

## OBREMENITEV SEKAČEV Z ROPOTOM

Marjan LIPOGLAVŠEK\*

### *Izvlček*

Na osmih sečiščih po vsej Sloveniji je bila z meritvami jakosti ropota ob sekačevem ušesu ugotovljena njegova obremenitev z ropotom pri delu z novimi in rabljenimi motornimi žagami pretežno Husqvarna. K dnevnim obremenitvam:  $L_{eqv}=96-100$  dB(A) največ prispeva ropot med delovnimi postopki z motorno žago, zlasti med kleščanjem. Sekači so v povprečju 25% delovnega časa preobremenjeni z ropotom, tudi če ga primerjamo z dopustnimi mejami za ropot s prekinitvami (ISO 85). Rabljene motorke povzročajo povprečno za 0,7 dB(A) večje dnevne obremenitve kot nove motorke istega tipa.

*Ključne besede: obremenitev z ropotom, sekač, starost motornih žag*

## NOISE LOAD OF LUMBERMEN

### *Abstract*

On eight working places in Slovenia the noise-load of lumbermen working with new and with used motorsaws was investigated by measurements of noise-level near their ears. The most important contribution to the noise-load:  $L_{ekv}=96-100$  dB(A) comes from work-elements with motorsaw, mostly from delimiting. Lumbermen are overloaded with interrupted noise during 25% of working time (ISO 85). A used motorsaw is causing for 0,7 dB(A) more noise-load as a new-one.

*Key words: noise load, lumberman, chain saw, duration of use*

---

\* dr., dipl. inž. gozd., redni profesor, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

## KAZALO

1	UVOD .....	169
1.1	Dosedanje raziskave obremenitev sekačev.....	169
2	METODE RAZISKAVE.....	171
3	REZULTATI RAZISKAVE .....	174
3.1	Delovne razmere in obseg meritev .....	174
3.2	Ropot motornih žag pri testnem merjenju.....	177
3.3	Obremenitev sekačev z ropotom .....	179
3.3.1	Nihanja in srednje vrednosti ekvivalentne jakosti ropota .....	179
3.3.2	Obremenitev med delom z motorno žago.....	185
3.3.3	Odvisnost obremenitev sekačev od ropota motorke.....	188
3.3.4	Dnevne obremenitve sekačev .....	191
3.4	Starost motornih žag in ropot.....	197
4	POVZETEK .....	201
	ZUSAMMENFASSUNG.....	203
	VIRI .....	207

## 1 UVOD

Zaradi visoke jakosti ropota, ki ga povzročajo motorne žage, je obremenitev sekačev z ropotom pomemben škodljivi dejavnik delovnega okolja v gozdarstvu. Ob spreminjanju tehnologije pri sečnji in zamenjevanju tipov motornih žag se spreminjajo tudi obremenitve delavcev. Podatki o poklicnih obolenjih v gozdarstvu kažejo, da je med gozdnimi delavci vse več naglušnosti. Ropot postaja torej pomemben povzročitelj okvar zdravja sekačev. Da bi v bodoče lahko izvajali ustrezne varstvene ukrepe, smo v tej raziskavi proučevali skupno obremenitev sekačev z ropotom, prispevek posameznih delovnih postopkov k skupni obremenitvi, odvisnost obremenitve od lastnosti motorne žage, zlasti njene starosti oz. dosedanjega trajanja uporabe. Predvsem skušamo odgovoriti na vprašanje: kolikšne so obremenitve sekačev pri uporabljeni sedanji tehnologiji pri sečnji in kako starost motorke vpliva nanje.

Raziskavo je v okviru razvojno raziskovalnega projekta Razvoj tehnologije pridobivanja gozdnih lesnih proizvodov financiralo Ministrstvo za znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Projekt sofinancira tudi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Raziskavo smo opravili na Gozdarskem oddelku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Pri njej so poleg avtorja sodelovali še tehnični sodelavec Jure Pokorn in asistent Igor Potočnik. Pri organizaciji raziskav na gozdnih gospodarstvih Bled, Tolmin, Postojna, Celje, Kranj in Ljubljana so nam pomagali tamkajšni gozdarski strokovnjaki. Potrpežljivo in zavzeto so sodelovali tudi delavci sekači povsod, kjer smo merili njihovo obremenitev z ropotom. Vsem prav lepa hvala.

### 1.1 Dosedanje raziskave obremenitev sekačev

O ropotu motornih žag je znanih veliko podatkov, saj skoraj vsak nov tip motorne žage testirajo preizkuševalne postaje in inštituti. Takorekoč v laboratoriju izmerijo ropot motorke 70 cm od nosilnega ročaja oziroma ob ušesu delavca pri treh stanjih obratovanja, in sicer pri prostem teku, pri prežagovanju in pri polnem plinu brez obremenitve. Nastavitev vrtljajev motorja je pri tem natančno

določena. V preglednici 1 navajam nekatere rezultate takih testiranj za tiste tipe motornih žag, ki so bili uporabljeni pri naši raziskavi.

*Preglednica 1: Ropot motornih žag pri testiranju*

Table 1: Noise level of tested motorsaws

Tip motorne žage	Ropot dB(A)			Preizkuševalci
	prosti tek	prežagovanje	polni plin	
Husqvarna 266 SE/SG	78	102		KWF 1982
		102	104	Uppsalla
Husqvarna 154		104	106	Uppsalla 1984
Husqvarna 254 XP SE/SG	76	102	103	KWF 1987
Husqvarna 61		103	105	Uppsalla
Jonsereds 630		102	105	Uppsalla
	76	103	103	KWF 1988
	76	104	106	IGLG 1984

O obremenitvah sekačev z ropotom pa je bilo doslej le malo raziskav. Pred leti smo v Nemčiji (LIPOGLAVŠEK 1976) pri 7 različnih tehnologijah s celodnevnimi merjenji ugotovili obremenitve sekačev z ropotom motork nemških proizvajalcev v tamkajšnjih delovnih razmerah. Očitno so se pokazali vplivi motork in načinov dela na obremenitve sekačev z ropotom. Povprečne obremenitve v delovnem času so odvisno tudi od osebnega načina dela sekača znašale od 91-103 dB(A), v produktivnem času pa od 93 do 105 dB(A). Očitno so bile odvisne od ropota motork med prežagovanjem na testu, vendar pa je ta odvisnost zaradi številnih drugih vplivov zelo ohlapna.

Kasneje je še BOMBOSCH (1988) ob proučevanju težavnosti dela posnel tudi obremenitev sekačev z ropotom pri 4 različnih načinih dela v sestojih relativno drobnega drevja, starosti 30 - 40 let. Z osmimi celodnevnimi merjenji vsakih 5 sekund je ugotovil po metodi največjih jakosti ropota (DIN 45645) naslednje obremenitve sekačev ( $L_{ekv}$ ) v delovnem času:

- izdelava prostorninskega lesa pri prvem redčenju smrekovega drogovnjaka z motorco Stihl 024 S in ročno zbiranje: 97,6 do 100,7 dB(A),

- izdelava dolgega lesa za nakladalnik pri drugem redčenju borovega drogovnjaka z motorko Stihl 034 in 024 in ročno zbiranje: 96,5 do 102,0 dB(A),
- izdelava bukovega drobnega lesa po debelni metodi v mešanem gozdu listavcev z motorko Stihl 028 : 101,5 dB(A),
- izdelava bukovega drobnega lesa po debelni metodi v bukovem sestoju kratkih debel z motorko Husqvarna 162: 101,0 dB(A).

Ugotovil je vedno izrazite dvovrhe porazdelitve ekvivalentnih jakosti ropota po jakostnih razredih širokih 1dB(A) z maksimumi pri 73-74 dB(A) (tišina) in pri 105-108 dB(A). Maksimalne trenutne obremenitve ( $L_{ekv}$  v 5 sekundah) pa so znašale 112-116 dB(A).

## 2 METODE RAZISKAVE

Obremenitev sekačev smo ugotavljali z merjenjem jakosti ropota ob njihovem ušesu med opravljanjem običajnega načina dela pri sečnji. Precizni mikrofoni Brüel et Kjaer 4165 je bil pritrjen na čelado 5 cm od desnega ušesa v višini sekačevih oči. Povezan je bil s kablom z merilnikom ropota Brüel et Kjaer 2231, ki ima vgrajen tudi digitalni pomnilnik. Merilnik je nosil sekač v posebej za ta instrument narejenem nahrbtniku (šolski torbi) s prozornim oknom, da je mogoče tudi med merjenjem kontrolirati njegovo delovanje. Pomnilnik je izdelan tako, da lahko v 99 poljubno dolgih časovnih intervalih zabeleži po 10 podatkov o ropotu v vsakem intervalu.

Merilnik smo programirali tako, da so bila obdobja merjenja dolga po 30 sekund. Območje merjenja je bilo nastavljeno od 50 do 125 dB, jakost ropota je bila frekvenčno tehtana z občutljivostjo človekovega ušesa skozi filter A, časovno integriranje je bilo nastavljeno na "hitro" (fast), prostorsko zajemanje ropota pa je bilo "s čela" (frontal), saj je bil mikrofoni na čeladi usmerjen proti glavnemu viru ropota: motorki, pa tudi odbojev ropota je na prostem relativno malo. Za vsak interval je pomnilnik poleg številke, časa in trajanja intervala zabeležil trenutne konice ropota, maksimalno in minimalno raven ropota, velikost in časovni delež ropota zunaj merjenega območja (nad in pod njim), ekvivalentno

jakost ropota ( $L_{ekv}$ ) in raven izpostavljenosti ropotu (SEL), oboje v skladu z IEC 804. Ker je bilo treba pomnilnik pred naslednjim merjenjem vedno odčitati, smo za beleženje teh podatkov izdelali poseben snemalni list.

Vsak delovni dan smo jakost ropota merili le v dveh časovnih obdobjih, od katerih je vsako trajalo od 95 do 97 intervalov po 30 sekund, oziroma okoli 48 minut. Med enim in drugim merjenjem smo porabili približno eno uro za prečitanje 96 x 10 podatkov in medtem so sekači običajno tudi malicali. V posnetem času je bilo le malo odmorov in zastojev, tako da je močno prevladoval produktivni čas. Tudi prizadevanje delavcev v času merjenja je bilo veliko, tako da lahko rečemo, da smo merili ropot med produktivnim časom sečnje in izdelave.

Dejavnost sekača med merjenjem jakosti ropota smo v začetku spremljali s štoparico po kontinuirni metodi in trajanje zapisali v poseben snemalni list. Pri večini merjenj ropota pa smo dejavnost sekača spremljali z video kamero Sony CCD V90E, z vgrajeno digitalno uro s sekundami. Kasneje smo s spremljanjem posnetka določili trajanje posameznih delovnih postopkov. Trajanje delovnih postopkov in tudi podroben opis okoliščin in morebiten komentar delovnih razmer smo spet vpisali v enak snemalni list. Tako smo kasneje pri obdelavi podatkov za vsak interval snemanja ropota (30 sek) lahko določili prevladujoči delovni postopek v časovnem intervalu. Spremljanje s kamero ima to prednost, da je natančnejše, saj lahko kasneje posnetek večkrat zavrtiš ali ustaviš in tako natančneje ob spremljanju sekačevih gibov določiš časovne meje med delovnimi postopki oziroma elementi dela. Z merjenjem dimenzij (premera in dolžine) izdelanih sortimentov: hlodov in drobnega okroglega lesa smo ugotavljali tudi sekačeve učinke med posnetim časom. Zabeležili smo tudi čas začetka dela pri vsakem drevesu, da bi lahko tudi učinek povezali z ostalim snemanjem. Podatke smo beležili na poseben snemalni list, ki smo ga izdelali že za druge raziskave (težavnost dela). Prav tako smo na četrti snemalni list zabeležili vse podatke o delovnih razmerah, o sekaču in o načinu dela. Tudi tega smo prevzeli iz predhodnih raziskav.

Vsak dan snemanja smo izmerili pri treh stanjih obratovanja, podobno kot to naredimo pri testiranju motorke, jakost ropota ob sekačem ušesu. Merili smo najmanj 5 trenutnih vrednosti jakosti ropota med prostim tekom in med polnim plinom brez obremenitev motorke, tako, da je sekač držal motorko v rokah. Merili smo še ropot med prežagovanjem oziroma odžagovanjem kolobarjev na dolžini letve primerno debelem kosu lesa. Ropot smo okularno odčitali na merilniku tedaj, ko je bila letev približno na sredini prereza. Števila vrtljajev motorja pri tem nismo kontrolirali. Tudi vse druge meritve jakosti ropota smo naredili pri nastavitvah motork (vplinjačev), kot so jih nastavili sekači sami. Da bi dobili čim bolj natančno sliko sekačevih obremenitev z ropotom, nismo ničesar spreminjali.

Na vsakem sečišču smo snemali z istim delavcem ropot dva delovna dneva: en dan z novo, manj rabljeno motorko in drugi dan s staro že dalj časa rabljeno, pa vendar brezhibno, dobro vzdrževano motorko. Na ta način smo skušali ugotoviti, kako obrabljenost motorke vpliva na obremenitve sekačev z ropotom.

Obdelava zbranih podatkov je potekala tako, da smo najprej vnesli v računalnik (v programu dBase) vse podatke iz pomnilnika. Poleg teh podatkov smo v datoteko vnesli še trajanje meritev do konca vsakega zabeleženega intervala in šifro prevladujočega delovnega postopka. V izpisu vseh podatkov smo lahko odkrili morebitne napake. Čeprav so bili med podatki tudi taki, kjer je bil ropot le kratek čas nad merilnim območjem in taki, kjer je bil ropot tudi dalj časa pod spodnjo mejo 50 dB(A) merilnega območja, smo vse intervale upoštevali pri nadaljnji obdelavi ekvivalentnih jakosti ropota. S tem narejena napaka je bila minimalna, ker so prekoračitve območja nad 125 dB(A) le zelo redko nastopale. Morda so bile napake nekaj večje tedaj, ko je bil ropot velik del intervala pod 50 dB(A), za izračun ekvivalentne jakosti pa je inštrument privzel, da je ves čas ropot jakosti najmanj 50 dB(A). Ker pa nizke jakosti le neznatno zmanjšujejo izračunano ekvivalentno jakost, tudi tu napaka ni velika. Sicer pa je ropot okolja med tišino v gozdu med 30 in 40 dB(A).

Za vsako merjenje jakosti ropota ob sekačevem ušesu (okrog 48 minut), smo izračunali srednjo ekvivalentno jakost po posameznih posnetih delovnih postopkih in za ves posneti čas skupaj (SPSS program). Posamezen časovni interval (30 sek.) smo uvrstili v določeno skupino delovnih postopkov po pretežnosti dejavnosti sekača v njem. Tako nekaterih kratkih elementov dela nismo mogli posebej proučiti (npr. včasih krojenje, obračanje, kratki fiziološki oddihi).

Za ekvivalentno jakost ropota smo izračunali porazdelitve ropota ob sekačevem ušesu po jakostnih razredih širokih 2,5 dB(A), razen najnižjega od 50-60 dB(A), ki je bil širok 10 dB(A). Za te porazdelitve smo s programom Chart izračunali in izrisali relativne kumulativne frekvenčne porazdelitve za posamezna osnovna snemanja in za vrsto različnih njihovih seštevkov. Prav tako s programom Chart smo izračunali še regresijske odvisnosti med obremenitvami sekačev med delovnimi postopki in ropotom žag na "testiranju". Še z drugimi grafičnimi prikazi smo iskali odvisnosti jakosti ropota in obremenitve sekačev z njim od starosti motornih žag.

### 3 REZULTATI RAZISKAVE

#### 3.1 Delovne razmere in obseg meritev

Meritve jakosti ropota in obremenitev sekačev z njim smo opravili z osmimi sekači na deloviščih po vsej Sloveniji. Običajno je sekač delal z obema proučevanima motorkama tudi v istem sečišču, vedno pa z enako metodo dela. Metode dela so bile povsod podobne. Pri iglavcih je šlo za tim. švedsko rikleo metodo, ko sekač med kleščenjem z vzmetnim metrom tudi že meri dolžino sortimentov. Razlike med sečišči so bile predvsem v stopnji vzdrževanja gozdnega reda: od majhnega do popolnega - pa tudi nekoliko v dolžini sortimentov: sortimenti ali dolgi les. Pri sečnji bukovine je bila metoda dela sortimentna s krojenjem po napakah in z izdelovanjem goli za prostorninski les, pa brez izdelovanja ali pospravljanja vej iz krošnje. Nekatero podatke o sečiščih prikazujemo v preglednici 2. Razvrstili smo jih v tri skupine:



- sečnja v mešanih gozdovih na visokem Krasu,
- sečnja v smrekovih sestojih na alpskem področju,
- sečnja bukovine.

Vsi sestoji so bili debeljaki, v katerih so izvajali svetlitvena redčenja ali končni posek na manjših površinah. Povprečne ocenjene razdalje med odkazanimi drevesi so bile od 3 do 20 m. Nagibi terena so bili blagi, razen pod Storžičem in na Idrijskem v sečišču v Beli.

*Preglednica 2: Sečišča pri merjenju obremenitev z ropotom*

Table 2: *Cutting places in measurements of noise-load*

Gozdni obrat	Sečišče	Sestoj	Nagib terena %	Razdalja med drevesi m	Gozdni red
Bukovje Snežnik Vrhnlka	Stara menza Korita Pokojišče	sm,je,bu db, je,sm db (bu) je,sm db,(bu,ja)	vrtače vrtače 5-15	10 5 5-20	popolni popolni brez g. reda
Preddvor Pokljuka Vltanje	Kozji vrh Kranjska dolina Rakovec	sm,ma db(bu) sm db sm db	50 0-10 5-10	3 10-15 8	popolni popolni popolni
Idrija Litija	Tisovec, Bela Reka	bu,ja db (bu) bu db (bu)	15, 30 12-15	10 3-5	brez g. reda brez g. reda

Velikost drevja in sortimentov po sečiščih je bila različna. Tudi učinki sekačev so bili med snemanji različni, vendar večinoma veliki (preglednica 3). Med motornimi žagami so močno prevladovali motorke Husqvarna 266 SE in SG, snemali pa smo še delo z nekaterimi drugimi tipi motork Husqvarna. Na sečišču pod Storžičem na obratu Preddvor smo posneli motorco Jonsereds 630. Motorke so bile večinoma opremljene z letvami Oregon s povratnim kolescem: zvezdo dolžine 45 cm (razen na Rakovcu - 32 cm) in varnostnimi verigami z oglatimi rezilnimi zobmi in navzgor podaljšano spojno ploščico.

Kot rečeno, so bile v rabi zelo različno dolgo časa. Kjer je bilo le mogoče, so nam sodelavci na gozdnih gospodarstvih zbrali podatke o njihovi dotedanji uporabi: normaure in izdelane količine lesa (v m<sup>3</sup>). Podatke o motorkah prikazujemo v preglednici 4.

Snemanje sečnje iglavcev smo opravili v letni sečnji, bukovine pa jeseni in spomladi. Snemali smo večinoma v dveh zaporednih dneh ali pa tudi z daljšim presledkom vsak dan po dve obdobji po okrog 48 minut Vremenske razmere so morale biti med snemanjem ropota ugodne, ker so inštrumenti občutljivi na dež in mraz. Sekači, ki so sodelovali pri raziskavi, so bili večinoma izkušeni sekači z daljšimi internimi tečaji za sekača. V preglednici 5 navajamo nekatere njihove lastnosti (telesna višina lahko vpliva na obremenitev z ropotom), delovne izkušnje in strokovno izobrazbo.

Preglednica 3: Velikost drevja in sortimentov med snemanjem ropota  
Table 3: Trees and assortments size in measurements of noise-load

Gozdni obrat	Izdelki	Srednji volumen drevja		Srednji volumen sortimenta		Učinek		Povprečni učinek na prod. uro m <sup>3</sup>
		1. dan m <sup>3</sup>	2. dan m <sup>3</sup>	1. dan m <sup>3</sup>	2. dan m <sup>3</sup>	1. dan m <sup>3</sup>	2. dan m <sup>3</sup>	
Bukovje	mnogokratniki	1,88	3,49	0,85	0,87	7,53	10,47	5,65
Snežnik	mnogokratniki	1,04	0,98	0,43	0,27	9,39	5,85	5,36
Vrhnlka	dvokratniki	2,75	2,82	0,97	0,83	16,51	14,10	9,61
Preddvor	sortimenti	1,66	4,39	0,35	0,55	6,62	8,77	4,80
Pokljuka	dvokratniki	1,15	1,39	0,41	0,43	5,75	5,55	3,55
Vitanje	mnogokratniki	1,06	1,85	0,32	0,53	9,56	11,10	6,46
Idrija	sort. in dolgi les	1,79	1,34	0,36	0,40	21,45	13,43	10,87
Litija	sortimenti	1,80	1,29	0,32	0,30	12,60	10,35	7,19

Preglednica 4: Tipi motork v raziskavi in njihova dotedanja uporaba  
Table 4: Types of motorsaws in the research and time of their use

Gozdni obrat	Tip motorke	Starost		Normaure		Izdelani sortimenti	
		1. dan	2. dan	1. dan N ur	2. dan N ur	1. dan m <sup>3</sup>	2. dan m <sup>3</sup>
Bukovje	Husq. 266 SE	7-8 let	1 mes.	7227	~160	12 162	
Snežnik	Husq. 266 SE	6 let	1 mes.	4730	127	7 074	~100
Vrhnlka	Husq. 266 SE	7 mes.	7 let			1 436	~10 000
Preddvor	Jonsered 630	1,5 let	6 let	1778		2 362	
Pokljuka	Husq. 266 SG	3 leta	1 leto	3984	980	3 818	1 649
Vitanje	Husq. 254 SG(XP)	4 leta	1 leto			5 408	585
Idrija	Husq. 266 SE (SG)	1,5 let	6 let				
Litija	Husq. 61 FF(266)	2 mes.	5 let			~400	

## Preglednica 5: Lastnosti sekačev v raziskavi ropota

Table 5: Characteristics of lumbermen in the research of noise-load

Sekač	Starost let	Delovni staž		Telesna		Strokovna izobrazba za sekača
		skupni let	kot sekač let	višina cm	teža kg	
P. A.	49	34	19	172	73	3x3 mes.
M. A.	41	23	5	183	71	3 tedne
M. J.	31	15	10	178	78	3 tedne
P. T.	41	21	3	172	90	2 tedna
D. I.	52	31	31	172	90	1 teden
L. C.	43	27	27	183	98	3x3 mes.
S. S.	50	33	29	179	100	3 tedne
Z. M.	31	13	10	179	95	2x6 mes.

## 3.2 Ropot motornih žag pri testnem merjenju

Podobno kot to delamo pri testiranju motorke, smo za vse motorke v raziskavi kar v sečiščih izmerili ropot ob sekačevem ušesu med prostim tekom, prežagovanjem in med polnim plinom brez obremenitve motorke. Ker so bile že različen čas v uporabi, pa tudi, ker nismo mogli meriti na ravnem terenu brez ovir, kot to predpisuje standard za testiranje, so izmerjene jakosti različne od tistih, ki so jih izmerili na testiranju. Večinoma so bistveno večje od tistih, ki so jih izmerili v preizkuševalnih inštitutih (102-103 dB(A) - preglednica 1). Motorke istega tipa so zato tudi povzročale različen ropot. Tudi razdalja med mikrofonom in motorke ni bila vedno natančno 70 cm. Kljub vsemu smo dokaj dobro ugotovili lastnost vsake motorke v raziskavi glede emisije ropota. Zdi se, da predvsem nastavitve vplinjača vpliva na ropot motorke. Zlasti ropot pri polnem plinu brez obremenitve je bil pogosto zelo visok glede na ropot med prežagovanjem. Razlike 6 ali celo 7 dB(A) so posledica napačne nastavitve motorke. Pri motorkah, kjer polni plin pri neobremenjeni motorke nekako zaduši motor in je ropot manjši kot pri prežagovanju, tudi lahko iščemo vzrok v nastavitvi motorke. Najnovejše motorke pa že imajo regulator, ki ne dovoli, da bi motor ušel v visoke obrate, ko se že zmanjšuje njegova moč. V preglednici 6 prikazujemo rezultate teh meritev. Prikazana povprečja so

izračunana iz 5 do 10 posameznih okularno odčitanih meritev. Razlike med odčitki so bile manjše od 3 dB(A).

*Preglednica 6: Ropot raziskanih motork pri testnem merjenju*

Table 6: Noise level of investigated motorsaws by testing

Gozdni obrat	Tip motorke	Novejše motorke Ropot dB(A)			Starejše motorke Ropot dB(A)		
		Prosti tek	Prežagovanje	Polni plin	Prosti tek	Prežagovanje	Polni plin
Bukovje	Husqvarna 266 SE	72,4	103,9	101,1	77,6	102,7	100,1
Snežnik	Husqvarna 266 SE	85,1	105,6	112,8	86,7	108,3	108,9
Vrhnika	Husqvarna 266 SE	80,5	101,9	107,5	78,2	104,3	105,6
Preddvor	Jonsereds 630	79,6	105,0	111,5	75,8	105,6	112,3
Pokljuka	Husqvarna 266 SG	75,0	104,6	108,5	75,3	104,4	106,6
Vitanje	Husq. 254 XP (SG)	81,3	99,6	106,8	76,8	101,1	103,3
Idrija	Husq. 266 SE (SG)	80,6	102,3	108,3	76,7	105,4	109,9
Litija	Husq. 61 FF (266)	80,9	95,9	102,5	74,1	97,4	100,0

Med prostim tekom se giblje ropot uporabljenih motork od 72 do 87 dB(A). Obe motorki na obratu Snežnik sta torej že med prostim tekom presegli jakost ropota 85 dB(A), ki že lahko okvari sluh, vse druge pa so bile pod to mejo. Pri prežagovanju med osmimi novjšimi motorkami tri, med rabljenimi pa že pet presega še sprejemljiv, znosen ropot 104 dB(A). Ropot med polnim plinom je bil pri novjših motorkah izmerjen za 4 - 7 dB(A) više kot pri prežagovanju. Razlike so velike, saj pri testiranju novih motork običajno ne znašajo več kot 3 dB(A), kar je že podvojitev jakosti ropota. Pri naših rabljenih motorkah pa so bile te razlike manjše kot pri novjših in so znašale 1 - 2 dB(A), izjemoma pa 4 - 6 dB(A). Ena motorka je bila celo bolj tiha med polnim plinom kot med prežagovanjem. Iz starejših raziskav (LIPOGLAVŠEK 1976) vemo, da je povezanost med ropotom pri prežagovanju na testu in obremenitvijo sekača z ropotom največja. Posebej izstopa merjenje ropota na sečišču Litija - Reka, ki je zelo nizko, kjer je izmerjeni ropot med prežagovanjem daleč pod magično mejo 100 dB(A). Čeprav izmerjene obremenitve med delom ne kažejo tolikšnega odstopanja od ostalih meritev, pa moramo nekoliko dvomiti o pravilnosti meritev na tem sečišču. Imeli smo nekaj težav pri

umerjanju mikrofona in priključitvi na instrument in zato moramo to meritev vzeti z rezervo.

### 3.3 Obremenitev sekačev z ropotom

#### *3.3.1 Nihanja in srednje vrednosti ekvivalentne jakosti ropota*

Obremenitev sekačev je odvisna od jakosti ropota med posameznimi delovnimi postopki in od trajanja sekačeve izpostavljenosti tem različnim jakostim. Trajanje posameznih delovnih postopkov z različnim ropotom se zelo spreminja glede na delovne razmere, tehnologijo dela in način dela posameznika. Zato se lahko spreminja tudi obremenitev sekačev z ropotom. Tudi na jakost ropota ob delavčevem ušesu lahko vpliva poleg motorke še razdalja med ušesom in motorco med delom (kleščanje v višini glave npr.), vrsta lesa, različno pritiskanje in spuščanje petelina za plin in podobno, torej spet delovne razmere in tehnologija dela.

Proučevali smo nihanja jakosti ropota ob sekačevem ušesu, predvsem pa srednjo obremenitev ali ekvivalentno jakost ropota v različnih časovnih obdobjih. Pri tem smo osnovni interval snemanja 30 sekund v celoti uvrstili v enega izmed delovnih postopkov po pretežnosti pojavljanja v tistem intervalu. Delovni postopki, krajši od 15 sekund, pri tem niso bili upoštevani. Ropot je med vsakim snemanjem nihal od vrednosti pod 50 dB(A) do kratkotrajnih konic nad 125 dB(A). Preseganja mernega območja so bila kratkotrajna, saj so v vsem posnetem času (95-96 minut na dan) znašala le od 0 do 4 sekunde in le izjemoma 12 sekund (sečišče Snežnik). Tudi obdobja ropota pod 50 dB(A) so bila kratkotrajna, pojavljala so se ob zastojih zaradi merjenja na začetku in koncu mernega intervala in med ročnim delom. V posameznih posnetih dneh so trajala skupaj le 1-9 minut, zato so tudi izračunane srednje obremenitve sekačev v produktivnem času v posneti tehnologiji dela relativno visoke (preglednica 7). Razlike v ekvivalentnih jakostih ropota za ves produktivni čas so med dvema obdobjema snemanj istega dne (po 48 minut) relativno majhne: večinoma pod 1 dB(A), kolikor znaša tudi natančnost merilnih inštrumentov. Za posamezen delovni

postopek pa so te razlike lahko zelo velike, tudi do 30 dB(A), zlasti če je trajal le kratek čas. Primer posnetega ropota v enem oziroma dveh obdobjih je prikazan na grafikonu 1. Prikazana je ekvivalentna jakost ropota, konice jakosti in najmanjše jakosti, razen tistih pod 50 dB(A). Vidimo, da so nihanja zelo velika in pogosta, vendar se ekvivalentna jakost ropota takrat, ko motorka dela, vedno giblje okrog 100 dB(A). Izračunana srednja vrednost (aritmetična sredina -  $L_{ar}$ ) ekvivalentne jakosti pa je vedno močno odvisna od trajanja delovnih postopkov, med katerimi ni ropota. Obremenitev sekačev ( $L_{ekv}$ ) je seveda višja kot le aritmetična sredina ekvivalentnih jakosti 30-sekundnih intervalov ( $L_{ar}$ ). Zabelčzene so tudi dejavnosti (elementi dela) med snemanjem. Dejavnosti so prikazane kot številske vrednosti (kodirane).

Prikaz v večjem merilu (grafikon 1) pokaže, da ropot tudi med uporabo motorke močno niha, saj je v 30-sekundnih intervalih zelo različen delež efektivnega časa motorne žage in s tem največjega ropota.

Iz ekvivalentnih jakosti ropota za vse intervale po 30 sekund, razporejene po delovnih postopkih smo izračunali srednjo ekvivalentno jakost, ki jo prikazujemo v preglednici 7. Za izračun skupne obremenitve v posnetem pretežno produktivnem času moramo poznati časovno sestavo po delovnih postopkih (preglednica 8).

Delovni postopki, med katerimi sekač žaga z motorno žago (podiranje, kleščenje, prežagovanje) v sedanji tehnologiji, oziroma med našimi snemanji obsegajo velik del produktivnega časa: od 60-83 % in zato najmočneje vplivajo na obremenitev sekača z ropotom.

Iz jakosti ropota v delovnih postopkih in iz njihove časovne sestave smo izračunali tudi obremenitve sekačev z ropotom po delovnih postopkih in treh področjih našega snemanja: Kras, Alpe in listavci (preglednica 9).

Preglednica 7: Obremenitve sekačev z ropotom po delovnih postopkih  
 Table 7: Noise load of lumbermen during work operations

Dan Sečišče		Motorka	Obremenitve sekačev - $L_{ekv}$ - dB(A) - med delovnimi postopki					
			Prehod	Gozdred	Podiranje	Kleščenje	Kroje-nje	Prežaganje
Bukovje	2 nova		86,8	75,0	100,7	100,4	99,3	101,2
	1 stara		89,0	81,3	98,9	99,1	99,3	98,1
Snežnik	2 nova		94,0	89,2	102,2	104,2	100,4	100,5
	1 stara		92,2	89,3	107,5	105,2	106,1	105,6
Vrhnika	1 nova		93,4	77,8	101,6	102,1	100,0	100,2
	2 stara		91,8	101,2	101,1	102,1	100,1	100,5
Preddvor	1 nova		89,6	87,4	99,4	99,7	94,6	99,5
	2 stara		93,0	63,6	101,5	102,2	100,4	102,1
Pokljuka	2 nova		86,2	59,5	100,3	103,0	100,0	102,6
	1 stara		69,5	61,0	98,5	101,7	95,8	99,2
Rakovec	2 nova		93,9	86,0	101,5	98,8	98,3	98,8
	1 stara		89,7	85,9	98,3	98,2	97,4	97,6
Idrija	1 nova		92,2		101,2	100,5		100,8
	2 stara		94,5		103,7	101,6		102,2
Littja	1 nova		93,6		100,3	100,0	(77,3)	99,4
	2 stara		94,6		100,0	101,0		100,6

Dan Sečišče		Motorka	Obremenitve sekačev - $L_{ekv}$ - dB(A) - med delovnimi postopki				
			Obra- čanje	Sproš- čanje	Vzdrževanje motorke	Zas- tojl orodja	Ves p. čas
Bukovje	2 nova				52,4	99,9	99,9
	1 stara				100,9	97,9	96,2
Snežnik	2 nova				61,2		64,0
	1 stara						89,0
Vrhnika	1 nova		91,8		89,0		92,9
	2 stara				68,8		88,2
Preddvor	1 nova			97,6			92,3
	2 stara						66,4
Pokljuka	2 nova		69,8	102,5			88,6
	1 stara		90,0				92,8
Rakovec	2 nova		95,6				81,6
	1 stara		70,0	100,6	70,1		78,2
Idrija	1 nova						71,8
	2 stara						89,7
Littja	1 nova				63,1		89,0
	2 stara				72,5		95,2

**Preglednica 8: Sestava časa med snemanjem ropota v % posnetega časa**

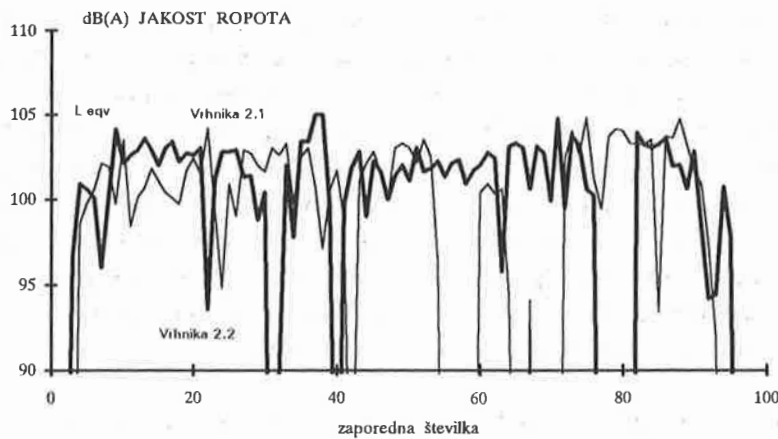
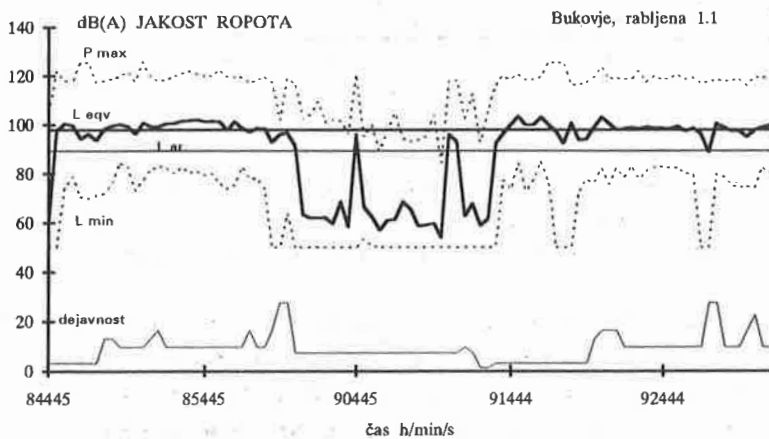
Table 8: Work time-structure during measurements of noise-load

Sečišče	Motorka	% posnetega časa						
		Prehod	Gozdred	Podiranje	Kleščenje	Kroje-nje	Prežagovan.	Obračanje
Bukovje	2 nova	6,2	9,4	22,4	48,0	4,2	7,8	
	1 stara	4,7	30,4	13,1	38,3	2,1	7,8	
Snežnik	2 nova	8,1	12,5	10,1	38,9	4,0	1,3	
	1 stara	5,2	29,2	12,0	34,9	7,8	7,8	
Vrhnika	1 nova	4,2	0,5	17,8	47,1	5,8	13,1	0,5
	2 stara	5,8	1,0	12,6	65,5	2,1	2,6	
KRAS	nova	6,2	11,1	16,8	44,6	4,7	7,4	0,2
	stara	5,2	20,2	12,6	46,2	4,0	6,1	
Preddvor	1 nova	5,2	21,8	12,4	37,9	1,0	17,6	
	2 stara	2,6	13,0	16,7	43,7	2,1	21,4	
Pokljuka	2 nova	3,7	21,5	14,7	50,2	2,1	3,7	0,5
	1 stara	3,7	17,3	16,2	48,2	3,7	5,2	3,1
Rakovec	2 nova	3,1	25,0	16,1	43,7	4,2	4,7	1,6
	1 stara	5,7	22,4	14,1	39,1	5,2	6,8	1,0
ALPE	nova	4,0	22,8	14,4	43,9	2,4	8,7	0,7
	stara	4,0	17,5	15,7	43,6	3,7	11,1	1,4
Idrija	1 nova	16,1		19,2	49,1		10,9	
	2 stara	9,9		16,1	51,6		8,9	
Litija	1 nova	7,8		28,5	26,4	(2,6)	27,5	
	2 stara	6,8		24,2	35,8		17,9	
LIS-TAVCI	nova	12,0		23,8	37,8	1,3	19,2	
	stara	8,4		20,2	43,7		13,4	

Sečišče	Motorka	% posnetega časa			min. Posneti čas
		Sproščanje	Vzdrževanje motorke	Zas-tojl orodja	
Bukovje	2 nova		1,0	1,0	96,0
	1 stara		0,5	2,6	95,5
Snežnik	2 nova		12,1	2,0	74,5
	1 stara			3,1	96,0
Vrhnika	1 nova		6,8	4,2	95,5
	2 stara		2,6	7,8	95,5
KRAS	nova		6,6	2,4	266
	stara		1,0	0,2	287
Preddvor	1 nova	3,1		1,0	96,5
	2 stara			0,5	96,0
Pokljuka	2 nova	1,0		2,6	95,5
	1 stara			2,6	95,5
Rakovec	2 nova			1,6	96,0
	1 stara	0,5	2,1	3,1	96,0
ALPE	nova	1,4		1,7	288
	stara	0,2	0,7	2,1	287,5
Idrija	1 nova			4,7	96,5
	2 stara			13,5	96,0
Litija	1 nova		0,5	6,7	96,5
	2 stara		10,5	4,7	95,0
LIS-TAVCI	nova		0,2	5,7	193
	stara		5,2	9,1	191

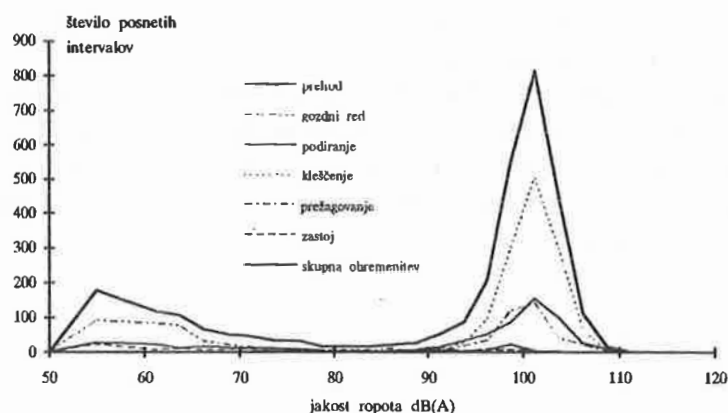


Podobno, kot nam kažejo srednje izračunane ekvivalentne jakosti ropota, nam tudi porazdelitve jakosti ropota ( $L_{ekv}$ ) v časovnih intervalih po 2,5 dB(A) širokih jakostnih razredih povedo, da delovni postopki in drugi elementi dela različno veliko prispevajo k delavčevi obremenitvi z ropotom. Delovne postopke produktivnega časa, ki smo jih, kot je bilo že povedano, pretežno zajeli v naša merjenja, lahko razdelimo v dve izraziti skupini: v hrupne in tihe.



**Grafikon 1:** Ekvivalentna jakost ropota med obdobji snemanja (po 48 minut ali 96 intervalov)

**Graph 1:** Equivalent noise level during recording time (48 minutes or 96 intervals)



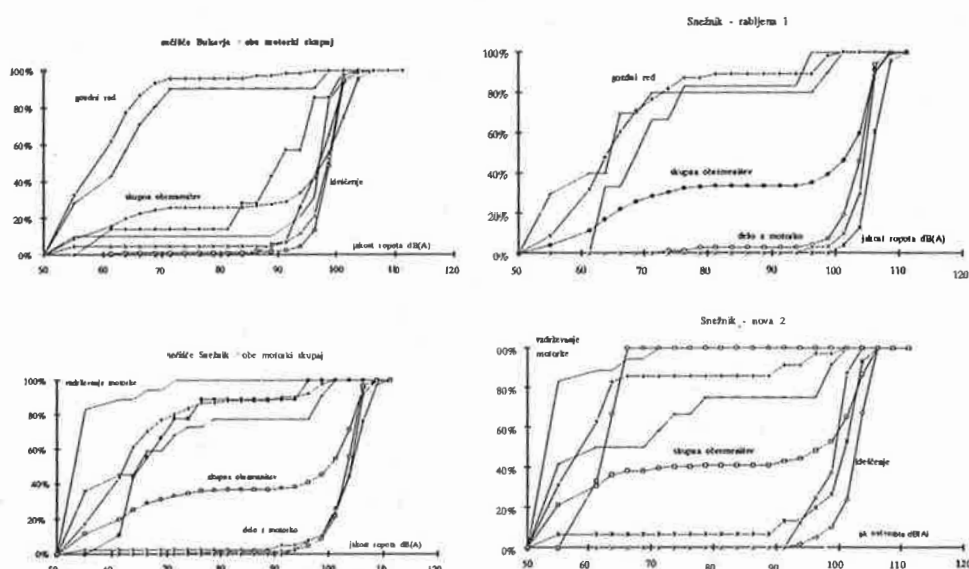
**Grafikon 2:** Porazdelitev ekvivalentnih jakosti ropota za vse posnete dneve skupaj

*Graph 2: Distribution of equivalent noise-level in all recorded days*

Če gledamo porazdelitve ropota za vsa naša snemanja (grafikon 2), so hrupni delovni postopki tisti z ekvivalentno jakostjo ropota nad 90 dB(A) in tihi tisti z ropotom pod 70 dB(A). Porazdelitev jakosti ropota je izrazito dvovrha, kjer tihi postopki produktivnega časa trajajo znatno manj časa kot hrupni, zato tudi ne vplivajo veliko na skupno sekačevo obremenitev z ropotom. Obremenitev sekačev z ropotom je največja med kleščenjem, podiranje in prežagovanje skupaj s krojenjem pa prispevata približno enako k skupni obremenitvi sekača, če upoštevamo vsa naša snemanja skupaj. Med tihimi delovnimi postopki traja najdlje časa vzdrževanje gozdnega reda, ki pa je fizično zelo težavno za sekača. Preostali delovni postopki pa so le redko trajali večji del snemanih polminutnih časovnih intervalov. Nekaj ropota nastane še med sproščanjem dreves in med objektivnimi zastoji. V posnetem času najpogosteje nastopa sekačeva obremenitev med 100 in 102,5 dB(A).

Grafikoni relativnih kumulativnih porazdelitev po posameznih dnevih in sečiščih pokažejo, da je ekvivalentna jakost ropota med delovnimi postopki z motorno žago nekoliko v levo asimetrična (zaradi kratkih prekinitev ropota) relativno ozka normalna porazdelitev. Le razporeditev ropota, ali boljše tišine, med dalj časa trajajočim

vzdrževanjem gozdnega reda, je podobna raztegnjeni normalni porazdelitvi. Za vse druge delovne postopke v našem posnetem času pa velja, da se ropot pojavlja zelo nepravilno, saj nastaja le poredko in kratek čas. Iz kumulativnih porazdelitev so očitne tudi razlike med posameznimi dnevi snemanja, med novimi in rabljenimi motorkami oziroma med posameznimi sečišči (grafikon 4 in poglavja 3.3.2 in 3.3.3)



Grafikon 4: Kumulativne relativne porazdelitve ekvivalentne jakosti ropota: razlike med sečišči in motorkami

Graph 3: Cumulative distributions of noise-level: differences between cutting-places and between motorsaws

### 3.3.2 Obremenitev med delom z motorno žago

Ker so za sekačevo obremenitev z ropotom najpomembnejši delovni postopki, ko uporablja motorno žago, smo podrobneje proučili podiranje, kleščanje in prežaganje. Že preglednici 9 in 11 kažeta, da so nihanja v sekačevi obremenitvi med motorkami in sekači precejšnja in med vsemi treni delovnimi postopki zelo podobna. Povzamemo jih lahko v preglednici 10.

**Preglednica 9: Povprečne obremenitve sekačev po delovnih postopkih, skupinah meritev in starosti motork**

Table 9: Average noise-load of lumbermen in work operations, measurements groups and motorsaw's age

Motorke Del. postopek	Kras - iglavci				Alpe - iglavci			
	Nove		Rabljene		Nove		Rabljene	
	Delež časa %	Obremenitev dB(A)	Delež časa %	Obremenitev dB(A)	Delež časa %	Obremenitev dB(A)	Delež časa %	Obremenitev dB(A)
PREHOD	6	92,4	5	91,3	4	90,6	4	89,4
PODIRANJE	17	101,4	13	103,9	14	100,6	16	99,8
KLEŠČENJE	45	102,4	46	102,6	44	101,1	43	101,1
KROJENJE	5	99,9	4	104,7	2	98,5	4	97,7
PREŽAGOV.	7	100,6	6	103,0	9	100,0	11	101,1
OBRAČANJE		91,8			1	94,4	1	88,8
SPROŠČANJE					1	99,4		100,6
GOZDNI RED	11	87,7	20	88,4	23	85,1	18	82,2
VZDRŽ. mot.	7	84,3	1	93,0			1	70,0
VZDRŽ. orodja				97,9				
ZASTOJI	2	94,0	5	91,4	2	88,6	2	89,2
VES POSNETI ČAS	100	100,6	100,0	101,5	100	99,3	100	99,5

Motorke Del. postopek	Listavci				Skupaj			
	Nove		Rabljene		Nove		Rabljene	
	Delež časa %	Obremenitev dB(A)	Delež časa %	Obremenitev dB(A)	Delež časa %	Obremenitev dB(A)	Delež časa %	Obremenitev dB(A)
PREHOD	12	92,7	8	94,5	7	92,2	5	92,5
PODIRANJE	24	102,9	20	100,1	18	101,8	16	101,5
KLEŠČENJE	38	100,9	44	100,4	42	101,6	45	101,6
KROJENJE					3	99,4	3	102,6
PREŽAGOV.	19	99,8	14	101,2	11	100,1	10	101,6
OBRAČANJE						94,0		88,8
SPROŠČANJE						99,4		100,6
GOZDNI RED	(1)	77,3			13	85,9	14	86,5
VZDRŽ. mot.		63,1	5	72,5	3	84,2	2	86,7
VZDRŽ. orodja								
ZASTOJI	6	86,7	9	91,9	3	90,5	5	91,4
VES POSNETI ČAS	100	99,5	100	100,5	100	99,9	100	100,6

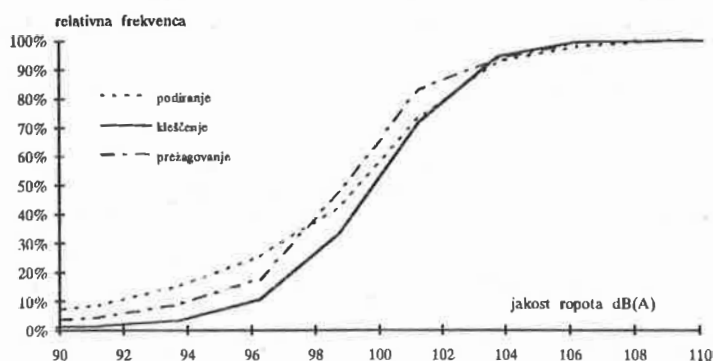
*Preglednica 10: Nihanja obremenitev med postopki z uporabo motorke med dnevi snemanja*

*Table 10: Variation of noise-load from one to another day during motorsaw's operations*

Področje dela	Ekvivalentna jakost ropota dB(A)		
	Podiranje dB(A)	Kleščenje dB(A)	Krojenje in prežagovanje dB(A)
Sečnja iglavcev na dinarskem območju	99-108	99-105	98-106
Sečnja iglavcev na alpskem območju	98-102	98-103	95-103
Sečnja listavcev	100-104	100-102	99-102

Iz teh števil ni mogoče reči, med katero od treh operacij žaganja je ropot oziroma obremenitev z njim največja. Če pa upoštevamo trajanje izpostavljenosti in porazdelitev jakosti po jakostnih razredih 2,5 dB(A) za seštevke vseh posnetih dni, razlike še vedno niso velike, vendar postane jasno (grafikon 4), da je obremenitev največja med kleščanjem (sredina porazdelitve pri 99,7 dB), najmanjša med prežagovanjem (98,7), med podiranjem drevja pa nekje vmes (99,2). Če opazujemo posamezna območja meritev (grafikon 5), vidimo, da je obremenitev z ropotom med vsemi tremi delovnimi postopki z motorke največja na dinarskem, najmanjša na alpskem območju pri sečnji iglavcev, sečnja listavcev pa je nekje med njima. Za vse postopke so porazdelitve zelo ozke, zlasti med kleščanjem, le pri podiranju je porazdelitev malo bolj sploščena, ker je med tem delom nekaj več prostega teka motorke in ker je sekač pogosto sklonjen in z glavo blizu motorke (zato nastajajo ob ušesu tudi visoke jakosti ropota).

Iz kumulativnih relativnih porazdelitev po posnetih dnevih in sečiščih ter po delovnih postopkih žaganja pa je videti precejšnje razlike med motorkami in posameznimi sečišči oziroma načini dela. Variabilnost med dnevi in sečišči je najmanjša med kleščanjem, največja pa med podiranjem. Ropot je bil izjemno visok med vsemi postopki žaganja v sečišču Korita na obratu Snežnik. Razlaga je težavna, možno pa je, da je prišlo do takega rezultata zaradi nastavitve rabljene motorke in velikega prizadevanja sekača pri delu.

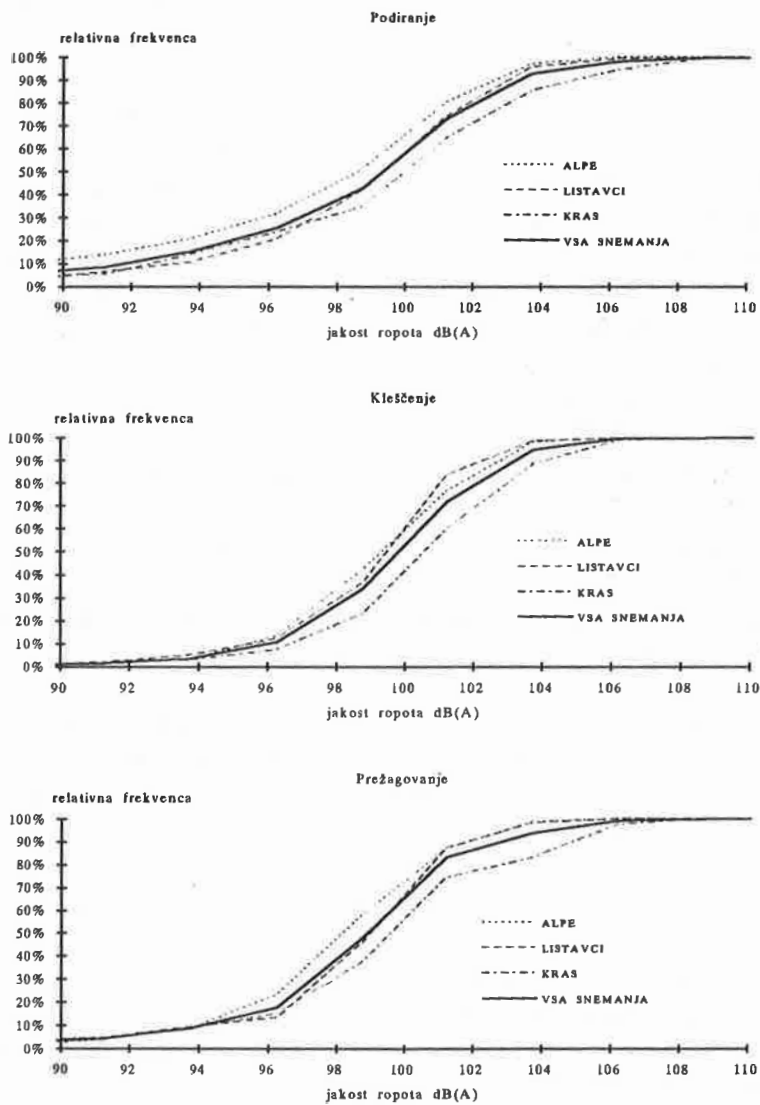


Grafikon 4: Primerjava obremenitev sekačev z ropotom med delovnimi postopki z motorno žago - vsa snemanja

Graph 4: Comparison of lumbermen's noise-load during motorsaw's operations - all recorded days

### 3.3.3 Odvisnost obremenitev sekačev od ropota motorke

Iz vsega povedanega v prejšnjem poglavju sledi, da je dnevna sekačeva obremenitev z ropotom odvisna predvsem od obremenitev z ropotom med delovnimi postopki, ko dela z motorno žago. Obremenitve med temi postopki so odvisne od ropota motorke med prežagovanjem na testnem merjenju. Te odvisnosti so zaradi številnih drugih vplivov precej ohlapne. Za večino proučevanih motorok velja, da so sekačeve obremenitve med delom večje, kadar je ropot motorke med testom večji. Ta odvisnost je najtesnejša pri prežagovanju in kleščanju med delom, pri podiranju pa je najohlapnejša. Podobno velja tudi za skupno obremenitev sekača z ropotom v vsem posnetem produktivnem času. Tudi ta je večja, če je ropot motorke na testu med prežagovanjem večji (grafikon 6). Če primerjamo motorke po parih (nove in rabljene), potem v vseh primerih, razen v enem (sečišče Rakovec), večji ropot na testu povzroči tudi večjo obremenitev med delom. Ker je pri večini rabljenih motorok - pri šestih parih od osmih ropot na testu večji, so pri delu z njimi tudi obremenitve sekačev večje - pri petih parih. Med tipi motornih žag nismo mogli ugotovljati razlik, ker smo merili praktično samo obremenitve pri delu s Husqvarno 266.



Grafikon 5: Obremenitve sekačev z ropotom med delom z motorko

Graph 5: Lumbermen's noise-load during motorsaws operations

Očitno pa je bilo, da je novejši lažji tip motorke Husqvarna 254 imel znatno manjši ropot pri testnem merjenju in je pri sečnji na Pohorju povzročal tudi najmanjše sekačeve obremenitve z ropotom med delom. Motorka tudi ni manj učinkovita, ko bi se zaradi daljšega časa izpostavljenosti ropotu za dosego ustreznega učinka lahko povečala sekačeva obremenitev z ropotom. Za motorke Husqvarna 61 FF pri sečnji bukovine v Litiji ne moremo s tolikšno gotovostjo trditi, da manj obremenjuje sekača, čeprav spada med tiste motorke iz naše raziskave, ki povzročajo manjšo obremenitev. Če sečišča v Litiji ne upoštevamo, lahko opisane odvisnosti opišemo z naslednjimi linearnimi regresijami:

- prežagovanje na testu X : prežagovanje med delom  $Y_1$

$$Y_1 = 26,0027 + 0,7183^{**} X ; r_{xy} = 0,77$$

- prežagovanje na testu X : kleščanje med delom  $Y_2$

$$Y_2 = 26,8412 + 0,7170^{***} X ; r_{xy} = 0,78$$

- prežagovanje na testu X : podiranje drevja  $Y_3$

$$Y_3 = 38,5418 + 0,6027^* X ; r_{xy} = 0,57$$

- prežagovanje na testu X: skupna obremenitev v posnetem času  $Y_4$

$$Y_4 = 31,5299 + 0,6585^{**} X ; r_{xy} = 0,74$$

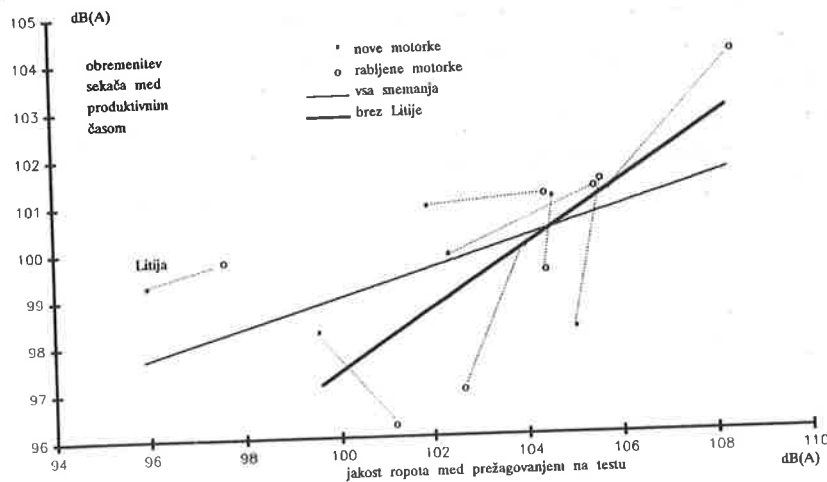
Izračunane odvisnosti za vsa snemanja so bolj ohlapne, čeprav večinoma še vedno značilne. Premice so bolj položne, kar pomeni, da odvisnost obremenitev sekačev od ropota motorke med prežagovanjem ni tolikšna.

Če smo pred leti, ko smo imeli opravka še z različnimi načini sečnje z več ročnega dela lahko trdili (LIPOGLAVŠEK 1976), da lahko pri motorkeh z ropotom na testu pod 100 dB(A) med prežagovanjem pričakujemo obremenitve sekačev v povprečju pod 90 dB(A), to pri sodobni tehnologiji sečnje ne drži več. Vse ugotovljene obremenitve med vsem posnetim (produktivnim) časom so namreč nad 96 dB(A), med operacijami žaganja pa nad 97 dB(A).

Gornji trditvi ustreza pri analizi vseh snemanj številna vrednost 97 dB(A) oziroma pri analizi brez snemanja na sečišču v Litiji 95,5 dB(A). To pomeni, da lahko tedaj, ko bomo lahko uporabljali motorke z ropotom na testu med prežagovanjem jakosti pod 100



dB(A), pričakujemo obremenitve sekačev v delovnem času samo pod navedenimi vrednostmi in ne pod 90 dB(A), kot nekdanj.



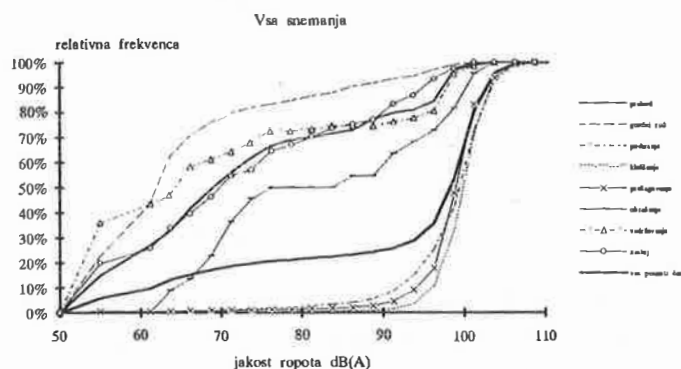
**Grafikon 6:** *Odvisnost obremenitve sekačev med posnetim (produktivnim) časom od jakosti ropota motorne žage*  
**Graph 6:** *Correlation between noise-load during recorded productive time and motorsaw's noise level*

Ugotovimo lahko še, da so obremenitve sekačev pri sestavi delovnega časa: 5 ur produktivnega (posnetega) časa v 8 urnem delovniku med vsem delovnim časom za 2 dB(A) nižje od obremenitev med produktivnim časom.

### 3.3.4 Dnevne obremenitve sekačev

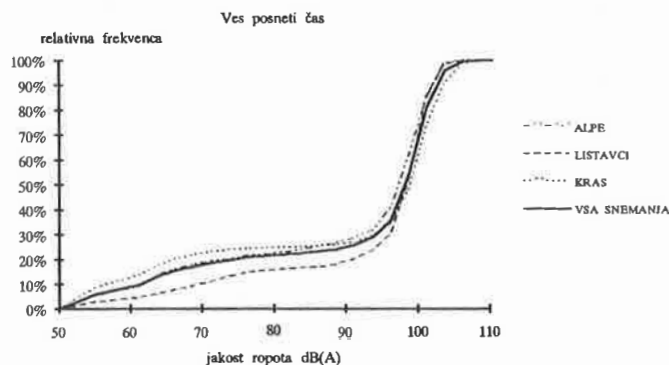
Če na koncu pogledamo porazdelitev ekvivalentnih jakosti ropota za vsa snemanja skupaj (grafikon 7), je znova očitno, da k sekačevi dnevni obremenitvi v produktivnem času največ prispevajo podiranje, kleščenje in prežagovanje drevja. Druge produktivne operacije in zastoji so kratkotrajni in ne zmanjšujejo mnogo dnevnih obremenitev. Izjema je morda le vzdrževanje gozdnega reda oziroma zlaganje vej iglavcev. Primerjava srednjih kumulativnih relativnih porazdelitev po področjih: alpsko, dinarsko, listavci (grafikon 8) ne pokaže skoraj

nobenih razlik v obremenitvah. Le pri sečnji listavcev je nekaj manj tihih delovnih postopkov. Tudi med posameznimi dnevi snemanja so razlike majhne. Najmanjše so pri sečnji listavcev, nekoliko večje pa pri sečnji iglavcev na alpskem področju. Sekači so tu namreč vedno vzdrževali popoln gozdni red. Pri sečnji na dinarskem področju pa so razlike v obremenitvah z ropotom med posameznimi dnevi sečnje največje, kajti na sečliščih, kjer so sekači zlagali vse težke jelove veje, je porazdelitev obremenitev z ropotom drugačna kot tam, kjer niso vzdrževali gozdnega reda ali pa je bil ta nepopoln.



**Grafikon 7:** Obremenitve sekačev z ropotom med delovnimi postopki za vse dneve snemanja

**Graph 7:** Lumbermen's noise-load during work operations - all recorded days



**Grafikon 8:** Obremenitev sekačev z ropotom v vsem posnetem času - primerjava območij snemanja

**Graph 8:** Lumbermen's noise-load in whole recorded time - comparison between regions

Če pa hočemo na temelju te raziskave ugotoviti dejanske dnevne obremenitve sekačev npr. v osemurnem delovniku, moramo uporabiti nekaj podmen. V izračunu, ki ga bomo naredili, bomo domnevali, da lahko produktivni čas traja 4, 5 ali 6 ur in da je njegova sestava taka, kot je bila med našimi snemanji ropota (preglednica 9). Pri tem bomo zanemarili, da je bilo vmes tudi 2-9% zastojev oz. neproduktivnega časa in da prav kratkih elementov dela pod 15 sekund, torej tudi kratkih fizioloških oddihov, nismo posebej zabeležili. Najpomembnejša podmena pa je, da hrup okolice v gozdu med vsem neposnetim neproduktivnim časom znaša 40 dB(A), kar je takrat, ko v bližini sekača ni nobenega drugega stroja, običajno tudi res.

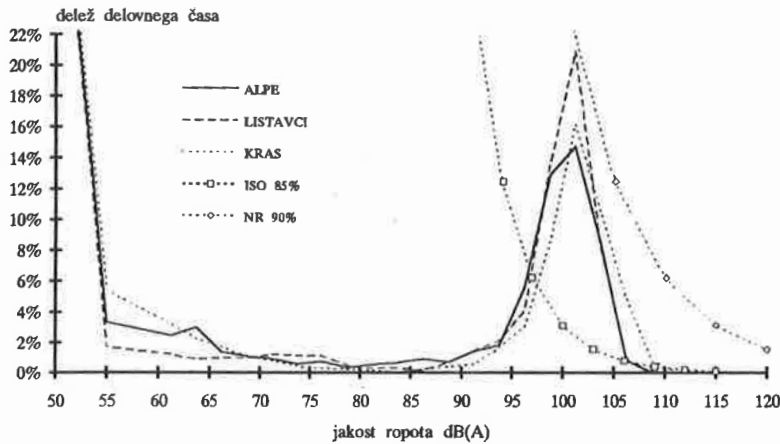
Povprečne sekačeve obremenitve z ropotom v produktivnem času znašajo okrog 100 (99-101) dB(A), če jih izrazimo z ekvivalentno jakostjo ropota. Izračunane dnevne obremenitve glede na različno trajanje produktivnega časa pa znašajo različno po predelih snemanja od 96 do 100 dB(A). Največje osemurne obremenitve smo ugotovili na dinarskem območju, najmanjše v alpskem, sečnja listavcev pa je bila po dnevnih obremenitvah med njima. Razlike med povprečji pa so bile minimalne (pod 2 dB(A)). Vse obremenitve so daleč nad mednarodno dopustno mejo 85 dB(A) za osemurni delavnik in zato so nujni ukrepi za varovanje sluha delavcev. Zmanjšanje obremenitev lahko prinese več ročnega dela (npr. popolen gozdni red), uporaba lažjih, manj hrupnih motork in dosledna uporaba varoval sluha (najbolje glušnikov). Višina ugotovljenih dnevnih obremenitev je v okviru dosedanjih raziskav podobne tehnologije dela (LIPOGLAVŠEK 1976, BOMBOSCH 1988). Morda so povprečno nekoliko manjše, ker je v naši tehnologiji še precej ročnega dela.

Preglednica 11: Izračun dnevne obremenitve sekačev z ropotom

Table 11: Calculation of daily noise-load of lumbermen

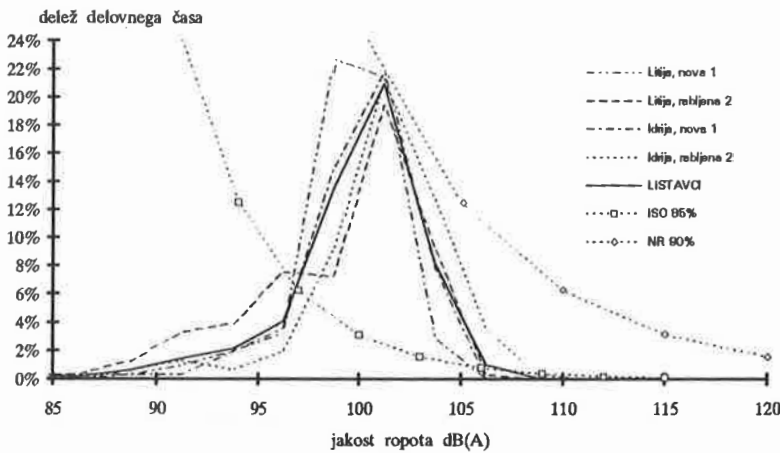
Območje snemanja Motorke		Obremenitev v posnetem prod. času $L_{ekv} - dB(A)$	Obremenitev v dnevnem delovnem času 8 ur $L_{ekv} - dB(A)$		
			pri 4 urah	pri 5 urah	pri 6 urah
			produktivnega časa dnevno		
Dinarsko iglavci	nove	100,6	97,6	98,6	99,3
	rabljene	101,5	98,5	99,5	100,2
	skupaj	101,1	98,1	99,1	99,8
Alpsko iglavci	nove	99,3	96,3	97,3	98,0
	rabljene	99,5	96,5	97,5	98,2
	skupaj	99,4	96,4	97,4	98,1
Listavci	nove	99,5	96,5	97,5	98,2
	rabljene	100,5	97,5	98,5	99,2
	skupaj	100,0	97,0	98,0	98,7
Vsa snemanja	nove	99,9	96,9	97,9	98,6
	rabljene	100,6	97,6	98,6	99,3
	skupaj	100,3	97,3	98,3	99,0

Obremenitev sekačev z ropotom pa lahko predstavimo še drugače. Ker med sečno ropot ne traja ves čas in so vmes prekinitve, mednarodni ISO standard dopušča za krajši čas oziroma za dele delovnika tudi izpostavljenost višjim jakostim ropota, ko večina ljudi še ne doživi okvar sluha. Zato smo porazdelitev jakosti ropota v delovnem času primerjali s to dopustno mejo. Izračunali smo deleže porazdelitve ropota v produktivnem času, te deleže pomnožili z razmerjem med produktivnim in delovnim časom (5 ur:8 ur) ter dodali obdobje tišine pod 50 dB(A): 37,5%. Tako dobljeno porazdelitev ropota v 8 delovnih urah smo primerjali z ISO dopustno mejo izpostavljenosti ropotu s prekinitvami in skrajšanim trajanjem (ISO 85). Uporabili smo še ponekod veljavno milejšo dopustno mejo 90 dB(A) z razpolovnim faktorjem 5 (NR 90). Za nekatere seštevke porazdelitev prikazujemo te primerjave na grafikonih 9 do 12.



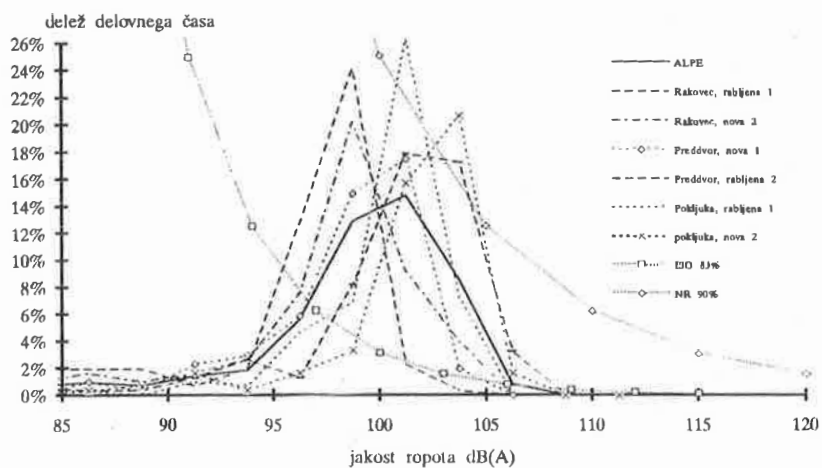
Grafikon 9: Obremenitev sekačev v delovnem času po področjih snemanja

Graph 9: Lumbermen's noise-load in the working time - average of regions



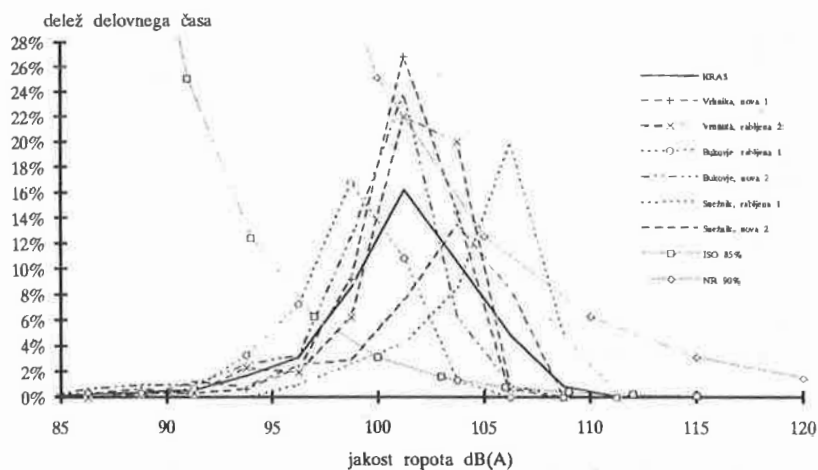
Grafikon 10: Obremenitve sekačev v delovnem času na sečiščih listavcev

Graph 10: Lumbermen's noise-load on cutting-places of beech



Grafikon 11: Obremenitev sekačev v delovnem času na sečiščih v Alpah

Graph 11: Lumbermen's noise-load on cutting-places in the Alps



Grafikon 12: Obremenitev sekačev v delovnem času na sečiščih na Krasu

Graph 12: Lumbermen's noise-load on cutting-places in the Karst

Na vseh sečiščih traja ropot jakosti nad 95 dB(A) tolikšen del dnevnega delovnega časa, da močno presega dopustno mejo ISO 85. Čeprav torej nastopajo prekinitve ropota in ropot ne traja vseh osem

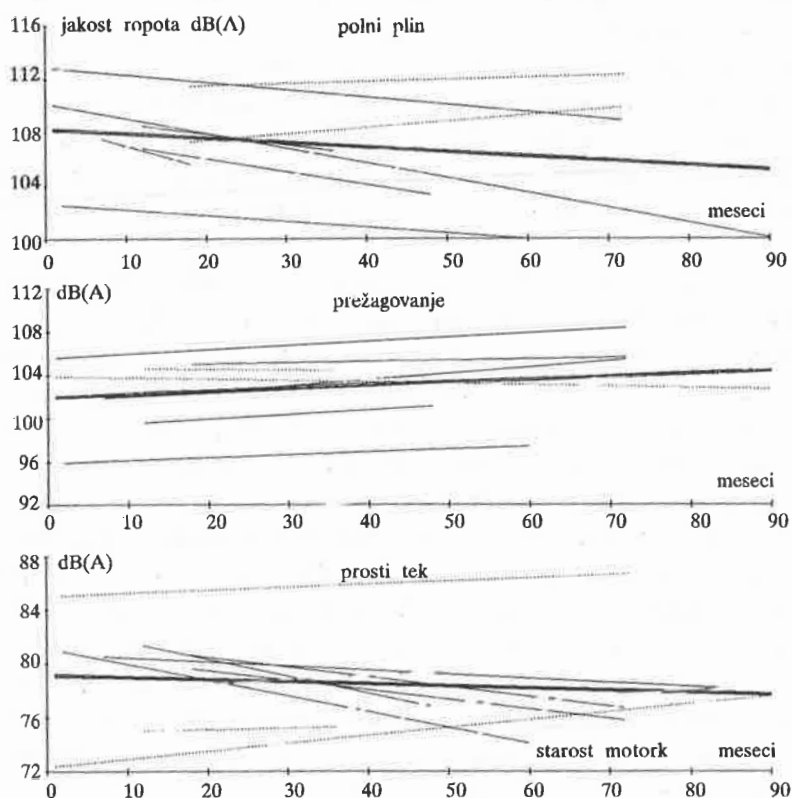
ur, pa je njegova jakost tolikšna, da so sekači preobremenjeni z ropotom, če ne uporabljajo varoval sluha. V širokem povprečju vseh snemanj je trajala preobremenitev z ropotom med 98 in 108 dB(A) okrog 25% delovnega časa. Pri tem pokažejo povprečja zaradi različnih porazdelitev jakosti nekoliko drugačne obremenitve kot tedaj, ko jih presojava samo po ekvivalentni jakosti ropota (preglednica 11). Tako vidimo z grafikona 9, da je bila preobremenitev največja pri sečni listavci, najmanjša na alpskem področju, na dinarskem pa v sredini med njima.

Izračun povprečij pa pokaže pravzaprav premike obremenitve, ker posamezna sečišča z več ročnega dela preoblikujejo povprečno frekvenčno porazdelitev jakosti ropota. Šele izračuni obremenitev za posamezna sečišča kažejo pravo sliko preobremenitev sekačev. Pokaže se, da so bile na kraškem območju (grafikon 12) v 4 snemanjih dneh (od šestih) obremenitve sekačev z ropotom večje celo od milejše dopustne meje NR 90. V alpskem območju (grafikon 11) so bili taki dnevi 3 (od šestih), pri listavcih (grafikon 10) pa jih ni bilo, čeprav smo v povprečju ugotovili najvišja preseganja dopustnega (ISO 85). Najbolj neugodno za sekača je bilo delo v sečišču Snežnik z rabljeno motorko, kjer je preobremenitev (preko ISO 85) z ropotom jakosti med 100 in 112 dB trajala okrog 32% dnevnega delovnega časa. Dosedanja snemanja obremenitev sekačev v letih 1976 in 1988 pa so pokazala, da so tolikšne preobremenitve trajale pri najneugodnejši tehnologiji (bukov drogovanjak, debelna metoda) samo okrog 15% dnevnega delovnega časa. Samo pri delu z ročnimi vrtnimi stroji so dosedanje raziskave ugotovile daljše trajanje preobremenitev (okrog 40%). Pri delu z čistilnimi žagami pa so bile ugotovljene preobremenitve okrog 24% delovnika (LIPOGLAVŠEK 1990).

### 3.4 Starost motornih žag in ropot

Eden namenov naše raziskave je bil ugotoviti, kako sta rost oziroma obrabljenost motornih žag vpliva na njihov ropot in na obremenitev sekačev z njim. Zato smo na vsakem sečišču z istim sekačem pri

enakem načinu dela ugotavljali ropot ene nove in ene že dalj časa rabljene motorne žage istega tipa.



Grafikon 13: Ropot motorok pri testnem merjenju

Graph 13: Motorsaw's noise-level during testing measurements

Zaradi številnih vplivov načinov dela, delovnih razmer pa tudi neenakih okoliščin pri testnem merjenju nismo ugotovili velikih razlik med novimi in rabljenimi motorokami. Vendar pa pri primerjavi parov grafikov 13 pokaže, da imajo med testnim merjenjem pri prežagovanju starejše rabljene motorke višjo jakost ropota, vsaj večina med njimi. Nasprotno pa je bil ropot starejših motorok med prostim tekom in med polnim plinom brez obremenitve manjši kot pri novejših motorokah. Čeprav ni bilo mogoče statistično dokazati odvisnosti jakosti ropota od trajanja uporabe motorke (debelejše črte



na grafikonu 13) - regresijski koeficienti  $r_{xy}$  znašajo le 0,13 do 0,27, pa večina povezav med novejšimi in rabljenimi motorkami (pet do šest med osmimi - tanjše polne črte) kaže na opisane razlike med njimi. Iz njih bi morda lahko domnevali, da se s trajanjem uporabe bolj obrabljajo žagalni deli (ali da so slabše vzdrževani) kot drugi deli motorke, če so namreč ti glavni vir ropota med prežagovanjem lesa. Med prostim tekom in med polnim plinom brez obremenitve pa smo pri večini rabljenih motork ugotovili manjši ropot kot pri novih. Razlike prikazujemo v preglednici 12.

*Preglednica 12: Razlike med ropotom novih in rabljenih motork*

*Table 12: Noise-level differences between new and used motorsaws*

Gozdni obrat	Motorke	Razlika v jakosti ropota dB(A): rabljene-nove		
		Prosti tek	Prežagovanje	Polni plin
Bukovje	Husq 266 SE	5,2	-1,2	-10,0
Snežnik	Husq 266 SE	1,6	2,7	-3,9
Vrhnika	Husq 266 SE	-2,3	2,4	-1,9
Preddvor	Jonsereds 630	-3,8	0,6	0,8
Pokljuka	Husq 266 SG	0,3	-0,2	-1,9
Vitanje	Husq 254	-4,5	1,5	-3,5
Idrija	Husq 266 SE	-3,9	3,1	2,6
Litija	Husq 61 FF	-6,8	1,5	-2,5

Ker pa je povezava med ropotom na testu med prežagovanjem in obremenitvijo sekača med delom najtesnejša, lahko pričakujemo tudi pri delu večje obremenitve sekačev z ropotom pri rabi starejših motork. Na grafikonu 6 in iz preglednice 13 vidimo, da to spet drži le pri večini motork. Od osmih proučenih parov motork je pri rabljenih motorkah sekačeva obremenitev z ropotom ( $L_{ekv}$ ) med prežagovanjem drevja večja pri petih, med kleščenjem pri štirih, med podiranjem pa le pri treh. Za skupno obremenitev med produktivnim časom pa velja, da je bila v petih primerih pri rabljenih motorkah večja kot pri novih.

**Preglednica 13: Razlike med obremenitvami z ropotom pri delu z rabljenimi in novimi motorkami**

Table 13: Noise-load differences between new and old motorsaws

Gozdni obrat	Razlika v obremenitvi dB(A): rabljene - nove			
	med podtrajanjem	med kleščanjem	med prežagovanjem	med vsem produkt. časom
Bukovje	-1,8	-1,3	-3,1	-2,8
Snežnik	5,3	1,0	5,1	2,9
Vrhnika	-0,5	0	0,3	0,2
Preddvor	2,1	2,5	2,6	3,1
Pokljuka	-1,8	-1,3	-3,4	-1,5
Vitanje	-3,2	-0,6	-1,2	-1,7
Idrija	2,5	1,1	1,4	1,4
Litija	-0,3	1,0	1,2	0,5

Ker predvsem pri prežagovanju rabljene motorke kažejo večji ropot, lahko morda sklepamo, da so imele motorne dele dobro vzdrževane, žagalni deli pa so bili slabši ali slabo vzdrževani. En del ropota izvira namreč tudi od žagalnih delov motorke: od letve, verige in gonilnega vretena. Pri nabrušenosti in pravilnosti brušenja verig nismo opazili razlik, pogosto pa so sekači na obeh motorkah (novi in rabljeni) uporabili kar isto verigo.

Ugotovljene razlike v obremenitvah pri delu z rabljenimi in novimi motorkami so kar precejšnje (3 dB - podvojitve) vendar niso vedno istosmerne. Tudi korelacijskih odvisnosti (grafikon 13) med trajanjem uporabe motork in njihovim ropotom med testiranjem nismo mogli ugotoviti. Kljub temu se zdi, da lahko pri rabljenih motorkah pričakujemo večje obremenitve sekačev z ropotom. Med našim snemanjem so bile v povprečju večje za 0,7 dB(A). Drugi dejavniki, ki vplivajo na jakost ropota in obremenitev pa so tako pomembni, da vpliv starosti motorke ni tako izrazit. Menim, da zlasti pravilna nastavitve vplinjača in njegovo vzdrževanje (menjavanje membran) odločilno vpliva na ropot, ki ga motorna žaga povzroča. Nastavitvam motork na servisih in tudi pouku sekačev o tem bi bilo treba posvetiti več pozornosti. Pri današnji neorganiziranosti gozdarstva je kaj takega težko pričakovati. Verjetno je tudi, da bodo delavci dalj časa uporabljali stare motorke, pa tudi tehnično in tehnološko zastarele tipe motork, kar bo oboje povečevalo njihovo obremenjenost

z ropotom. Posledica je spet vse več naglušnosti med gozdnimi delavci.

#### 4 POVZETEK

Obremenitev sekačev z ropotom smo ugotovili na 8 sečiščih v različnih predelih Slovenije (preglednica 2) pri tehnologiji sečnje sortimentov in mnogokratnikov po švedski (rikleo) metodi z različnimi načini (stopnjami) vzdrževanja gozdnega reda. Doslej je bilo že dovolj znanih podatkov o jakosti ropota, ki ga povzročajo nove motorne žage (preglednica 1). Raziskave obremenitev sekačev z ropotom pa so bolj redke in še tiste so bile narejene v drugačnih gozdnogospodarskih razmerah in pri drugačnih načinih (tehnologijah) dela. Pri naših raziskavah so sekači uporabljali pretežno motorne žage Husqvarna (tip 266, preglednica 4), ki pa so povzročale zaradi različnih nastavitvev vplinjača in različnega trajanja uporabe ob ušesu motorista ropot, ki je bil precej različen od tistega, ugotovljenega pri preizkušanju novih motork. Tako povzročajo različni tipi novih motork ropot od 102 do 104 dB(A) med prežagovanjem na testu (preglednica 1), motorke, uporabljene v naši raziskavi pa so imele med prežagovanjem ropot med 100 in 109 dB(A) - le izjemoma 96 dB(A), (preglednica 6).

Obremenitve sekačev smo ugotavljali tako, da smo na vsakem sečišču merili približno dvakrat po 48 minut pretežno produktivnega časa jakost ropota ob sekačevem ušesu. To smo naredili v enem dnevu z novo, v drugem dnevu pa z rabljeno motorno žago istega tipa (preglednica 4). Za obdobja po 30 sekund smo z merilnikom Brüel et Kjaer 2231 zabeležili 5 različnih značilnosti ropota. Vsakemu obdobju smo natančno lahko pripisali delovni postopek, ki je v tistem času prevladoval, ker smo delo sekača hkrati z merjenjem ropota posneli z video kamero. Med snemanjem ropota smo zabeležili še delovne učinke, tako da je mogoče časovno povezati obremenitev z ropotom in učinek (preglednica 3). Zabeležili smo tudi še splošne podatke o sečišču, načinu dela, sekaču (preglednica 5) in njegovi opremi. Jakost ropota med delom z motorno žago zelo močno niha od vrednosti pod 50 dB(A) med

tišino do najvišje ravni 111 - 122 dB(A). Trenutne konice segajo prek 125 dB(A), vendar so res kratkotrajne. Obremenitev sekačev med produktivnim (posnetim) časom je znašala od 96 do 104 dB(A) oz. povprečno okrog 100 dB(A) ekvivalentne jakosti ropota (preglednica 8), vendar je zelo različna med posameznimi delovnimi postopki. Med delom z motorno žago: med podiranjem, kleščenjem in prežagovanjem se povprečna obremenitev giblje med 100 in 103 dB(A). Ker so ti delovni postopki trajali 60-83 % produktivnega časa (med našim snemanjem, preglednica 8), najmočneje vplivajo na obremenitev sekačev z ropotom. Iz porazdelitev ropota po jakostnih razredih (grafikoni 2 in 3) je očitno, da k skupni obremenitvi sekačev največ prispeva kleščenje, nato podiranje in prežagovanje. Vzdrževanje gozdnega reda brez uporabe motorke pa zmanjšuje obremenitve sekačev. Razlike med sečišči so zlasti zaradi različnega načina dela precejšne. Prav tako je mogoče ugotoviti, da rabljene motorke povzročajo nekoliko višje obremenitve sekačev z ropotom (grafikon 3). Ugotavljali smo tudi razlike med področji snemanja v Sloveniji. Med delom z motorno žago smo izmerili največje obremenitve z ropotom pri sečnji iglavcev na dinarskem območju, najmanjše na alpskem, sečnja listavcev pa je bila nekje vmes (preglednica 9, grafikona 4 in 5).

Obremenitev sekačev z ropotom med delom je očitno odvisna od jakosti ropota motorke na testu med prežagovanjem. Odvisnosti obremenitev med delovnimi postopki z motorke in med vsem posnetim časom so značilne, vendar ohlapne zaradi številnih drugih vplivov delovnih razmer in načina dela na obremenitev. Možno jih je izračunati s premicami (grafikon 6). Tudi če bi proizvajalcem uspelo zmanjšati ropot motorke pod 100 dB(A), se pri sedanji tehnologiji sečnje obremenitev sekačev z ropotom med produktivnim časom ne bi mogla zmanjšati pod 97 dB(A). Za delovni čas s 5 urami produktivnega časa je ustrezna obremenitev 95 dB(A). To pomeni, da so obremenitve močno prek vseh dopustnih meja (85 dB(A)) in morajo sekači uporabljati varovala sluha. Za različna trajanja produktivnega časa v 8 urnem delovniku smo namreč izračunali ob podmeni, da je neproduktivni čas brez ropota, obremenitve od 96 do 100 dB(A) v delovnem času (preglednica 11).

Podobno tudi primerjave dnevni porazdelitev ropota z dopustnimi mejami izpostavljenosti ropotu, ki ima prekinitve in ne traja vseh 8 ur (grafikoni 9 do 12) pokažejo, da so sekači preobremenjeni z ropotom jakosti od 98 do 108 dB(A) velik del dneva (povprečno 25%), največ pri sečni listavcev, najmanj na alpskem območju. Na posameznih sečiščih obremenitev s še močnejšim ropotom presega dopustno mejo (ISO 85) tudi do 32 % trajanja delovnika, kar je precej več kot pri dosedanjih raziskavah obremenitev z ropotom motorke pri podobnih načinih dela.

Čeprav nismo mogli dokazati neposredne odvisnosti jakosti ropota, ki ga povzroča motorna žaga, od njene starosti oziroma trajanja uporabe, pa ugotavljamo, da med prežagovanjem na testu večina rabljenih motornih žag povzroča močnejši ropot (grafikon 13; preglednica 12: šest od osmih). Med kleščenjem, med prežagovanjem in med vsem posnetim časom so bile na petih sečiščih (od osmih), torej pri večini, obremenitve sekačev z ropotom večje tedaj, ko so delali z rabljenimi motorkami (preglednica 13). V širokem povprečju lahko trdimo, da rabljene motorke povzročajo med delovnim časom za 0,7 dB(A) višje obremenitve kot nove motorke istega tipa. Redno vzdrževanje žagalnih delov, tudi pravočasne zamenjave, uporaba novih tipov manj hrupnih motork, več ročnega dela npr. vzdrževanje gozdnega reda in pa dosledna uporaba varoval sluha lahko preprečijo obolenje sekačev zaradi poklicne naglušnosti, ki je trajna okvara zdravja.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Belastung der Hauerbeiter mit dem Lärm wurde an acht Arbeitsplätzen in dem Sortimentsverfahren und deren mehrfachen Längen mit schwedischer Rikleo Methode (gleichzeitliches Entasten und Vermessen) und bei verschiedenen Stufen der Ästeaufräumung in verschiedenen Gebieten Sloweniens untersucht. Es sind schon sehr viele Daten über von neuen Motorsägen verursachten Lärmpegel bekannt (Tabelle 1). Die Untersuchungen der Lärmbelastungen der Hauerbeiter sind selten und sie wurden in anderen waldwirtschaftlichen Verhältnissen und anderen Arbeitsverfahren

durchgeführt. Bei unseren Untersuchungen wurden am meisten die Motorsägen Husqvarna (Typ 266, Tabelle 4) verwendet. Sie haben wegen verschiedener Einstellungen des Vergassers und wegen verschiedener Gebrauchzeiten einen Lärmpegel, der sehr unterschiedlich von dem Lärmpegel der neuen testierten EMS war, verursacht. Die verschiedenen Typen der neuen Motorsägen verursachen beim Sägen im Test einen Lärmpegel von 102 bis 104 dB(A), die Motorsägen in unserer Untersuchung verursachten aber beim Sägen einen Lärm von 100 bis 109 dB(A), ausnahmsweise auch 96 dB(A), (Tabelle 6).

Die Belastungen der Arbeiter hat man so festgestellt, dass man an jedem Arbeitsplatz zweimal während ungefähr 48 Minuten der meist produktiven Zeit (RAZ) den Lärmpegel am Ohr des Arbeiters gemessen hat. In einem Arbeitstag hat man solche Messung mit einer neueren EMS gemacht, am zweiten Tag aber mit einer gebrauchten EMS desselben Typs wiederholt. Für die Zeitintervalle von 30 Sekunden hat man mit dem Messgerät Brüel et Kjaer 2231 fünf verschiedene charakteristische Lärmeigenschaften gespeichert. Jedem Zeitabschnitt konnte man genau den überwiegenden Arbeitselement zuschreiben. Man hat nämlich den Arbeiter während der Lärmmessung auf eine Videokassette aufgenommen. Auch die Arbeitsleistungen, die man wieder mit Lärmbelastungen zeitlich verbinden konnte, sind aufgenommen worden (Tabelle 3). Auch die allgemeine Daten über den Arbeitsplatz, die Arbeitsweise, den Arbeiter (Tabelle 5) und über seine Ausrüstung wurden festgestellt.

Der Lärmpegel während der Arbeit schwankt von Werten unter 50 dB(A) während der Stille bis zum maximalen Pegel von 111 - 122 dB(A). Die Lärmspitzen waren sogar über 125 dB(A), aber sie sind von sehr kurzer Dauer. Die Lärmbelastung oder der äquivalente Lärmpegel während der RAZ (reine Arbeitszeit) betrug in einzelnen Arbeitstagen von 96 bis 104 dB(A) oder durchschnittlich um 100 dB(A), (Tabelle 8). Sie war während einzelner Arbeitselementen sehr unterschiedlich. Bei der Motorsägearbeit: beim Fällen, Entasten und Durchsägen war die durchschnittliche Lärmbelastung 100 bis 103 dB(A). Weil diese Arbeitselemente zwischen 60 und 83 Prozent der RAZ dauerten (unsere Aufnahmen - Tabelle 8) beeinflussen sie am

meisten die tägliche Lärmbelastung der Arbeiter. Aus der Verteilung des Lärmpegels in 2,5 dB(A) breiten Klassen (Graph 2 und 3) geht es hervor, dass das Entasten die gesamte Lärmbelastung am meisten beeinflusst. Auch das Fällen und danach das Durchsägen erhöhen die Belastung. Das Aufräumen der Äste, wobei die EMS stillsteht, vermindert die Belastung wesentlich. Die Unterschiede zwischen einzelnen Arbeitsplätzen sind wegen der Verschiedenheiten in der Arbeitstechnologie ziemlich gross. Man kann auch feststellen, dass die gebrauchten Motorsägen etwas höhere Lärmbelastungen als die neuen EMS verursachen (Graph 3). Auch zwischen verschiedenen Gebieten Sloweniens hat man Unterschiede festgestellt. Die höchsten Belastungen traten in den Tannen-Buchen Wäldern im Karstgebiet auf, die kleinsten in den Fichtenwäldern in den Alpen; die Belastungen bei der Holzernte in den Buchenwäldern lagen irgendwo in der Mitte (Tabelle 9, Graph 4 und 5).

Die Lärmbelastung der Arbeiter hängt offensichtlich von dem Lärmpegel der Motorsäge - beim Testen während des Durchsägens - ab. Die Abhängigkeiten der Belastungen während EMS-Arbeiten und während der ganzen aufgenommenen Zeit sind statistisch gesichert, jedoch wegen zahlreicher Einflüsse der Arbeitstechnologie und der Arbeitsverhältnisse ziemlich locker. Man kann sie mit Geraden ausgleichen (Graph 6). Auch wenn die Hersteller den Lärmpegel der EMS auf 100 dB(A) verminderten, wird die durchschnittliche Lärmbelastung der Arbeiter während der RAZ noch immer bei 97 dB(A) bleiben. Auch während der GAZ wird die Belastung über 95 dB(A) liegen. Es bedeutet also, dass die Lärmbelastungen der Huarbeiter weit über allen erlaubten Grenzen sind, weswegen sie das Gehörschutz tragen müssen. Man hat nämlich, bei der Voraussetzung, dass alle allgemeinen Zeiten ohne Lärm verlaufen, für verschiedene Zeitanteile der RAZ die Lärmbelastung in der GAZ (8 Stunden) zwischen 96 und 100 dB(A) errechnet (Tabelle 11).

Ähnlich zeigen auch die Vergleiche der Lärmverteilungen mit den erlaubten Grenzen für den Lärm mit Unterbrechungen (Graph 9 bis 12), dass die Huarbeiter einen grossen Teil des Arbeitstages - durchschnittlich 25 Prozent der GAZ - mit dem Lärm zwischen 98 und 108 dB(A) überbelastet sind. Diese Zeitanteile zeigen die

höchsten Werte bei der Laubholzernte, die niedrigste aber bei der Fichtenernte im Alpengebiet. An einzelnen Arbeitsplätzen gibt es noch einen höheren Lärmpegel und die Zeitanteile des Lärms über den erlaubten Grenzwert (ISO 85) steigen sogar bis zu 32 Prozent der GAZ. Das ist viel mehr als es bei den bisherigen Untersuchungen in ähnlichen Arbeitsverfahren festgestellt worden ist.

Obwohl es nicht möglich war die Abhängigkeit des Lärmpegels der EMS von ihrem Alter oder der Gebrauchzeit zu beweisen, stellten wir fest, dass die meisten (sechs von acht) gebrauchten Motorsägen beim Sägen im Testverfahren höheren Lärmpegel aufweisen (Grafik 13, Tabelle 12). Auch die Lärmbelastungen der Hauerarbeiter während des Entastens, des Durchsägens und während der ganzen aufgenommenen Zeit waren an den meisten (fünf von acht) Arbeitsplätzen grösser, wenn die Arbeiter mit den gebrauchten Motorsägen arbeiteten. Man könnte behaupten, dass die gebrauchten Motorsägen in einem breiten Durchschnitt um 0.7 dB(A) höhere Belastungen als die neuen desselben Typs verursachen. Das ständige Servisieren der EMS, auch das rechtzeitige Auswechseln der Sägeblätter, die Verwendung von neuen stilleren EMS-Typen, mehr Handarbeit in dem Hauerungsverfahren und ständiger Gebrauch von Gehörschutz können Schwerhörigkeit, die eine dauernde Gesundheitsschädigung ist, verhindern.



## VIRI

- BOMBOSCH F., 1988, Ergonomische Beanspruchungsanalyse bei der Waldarbeit. - Mittl. der Forst. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 139, 136 s.
- IEC 804, 1985 Intergrating-averaging sound level meters. Geneve, 49 s.
- LIPOGLAVŠEK, M., 1976, Dnevna obremenitev sekača z ropotom motorne žage. - Zb. gozdarstva in lesarstva 14, 1, s. 5-54
- LIPOGLAVŠEK, M., 1983, Testiranje motorne žage Jonsereds 630. BF poročilo, Ljubljana 8 s.
- LIPOGLAVŠEK, M., 1983, Ergonomske značilnosti novejših tipov motornih žag za poklicno rabo. - Gozd. vestnik 40, 1, s. 7-14.
- LIPOGLAVŠEK, M., 1990, Belastung der Waldarbeiter mit Lärm und Schwingungen. - 19. IUFRO World Congres Montreal 1990, Division 3 Proceedings, Montreal, s. 243-251.
- Pravilnik o splošnih ukrepih in normativih za varstvo pri delu pred ropotom v delovnih prostorih. - Uradni list SFRJ 29/1971