% delovnega časa in so v posameznem dnevu zajela 11-16 ciklusov spravila lesa (preglednica 1). Med tremi do šestimi ciklusi spravila smo zaprli vrata kabine in ločeno za te cikluse ugotavljali obremenitev strojnika z ropotom. Z merilnikom ropota in pisalnikom s papirnatim trakom tovarne Brüel et Kjaer smo zabeležili raven jakosti

ropota in nato obremenitev strojnika izračunali z ekvivalentno jakostjo ropota. Računali smo jo za delovne operacije v vsakem ciklusu dela, za celotne cikle in za ves posneti produktivni čas. Za delovni čas pa smo obremenitev strojnika izračunali ob predpostavki, da produktivni čas traja 70% delovnega časa. Naredili smo še frekvenčne analize ropota med prostim tekom in med polno vožnjo s pomočjo oktavnega filtra. Porazdelitev jakosti ropota med delovnim časom po 2,5 dB(A) širokih jakostnih razredih smo primerjali z ISO dopustno mejo za izpostavljenost ropotu, ki traja krajši čas kot ves delovnik in ima prekinitve. Med pravilom lesa smo po ciklikih spremljali tudi delovne učinke.

Ugotovili smo, da so obremenitve strojnika (ekvivalentna jakost ropota) pri spravilu lesa navzgor daleč največje med polno vožnjo (preglednice 2-4). Pri odprti kabini znašajo med 94 in 95 dB(A), se pri tesno zaprti kabini zmanjšajo na 86-90 in pri nepopolno zaprti povečajo na 97 dB(A). Do večjih jakosti (nad 80 dBA) prihaja še med privlačenjem lesa, včasih pa tudi med vezanjem, odvezovanjem in med prazno vožnjo. Podobno kot za obremenitve med polno vožnjo velja tudi za dnevne obremenitve strojnika z ropotom. Pri odprti kabini smo izmerili v vsem produktivnem času obremenitve z ropotom med 88 in 90 dB(A), med delovnim časom pa smo izračunali za 1,55 dB(A) manjše obremenitve in sicer zaokroženo med 87 in 88 dB(A). Na enem od obeh delovišč, kjer je bila kabina tesno zaprta, je ropot v njej padel pod dopustno mejo obremenitve v delovnem času (85 dBA) in sicer na 82-83 dB(A). Na delovišču Gače, kjer kabina verjetno ni bila dovolj tesno zaprta, pa so znašale dnevne obremenitve med vsem delovnim časom od 88 do 90 dB(A). Ob predpostavki, da bi bila kabina polovico časa zaprta, bi znašale srednje obremenitve strojnika v Radovni okrog 86, na Gačah pa okrog 88 dB(A), torej nad dopustnimi mejami in zato priporočamo strojnikom, da vsaj med polno vožnjo uporabljajo varovala sluha.

Frekvenčne analize jakosti ropota (grafikon 1) so pokazale, da ropot v prostem teku ne presega normativne krivulje NR 70, med polno vožnjo pa presega NR 85 na širšem frekvenčnem območju med 250 in 1000 Hz. Presega tudi NR 90, najbolj pri frekvenci 500 Hz. Primerjava porazdelitve jakosti ropota po jakostnih razredih s dopustnimi mejami za ropot s prekinitvami (grafikona 2 in 3) pa pokaže, da je bil strojnik preobremenjen z takim ropotom samo na delovišču Gače pri ne dovolj tesno zaprti kabini. Zaradi majhnega števila snemanj ali zaradi majhne variabilnosti delovnih razmer med snemanjem nismo mogli dokazati odvisnosti obremenitev z ropotom od raznih dejavnikov delovnih razmer: razdalja spravila, nagib trase, velikost tovora, čeprav sicer vemo, da običajno vplivajo na jakost

ropota, zlasti pa na čas izpostavljenosti strojnika povečanemu ropotu. Vendar lahko npr. manjši tovor hkrati pomeni večjo jakost pa manjše trajanje ropota in obremenitev strojnika se očitno ne spremeni. Domnevamo, da večji tovari pomenijo vendar tudi večjo obremenitev strojnika z ropotom (grafikon 4). Primerjava z drugimi žičnimi napravami (preglednica 5) kaže, da so obremenitve strojnika pri URUS III z ropotom približno tolikšne, kot pri drugih žičnih žerjavih in vitlih s stolpom za kratke in srednje razdalje, pa bistveno manjše kot pri klasičnih žičnih žerjavih s stabilnimi pogonskimi stroji na dolgih razdaljah spravila lesa navzgor.

## SUMMARY

In the vicinity of the operator's ear of the URUS III cable crane on a TAM truck, noise was recorded in two working places: in Radovna and Gače during two days. The recording took up 15-28% of the working time and took place in 11-16 cycles of wood skidding in one day (table 1). During three to six skidding cycles the cabin's door was closed and the operator's load caused by noise was established separately for these cycles. By means of a noise recorder and a printer with a paper tape produced by Bruel et Kjaer the noise level was recorded and the operator's load was calculated with equivalent noise level. It was calculated for working operations within each working cycle, for whole cycles and the entire productive time recorded. The operator's load for working time was calculated on the supposition that productive time amounts to 70 % of working time. Frequency analyses of the noise during idle motion and full load transportation were also made by means of an octave filter. The distribution of noise level during working time in level classes of 2,5 dB(A) was compared with the ISO limit still permitted as regards the exposure to noise which does not last for a whole working day and has interruptions. During wood skidding working performance by cycles was also recorded.

It was established that the operator's load (equivalent noise level) in wood skidding uphill is by far the highest during a load ride (tables 2-4). They amount to 94 and 95 dB(A) with an open cabin, drop to 86-90 dB(A) with a cabin tightly closed and again rise to 97 dB(A) with an insufficiently closed cabin. High intensities (over 80 dBA) are also achieved in wood hauling and sometimes in fastening, unfastening and during a slack ride. Similar facts as for the loads during a full load transportation also hold true of daily noise loads of an operator. With a cabin open, noise loads

between 88 and 90 dB(A) were recorded during the whole productive time and the loads by 1,55 dB(A) lower, rounded up to 87 and 88 dB(A), were calculated for the working time. In one of the two working places, where a cabin was tightly closed, the noise decreased under the level permitted during working time (85 dBA) and totalled 82-83 dB(A). In the Gače working place, where a cabin was presumably not tightly enough closed, daily loads during the whole working time totalled from 88 to 90 dB(A). On the supposition that a cabin were closed for half of the time, the mean loads of the operator in Radovna would be about 86 and in Gače about 88 dB(A), which is above the permitted limits. Consequently, it is strongly recommended to operators to use sound absorbers at least during a full load transportation.

The frequency analyses of noise intensity (graph 1) showed that the noise in idling did not exceed the NR 70 standard curve and in load drive it exceeded the NR85 in a broader frequency range between 250 and 1000 Hz. It also exceeded NR 90, at a frequency of 500 Hz at the most. A comparison of noise distribution by intensity with permitted limits for the noise with interruptions (graphs 2 and 3), however, shows that the operator's load with this type of noise was too great only in the Gače working place with a cabin insufficiently closed. Due to not numerous recordings or poor variability of working conditions during recording, the dependance of noise loads on various working conditions' factors: skidding distance, pilot line slope, load size could not be proven in spite of the fact that it is a common knowledge that they usually have influence on the noise intensity and especially on the time of operator's exposure to increased noise. Yet, for example, a smaller load could mean greater intensity and shorter duration of noise at the same time which indicates that the operator's load obviously remains unchanged. Presumably, greater loads do in fact mean greater noise load for the operator (graph 4). A comparison with other cable systems (table 5) shows that the operator's noise loads with the URUS III are approximately the same as with other tower cable crane systems and winches for short and middle distances and essentially lower than with classical cable cranes with stable power engines at long distance woodskidding uphill.

**VIRI**

- HLADNIK, M., 1980, Obremenjenost strojnika žičnega žerjava z ropotom pri spravilu lesa. - Diplomsko delo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- ILEŠIČ, P., 1992, Obremenjenost strojnika žičnega žerjava URUS III z ropotom pri spravilu lesa. - Seminarjska naloga, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- LIPOGLAVŠEK, M., 1981, Obremenjenost delavcev z ropotom pri spravilu lesa, - Gozd. vestnik 39,10. s 426-434
- LIPOGLAVŠEK, M., 1990, Ergonomija v gozdarstvu, - VTOZD za gozdarstvo Biotehniške fakultete, Ljubljana 165 s.
- 1980, Ergonomske značilnosti mehaničnih sredstev za spravilo lesa, IGLG - elaborat, Ljubljana 196 s.