

ODC 304:307:375.4:383.6/.7

ROPOT IN TRESENJE VRTALNIH STROJEV PIONJÄR

Marjan LIPOGLAVŠEK*

Izvleček

Med neugodnimi obremenitvami v delovnem okolju vrtalcev pri gradnji gozdnih traktorskih vlak sta najpomembnejša ropot in tresenje. Jakost ropota med čistim vrtanjem je na 7 deloviščih na dinarskem območju Slovenije znašala 102 - 104 dB(A), dnevna obremenitev vrtalcev pa 99 - 102 dB(A), daleč nad dopustnimi mejami. Za obremenitev s tresenjem so odločilne vertikalne vibracije. Obremenitev vrtalcev z njimi -tehtana vsota pospeškov- znaša pri togih ročajih 25 - 33 m/s², pri AV ročajih pa 14 - 16 m/s². Pri 40 Hz presegajo vse dopustne meje izpostavljenosti, tudi tiste za krajša časovna obdobja med delom.

Ključne besede: ropot, tresenje, obremenitev vrtalcev, ročni vrtalni stroji, gradnja traktorskih vlak, varstveni ukrepi

NOISE AND VIBRATIONS WHEN USING PIONJÄR DRILLING MACHINES

Marjan LIPOGLAVŠEK*

Abstract

Among the adverse factors to which the drillers are exposed during building forest tractor skidding roads, noise and vibrations are the two most important ones. In seven working fields in the Dinnaric part of Slovenia, the noise level during drilling was 102 - 104 dB (A). The daily exposure on the other hand was 99 - 102 dB (A) which is far above the allowed limits. Vertical vibrations are the most important ones when we speak about the exposure to vibrations. The exposure of the drillers to vibrations - the weighted acceleration sum - is 25 - 33 m/s² on stiff handles and 14 - 16 m/s² on AV handles. At 40 Hz they exceed all permitted limits of exposure, even those valid for shorter periods of working time.

Key words: noise, vibrations, exposure of drillers, hand operated drilling machines, the building of tractor skidding roads, protection measures

* dr., dipl. ing. gozd., redni profesor Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, YU

VSEBINA

1. UVOD
2. METODE MERJENJA IN OBDELAVE PODATKOV
3. ROPOT
 - 3.1. Delovne razmere med snemanjem ropota
 - 3.2. Jakost ropota med delom
 - 3.3. Frekvenčna analiza ropota vrtalnih strojev
 - 3.4. Dnevna obremenitev vrtalcev z ropotom
4. TRESENJE
 - 4.1. Delovne razmere med snemanjem tresenja
 - 4.2. Jakost vibracij na ročajih vrtalnih strojev
 - 4.3. Obremenitve vrtalcev s tresenjem
5. LITERATURA IN VIRI
6. SUMMARY

1. UVOD

V gozdarstvu Slovenije uporabljamo ročne vrtalne stroje pri gradnji cest in vlak. Pri gradnji vlak prevladujejo vrtalni stroji Pionjär švedske tovarne Berema. Pri gradnji cest jih lahko uspešno zamenjujejo pnevmatska kladiva in lafete, za vrtnje vrtin pri miniranju gozdnih vlak pa ne moremo mimo uporabe teh strojev. Že na prvi pogled pomeni delo z njimi za delavca velike obremenitve. Najbolj neugodne so ropot, tresenje in prenašanje težkih strojev od vrtine do vrtine oz. rokovanje z njimi. Manj neugodni so mineralni prah, ki se hitro useda na tla, podnebne razmere pri delu na prostem in izpušni plini strojev, ki pa jih gibanje zraka hitro razredči.

Leta 1982 smo opravili prve meritve jakosti ropota in vibracij, ki jih povzročajo vrtalni stroji Pionjär 120 in jih primerjali s tistimi, ki jih povzročajo pnevmatska kladiva RK 21. V letih 1983 do 1988 smo na več deloviščih pri gradnji vlak na področju gozdnih gospodarstev Postojna in Kočevje (eno delovišče) izmerili ropot ob ušesu vrtalcev in vibracije na ročajih vrtalnih strojev Pionjär 120. Večino meritev sta opravila asist. Igor Potočnik in prof. Marjan Lipoglavšek. Pri posameznih meritvah sta sodelovala še dipl. inž. Milan Trkman in dipl.inž. Mirko Medved. Ob nekaterih merjenjih je potekal tudi študentski terenski pouk. Meritve smo opravili v okviru raziskovalne naloge Humanizacija dela, ki jo financirajo gozdnogospodarske organizacije Slovenije. Vse meritve, skupaj s tistimi iz leta 1982, smo obdelali v letu 1989. Pri obdelavi je sodeloval tehnični sodelavec Jure Pokorn. Pri organizaciji snemanj so sodelovali tudi strokovni sodelavci in seveda vrtalci obeh gozdnih gospodarstev. Vsem, ki so pripomogli k rezultatom, predstavljenim v tej študiji, se najlepše zahvaljujemo.

2. METODE MERJENJA IN OBDELAVE PODATKOV

Ropot smo merili na sedmih deloviščih. Med delovnimi operacijami oz. med delom dnevnega delovnega časa smo merili jakost ropora ob ušesu vrtalca tako, da je bil mikrofonski pritrjen na čelado v višini oči 5 cm od desnega ušesa. Jakost ropota, izmerjenega v dB(A) vrednostih z nastavitvijo inštrumenta na "fast", smo beležili na papirni trak baterijskega pisalnika. Uporabili smo naslednje instrumente:

- merilnik ropota Brüel et Kjaer 2209
- oktavni filter Bruel et Kjaer 1613
- baterijski pisalnik Brüel et Kjaer 2306

Hkrati z merjenjem jakosti ropora je potekal tudi študij časa, tako da smo kasneje na zapisu vsaki jakosti lahko pripisali časovni interval posameznega elementa dela. Snemali smo pretežno produktivne elemente dela, medtem ko zastojev in odmorov

večinoma nismo snemali, razen na enem delovišču (Karlovica). Tam smo posneli tudi daljši odmor vrtalca, medtem ko je delal v bližini drug vrtalni stroj. Snemanja so trajala po posameznih deloviščih od 15 do 136 minut produktivnega časa. Podrobnejši podatki o deloviščih in snemanjih so prikazani v poglavju 3. Med vrtanjem smo na vseh deloviščih naredili oktavno frekvenčno analizo ropota ob ušesu vrtalca, na dveh deloviščih pa smo opravili oktavno frekvenčno analizo tudi med prostim tekom motorja. Zbrane podatke o jakosti ropota med delom smo obdelali tako, da smo na zapisu sistematično, približno vsakih 10 sek (3 mm na zapisu pri hitrosti 0,3 mm/s), odčitali višino zapisa ločeno po elementih dela. S pomočjo računalnika in posnete kalibracije smo izračunali za vsak element dela in za ves produktivni čas (srednjo) ekvivalentno jakost ropota (L_{ekv}). Na zapisu smo odčitali tudi največjo in najmanjšo zabeleženo vrednost jakosti ropota.

Jakost vibracij smo merili na sedmih deloviščih na zgornjem levem ročaju ob delavčevem palcu. Ta ročaj drži delavec najpogosteje. Na petih deloviščih smo merili tudi tresenje na spodnjem ročaju, ki ga delavec drži med delom le občasno. Vibracije smo merili v treh pravokotnih smereh in sicer vertikalno v smeri vrtanja oz. svedra, horizontalno v smeri naprej - nazaj in vzdolž ročaja v smeri levo - desno (aksialno). Večinoma smo uporabili troosni akcelerometer, ki smo ga na ročaj prek obloge pritrdili s kovinsko objemko. Istočasno smo lahko merili samo eno komponento (smer) tresenja. Jakost vibracij smo merili med produktivnimi delovnimi postopki najprej na vsem frekvenčnem območju - linearno, kar smo med snemanjem večkrat ponovili. Nato smo v vseh smereh merili jakost vibracij po terčnih frekvenčnih pasovih od 0,8 - 1250 Hz. Pri merjenju smo uporabili naslednje instrumente:

- akcelerometre Brüel et Kjaer
- merilnik vibracij B et K 2511
- frekvenčni filter B et K 1621
- baterijski pisalnik B et K 2306

Obdelava podatkov je potekala tako, da smo na papirni zapis najprej vnesli mejne vrednosti snemanj časa (elementi dela in spremembe frekvenčnih pasov). V obdobjih snemanj vsega frekvenčnega območja (linearno) smo odčitali višino zapisa vsakih 10 sekund (sistematično vzorčenje) in izračunali kvadratično sredino pospeškov za posamezne elemente dela. Po terčnih pasovih pa smo za celotna posneta obdobja čistega vrtanja ocenili na zapisu srednjo višino jakosti. Kadar je bil isti frekvenčni pas posnet večkrat, smo izračunali kvadratično sredino več ocen jakosti. Tako dobljene frekvenčne porazdelitve jakosti vibracij smo nato primerjali z dopustnimi mejami izpostavljenosti človeka tresenju.

3. ROPOT

3.1. Delovne razmere med snemanjem ropota

Jakost ropota smo merili pri vrtnanju z vrtnimi stroji Pionjär 120. Tehnični podatki tega stroja so:

Prostornina motorja:	185 cm ³
Število vrtljajev motorja:	2600 - 2800 min ⁻¹
Udarni učinek:	3,5 kpm
Poraba goriva:	1,6 l/h, 8% mešanica
Masa:	26 kg
Dolžina:	73 cm
Dolžina svedra:	40 cm (standardna oprema)

Vsa merjenja ropota smo naredili pri vrtnanju na vlakah na apneni podlagi kraškega sveta. Vlake so bile večinoma take, da so bili njihovi vzdolžni in prečni nakloni blagi. Skalovitost pa je bila različna in zato tudi pogostost vrtnanja in dolžina prehodov med vrtnami. Delovni čas pri vrtnanju sestavljajo naslednji elementi dela: čisto vrtnanje, prehodi od vrtine do vrtine, zastoji in odmori. Izpihovanje prahu iz vrtine je običajno tako kratek element dela, da ga pri snemanju ni mogoče ločiti od vrtnanja. Poleg standardnega svedra so delavci pogosto uporabljali tudi sveder 80 cm. To pomeni, da je stroj med delom više in bliže ušesu vrtalca. V bolj skalovitem in nagnjenem terenu so uporabljali daljši, na manj kamnitem in ravnem delu vlak pa krajši sveder. Tudi globina vrtnanja je bila različna in se je nepravilno spreminjala od vrtine do vrtine. Vrtnanje je teklo večinoma vertikalno, le posamezne vrtine so bile poševno navzdol. Tedaj delavec stroj naslanja na telo.

Preglednica 1: DELOVIŠČA, STROJI IN VRTALCI PRI SNEMANJU ROPOTA
Table 1: WORKING FIELDS, MACHINES AND DRILLERS DURING NOISE RECORDING

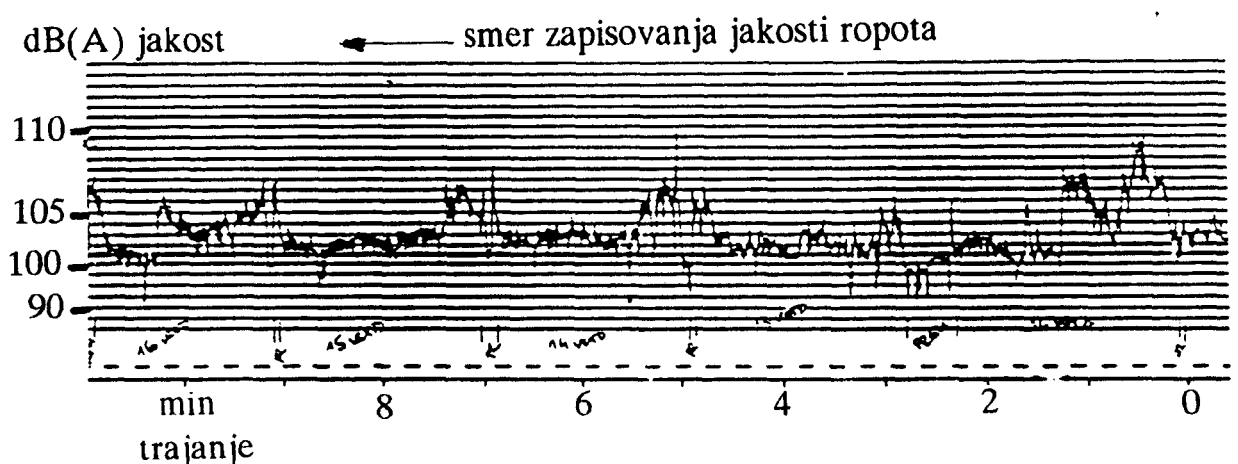
Delovišče	Datum snemanja	Vrtni stroji ser.štev.	Vrtalci		T.v. cm	T.t. kg	Traj. snem. min	Štev. vrtin		
			uporab. ime in svedri	star. priimek let						
CERKNICA	22.12.82	93120	80,40cm				23	8		
KARLOVICA	26.01.83	413512	80,40cm	F.P.	10		95	36		
NANOS	12.06.84		40,80cm				98	41		
GRINTOVEC	21.08.84	409321	80,40cm	M.P.	3	177	70	136	68	
BUKOVJE	13.08.86	428273	40,80cm	V.L.	21	1	174	70	15	
MENIŠIJA	12.05.88	438311	40,80cm	D.P.	25	1	173		84	42
MENIŠIJA	13.05.88	428268	40,80cm	K.					80	27

Kadar vrta pokončno, drži stroj z obema rokama ali samo z eno roko in ga občasno tudi nasloni na noge ali telo. Posamezniki so med vrtnjem obtežili stroj tudi tako, da so eno nogo položili na zgornji ročaj, nekako napol sedli na stroj. Na vlakah sta hkrati delala dva ali več delavcev. Pregled sedmih posnetih delovišč, nekatere podatke o njih in o snemanjih ropota prikazuje preglednica 1.

3.2. Jakost ropota med delom

Jakost ropota med vrtnjem vrtin za miniranje pri gradnji gozdnih vlak močno niha in je zlasti odvisna od elementov dela. Najmočnejši je ropot med čistim vrtnjem. Pri premikih od vrtine do vrtine delavec ne ugaša stroja, zato je tedaj ropot tudi relativno visok kljub temu, da stroj del tega časa teče v prostem teku. Ropota med zastoji in odmori večinoma nismo snemali. V tistih zastojih med vrtnjem, ko se sveder zatakne v vrtini je ropot prav tako visok, saj delavec poskuša stroj sprostiti, ne da bi ga ugasnil. Tudi v odmorih, ki smo jih posneli (delovišče Karlovica), smo izmerili ob delavčevem ušesu visoko jakost ropota, ker je v bližini deloval drug vrtalni stroj. Taki odmori torej ne zmanjšujejo bistveno obremenitve delavcev z ropotom. Jakost ropota med posameznimi elementi dela je močno odvisna od oddaljenosti stroja od ušesa vrtalca. Med čistim vrtnjem je ropot relativno enakomeren oziroma ni velikih nihanj. Jakost je na začetku vsake vrtine višja, potem pa enakomerno pada proti koncu vrtnja. Ropot namreč povzroča motor in udarjanje svedra. Na začetku vrtine je motor višje oz. bliže ušesu vrtalca pa tudi sveder bolj skače po površini skale. Grafikon 1 prikazuje tipičen potek jakosti ropota med delom. V preglednici 2 pa so prikazane srednje ekvivalentne jakosti ropota po elementih dela in skupaj za produktivni čas po posameznih deloviščih. V njej je navedeno tudi trajanje posnetih elementov dela in maksimalne zabeležene jakosti ropota.

Graf. 1: ZAPIS JAKOSTI ROPOTA VRTALNEGA STROJA
Graph 1: DRILLING MACHINE NOISE LEVEL RECORD



**Preglednica 2: JAKOST ROPOTA MED VRTANJEM NA GOZDNIH VLA-
KAH Z VRTALNIM STROJEM PIONJÄR 120**

**Table 2: NOISE LEVEL DURING DRILLING ON SKIDDING TRACKS
WITH THE PIONJÄR 120 DRILL**

Delovišče	Elementi dela														
	VRTANJE			PREHOD			PROD.ČAS.SK.		ZASTOJ			ODMOR			
	čas min	maks. dB(A)	L_{ekv} dB(A)	čas min	maks. dB(A)	L_{ekv} dB(A)	čas min	L_{ekv} dB(A)	čas min	maks. dB(A)	L_{ekv} dB(A)	čas min	maks. dB(A)	L_{ekv} dB(A)	
CERKNICA	19,3	111	103,8	3,6	108	100,2	22,9	103,4	0,2	101	100,7				
KARLOVICA	45,6	111	103,9	3,1	104	97,5	48,7	103,7	1,2	81	80,8	46,2	102	96,9	
NANOS	87,6	111	105,3	9,9	110	101,5	97,5	103,8	0,2	97	92,4				
GRINTOVEC	122,3	110	103,1	13,4	108	99,1	135,7	102,7							
BUKOVJE	13,8	108	102,1	1,0	106	98,0	14,8	101,9							
MENIŠIJA	69,5	113	104,7	6,1	110	101,9	75,6	104,0	2,5	108	96,9	6,0	99	91,0	
MENIŠIJA	64,6	112	104,0	12,7	110	102,9	77,3	104,0	1,6	109	97,9	1,2	74	73,6	

Jakost ropota (srednja ekvivalentna jakost) je torej največja med čistim vrtanjem in znaša po deloviščih ob ušesu vrtalca od 102 - 105 dB(A). Med prehodi od vrtine do vrtine znaša jakost ropota od 98 - 103 dB(A) in v skupnem produktivnem času od 102 - 104 dB(A). To pomeni, da je lahko na enem delovišču znatno večja kot na drugem, če vemo da pomenijo 3 dB(A) podvojitve obremenitve delavca z ropotom. Med odmori in zastoji so jakosti ropota zelo različne, odvisno od tega, ali v bližini

**Preglednica 3: VARIABILNOST JAKOSTI ROPOTA MED VRTANJEM S
STROJEM PIONJÄR 120**

**Table 3: NOISE LEVEL VARIABILITY DURING DRILLING WITH PIONJÄR
120**

Delovišče	Elementi dela											
	VRTANJE		PREHOD		PROD. ČAS		ZASTOJ		ODMOR			
	\bar{x} dB(A)	s dB(A)	\bar{x} dB(A)	s dB(A)	\bar{x} dB(A)	s dB(A)	\bar{x} dB(A)	s dB(A)	\bar{x} dB(A)	s dB(A)		
CERKNICA	101,7	8,5	99,7	2,4	101,4	7,8	100,7					
KARLOVICA	102,8	3,3	96,4	3,0	102,2		80,8		79,6	10,5		
NANOS	104,3	2,7	99,4	7,4	103,8	3,8	92,4					
GRINTOVEC	102,2	3,0	96,1	6,7	101,5	4,2						
BUKOVJE	101,5	2,6	96,2	5,3	101,0	3,3						
MENIŠIJA	103,9	2,8	97,6	8,9	103,2	4,4	91,2	8,7	86,8	6,7		
MENIŠIJA	103,3	2,7	101,3	6,2	103,0	3,6	86,2	13,2	73,6			

delajo še drugi stroji oziroma ali stroj, s katerim delavec dela tudi deluje. Najmanjše izmerjene jakosti ropota so v posameznih elementih dela znašale od 50 do 96 dB(A). Veliko variabilnost oz. nihanje jakosti ropota lahko ponazorimo z izračunanimi aritmetičnimi sredinami posameznih odčitavanj jakosti (vsakih 10 sekund) in s standardnimi odkloni, kar je prikazano v preglednici 3. Iz aritmetične sredine pa ne moremo sklepati na obremenitve vrtalcev z ropotom, ker ravno pri velikih nihanjih močno odstopajo od ekvivalentne jakosti in niso v skladu z občutljivostjo človeka.

Med vrtnjem znaša standardni odklon posameznih odčitkov najmanj, in sicer okrog 3 dB(A), med prehodi je dva do trikrat večji, med odmori in zastoji pa so nihanja jakosti še večja, vendar je bilo za zanesljivo ugotavljanje variabilnosti snemanj premalo.

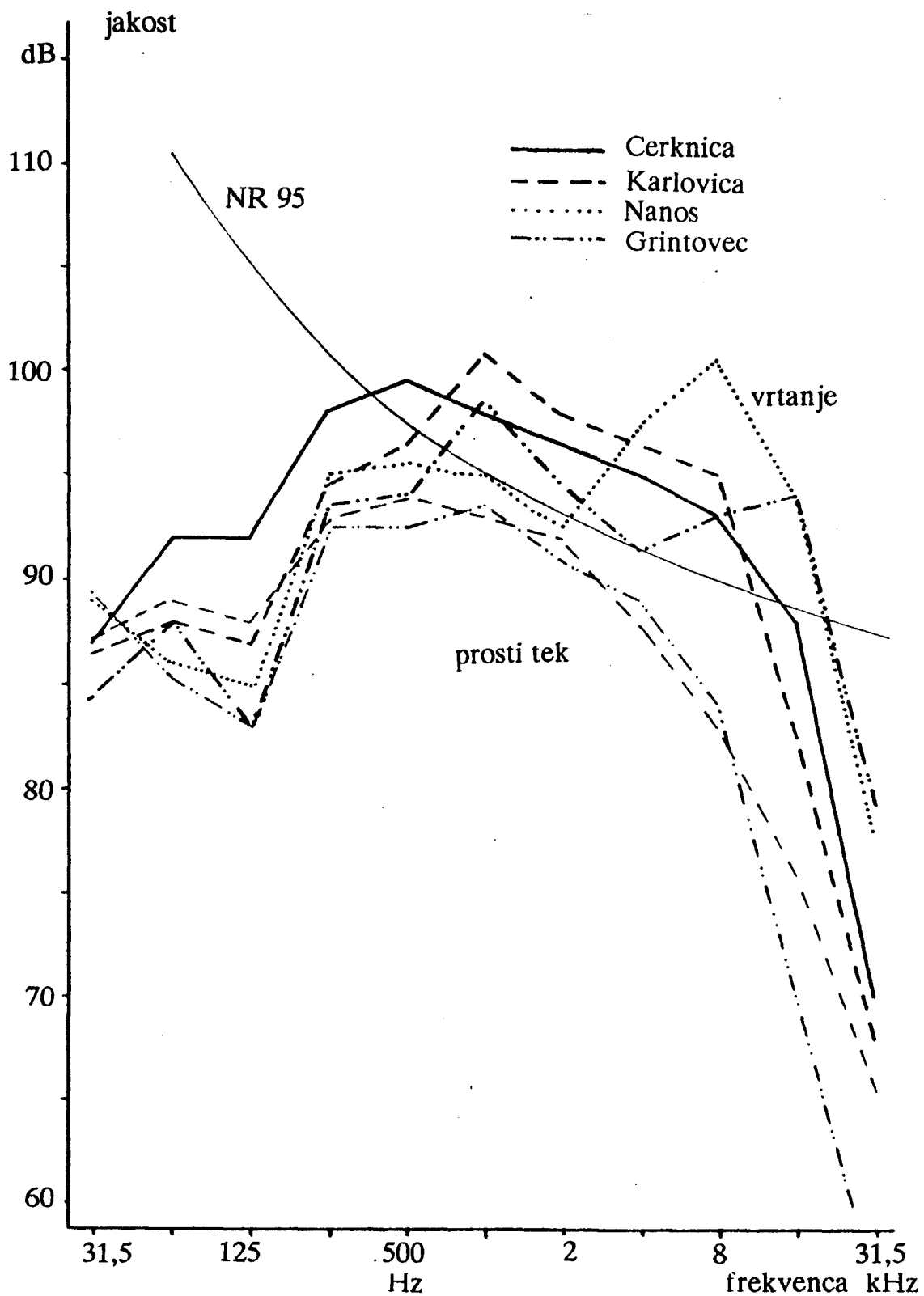
3.3. Frekvenčna analiza ropota vrtalnih strojev

Na vseh deloviščih smo med čistim vrtnjem naredili tudi frekvenčno analizo ropota. Čeprav v vseh oktavnih pasovih niso bile med vrtnjem povsem enake razmere, menimo da so analize vendarle pomembne za odkrivanje virov ropota. Frekvenčne analize smo naredili med vrtnjem nekaj vrtin tako, da smo vmes spreminjali frekvenčne pasove na oktavnem filtru in sproti odčitavali in zapisovali jakosti ropota. Razmere na začetku vrtine niso povsem enake kot na koncu. Na dveh deloviščih smo naredili tudi frekvenčni oktavni analizi med prostim tekom vrtalnega stroja brez pogona svedra. Podobne razmere vladajo med prehodi oziroma med prenašanjem stroja od vrtine do vrtine. Frekvenčne analize prikazujemo na grafikonih 2 - 3.

Frekvenčne analize ropota kažejo, da je ropot med vrtnjem močan na širokem frekvenčnem območju od 250 Hz do 16 kHz. Stroji na posameznih deloviščih se sicer med seboj razlikujejo, vendar na območju od 1 - 8 kHz vsi presegajo normativno krivuljo 95 NR. Še na veliko širšem območju pa presegajo NR 85, do katere še ne bi prišlo do okvar zdravja. Kažeta se dva maksimuma jakosti ropota, vendar različno po deloviščih. Na vseh deloviščih je izrazit maksimum pri 1 kHz, na nekaterih pa še drugi pri 8 ali celo pri 16 kHz. Ropot med prostim tekom ni veliko nižji od ropota med vrtnjem, saj je njegova jakost pri nizkih frekvencah do 500 Hz enaka kot med vrtnjem. Šele pri frekvencah nad 8 kHz pade pod NR 85. Ker se delovišča razlikujejo med seboj, smo za dve skupini delovišč izračunali srednje frekvenčne porazdelitve ropota. Prikazujemo jih na grafikonu 4 in jih primerjamo s frekvenčno analizo med vrtnjem s pnevmatskim kladivom RK-21. Vidimo, da je ropot tega kladiva približno enak ropotu Pionjära 120, vendar močan še na širšem frekvenčnem območju. Ima podoben drugi maksimum pri 8kHz kot

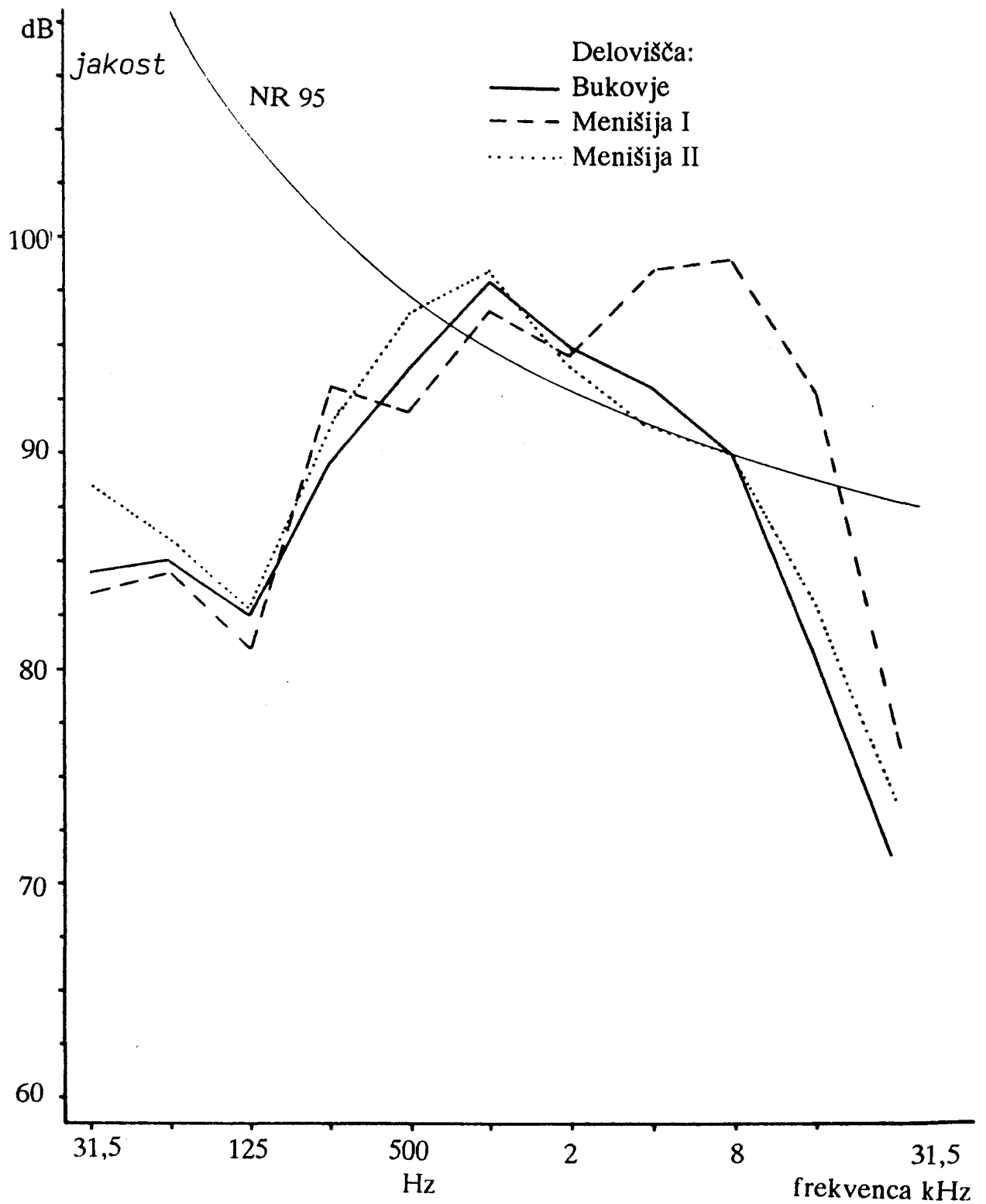
Graf. 2: FREKVENČNE ANALIZE ROPOTA VRTALNIH STROJEV PIONJÄR 120 MED VRTANJEM IN V PROSTEM TEKU

Graph 2: FREQUENCY ANALYSIS OF THE PIONJÄR 120 DRILLING MACHINE NOISE DURING DRILLING IN NEUTRAL RUN



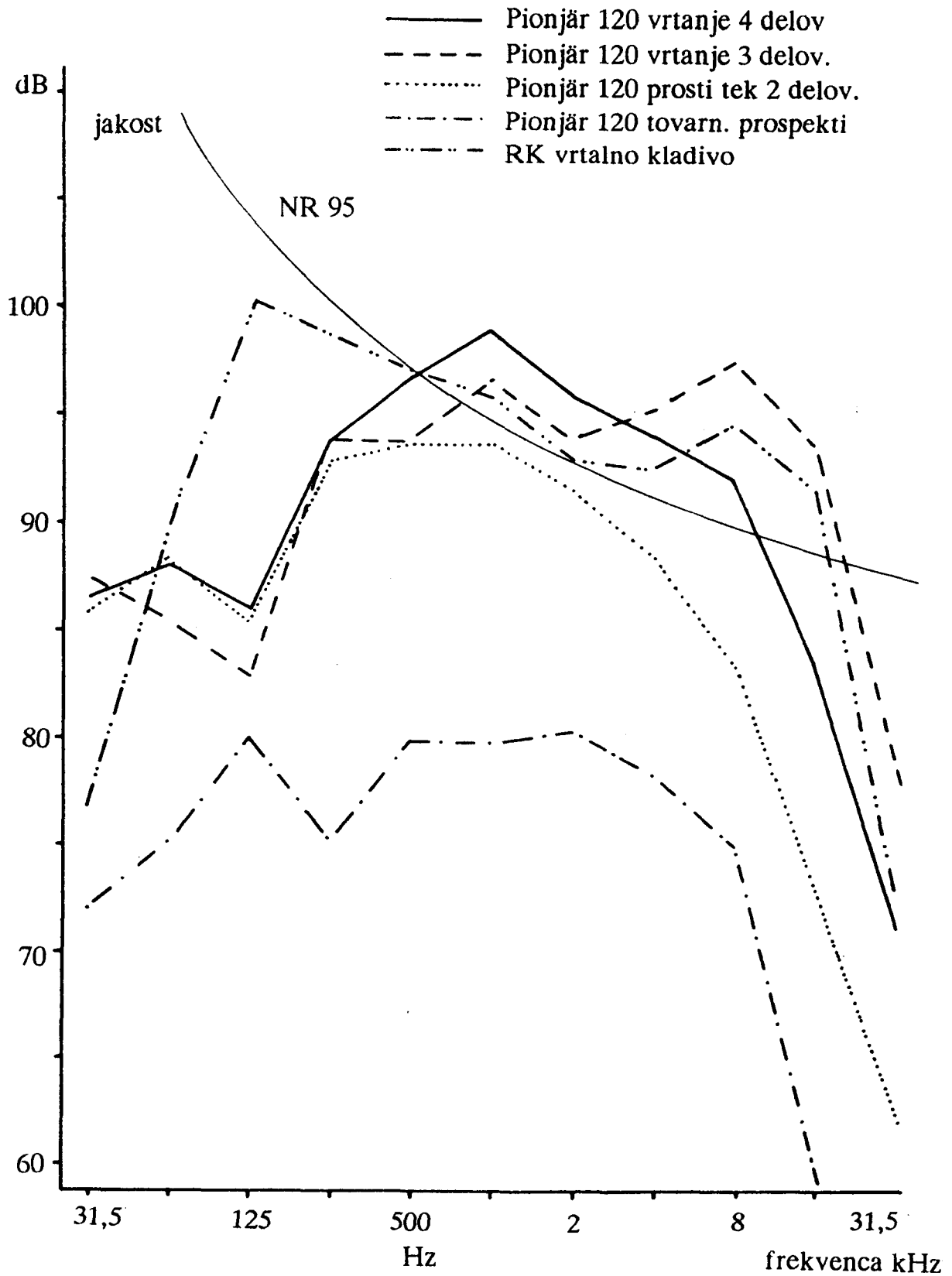
Graf. 3: FREKVENČNE ANALIZE ROPOTA VRTALNIH STROJEV PIONJÄR 120 MED VRTANJEM

Graph 3: FREQUENCY ANALYSIS OF THE PIONJÄR 120 DRILLING MACHINE NOISE DURING DRILLING



Graf. 4: PRIMERJAVA SREDNJIH FREKVENČNIH PORAZDELITEV ROPOTA VRTALNIH STROJEV

Graph 4: COMPARISON OF MEDIUM FREQUENCY DISTRIBUTION OF DRILLING MACHINE NOISE



vrtalni stroji na nekaterih deloviščih. Lahko samo domnevamo, da ta drugi maksimum povzroča udarjanje svedra ob kamnino in je izrazitejši takrat, kadar je delavec sklonjen k tlom zaradi uporabe krajšega svedra. Maksimum pri visokih frekvencah je za človekovo uho najbolj neugoden. Tudi ekvivalentna jakost ropota med delom je najvišja ravno na deloviščih, kjer smo uporabljali stroje, ki kažejo ta maksimum. Primerjava s tovarniškimi podatki kaže na zelo velike razlike, vendar ne vemo, kako je bila jakost ropota merjena.

3.4. Dnevna obremenitev vrtalcev z ropotom

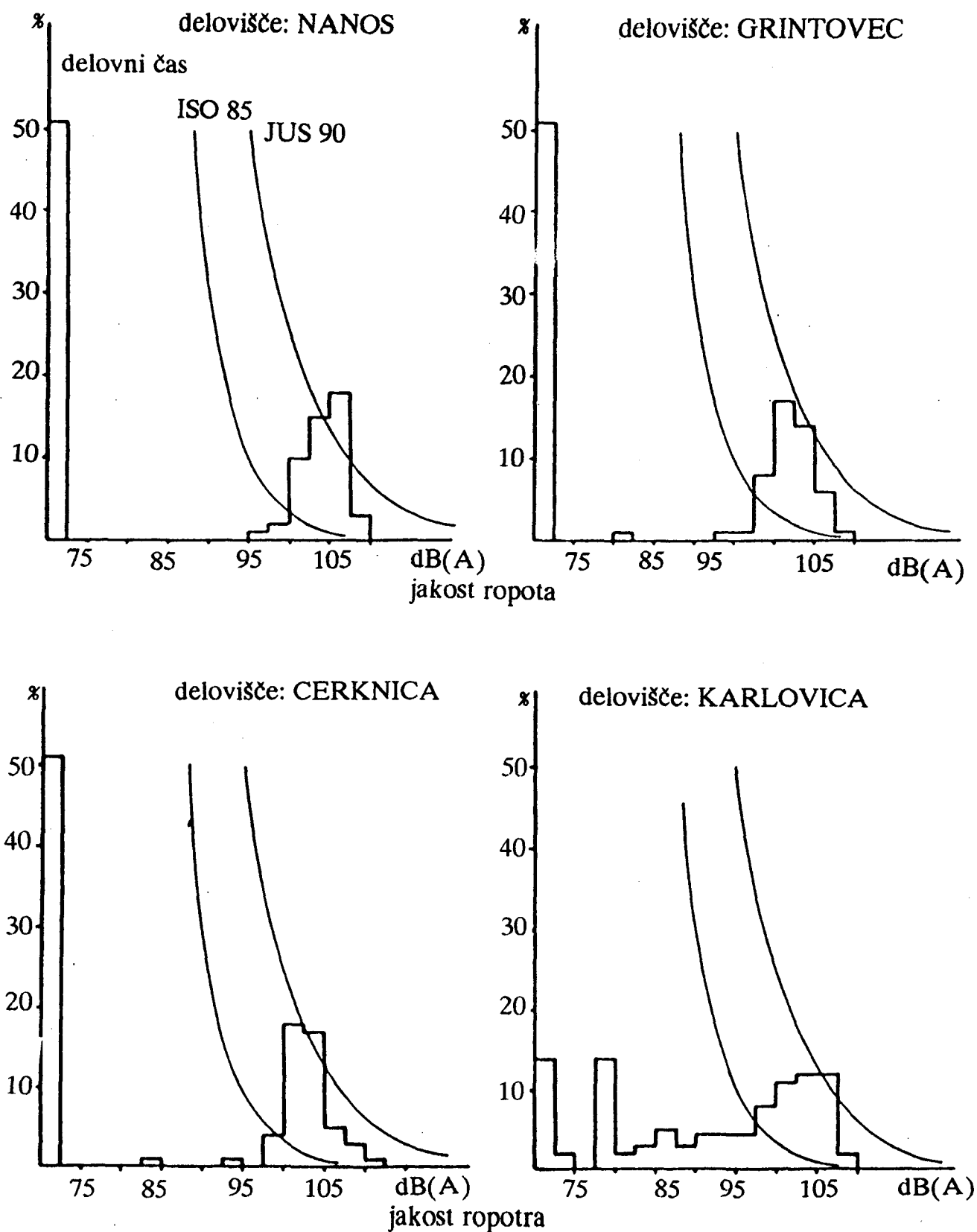
Ekvivalentna jakost ropota, ki smo jo ugotovili dovolj zanesljivo za produktivni čas med vrtnjem (poglavje 3.2), nam pomeni dovolj zanesljivo oceno obremenitve vrtalcev z ropotom med produktivnim časom. Ta znaša 102-104 dB(A), kar je veliko nad zdravju neškodljivimi dopustnimi jakostmi ropota. Obremenitev vrtalcev z ropotom v dnevnem delovnem času je odvisna od deleža produktivnega časa, pa tudi od tega, kolikšen je ropot med neproduktivnim časom. Ker pa so razmere med neproduktivnim časom lahko zelo različne, lahko dnevno obremenitev vrtalcev ocenimo na različne načine ob različnih predpostavkah. Iz snemanj, ki jih je opravil BITENC (3), smo povzeli dnevno sestavo časa, dnevno obremenjenost z ropotom pa smo izračunali na dva načina. Najprej smo predpostavili, da med odmori in drugimi deli (pomoč pri miniranju, ročna izdelava vlake, ipd) ni ropota, ker vsi stroji stojijo. V drugem primeru pa smo privzeli, da je vrtalec tudi med odmorom izpostavljen tolikšnemu ropotu, kot smo ga izmerili na delovišču Karlovica med odmorom, ko je deloval v bližini drug vrtalni stroj. Izračun in dnevna ekvivalentna jakost (obremenitev vrtalca) sta prikazana v preglednici 4.

Preglednica 4: IZRAČUN DNEVNE OBREMENJENOSTI VRTALCEV
Table 4: DAILY NOISE EXPOSURE OF DRILLERS

Element dela	Sestava del. časa min	Jakost ropota	
		I. dB(A)	II.(ropot v odmoru) dB(A)
Čisto vrtnje	216	102,1 - 105,3	102,1 - 105,3
Prehodi	14	97,5 - 102,9	97,5 - 102,9
Zastoji med vrtnjem	14	97,0	97,0
Odmori in druga dela	236	40,0	97,0
Delovni čas	480	98,8 - 102,0	100,0 - 102,7

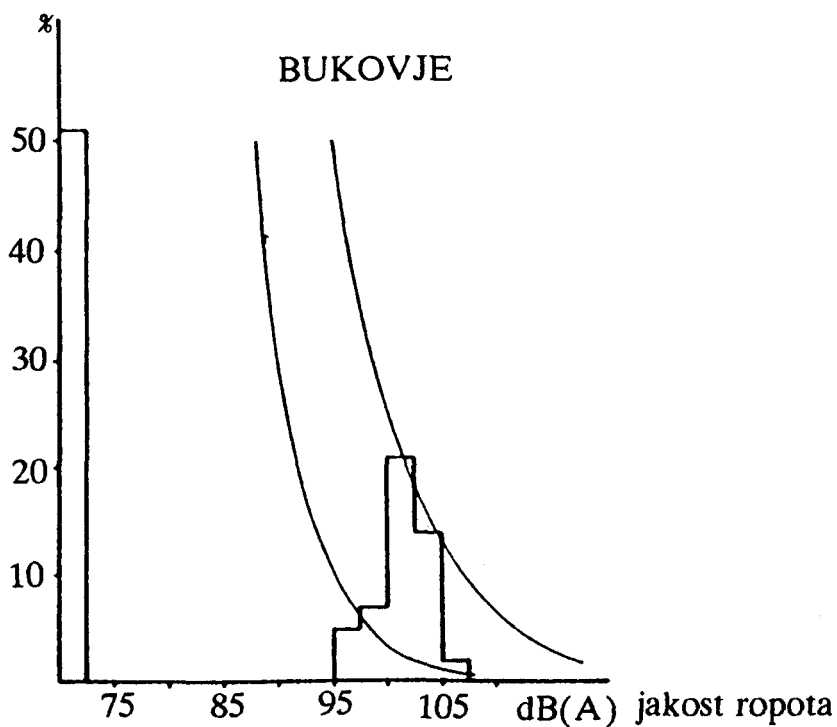
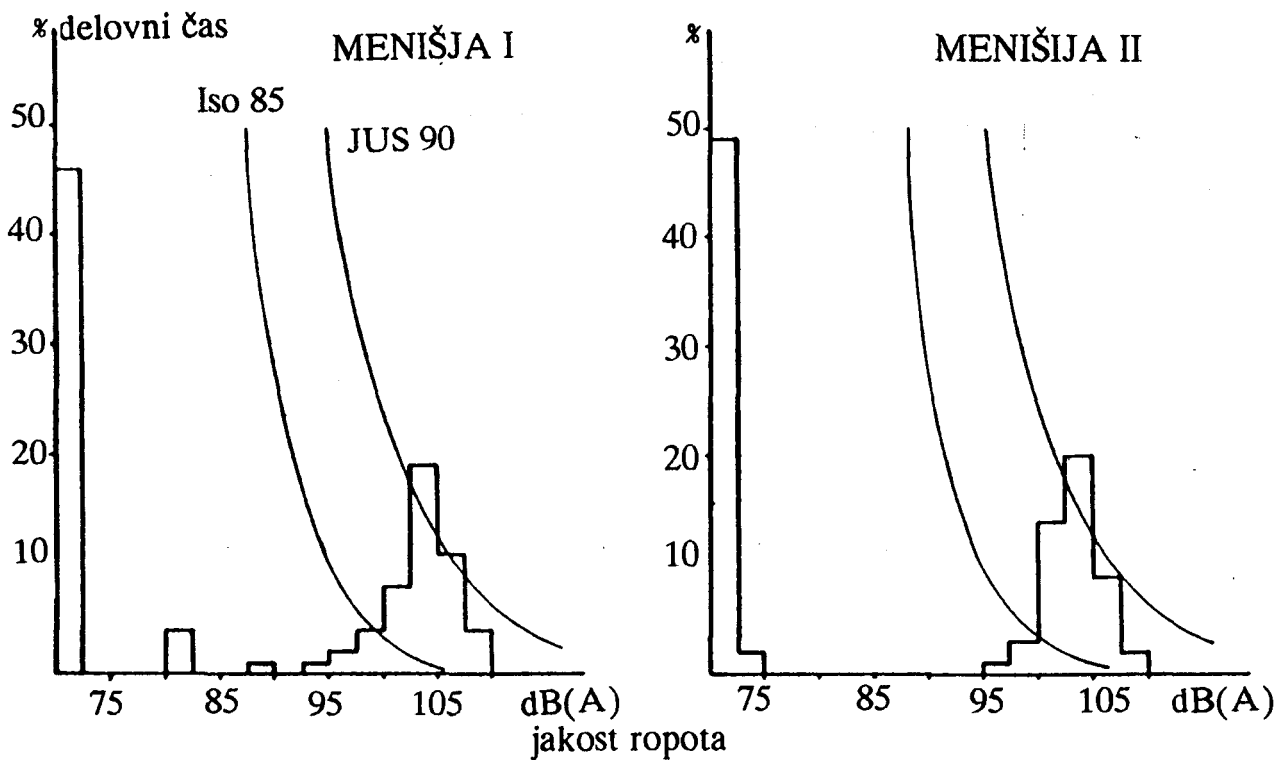
Graf. 5: POGOSTOST JAKOSTI ROPOTA MED DELOVNIM ČASOM PRI VRTANJU S PIONJÄR 120

Graph 5: NOISE LEVEL FREQUENCY DURING WORKING TIME WHEN DRILLING WITH PIONJÄR 120



Graf. 6: POGOSTOST JAKOSTI ROPOTA MED DELOVNIM ČASOM PRI VRTANJU S PIONJÄR 120

Graph 6: NOISE LEVEL FREQUENCY DURING WORKING TIME WHEN DRILLING WITH PIONJÄR 120



Iz preglednice je torej razvidno, da lahko računamo z dnevnimi obremenitvami med 99 in 102 dB(A) kadar med odmorom ni ropota in z obremenitvami med 100 in 103 dB(A), kadar med odmorom v delovišču ropotajo še drugi vrtalni stroji. Te obremenitve so daleč nad dopustnimi mejami 85 oz. 90 dB(A). Kadar med vrтанjem dela več delavcev hkrati z vrtalnimi stroji, drug drugemu ne povečujejo obremenitve z ropotom, ker so večinoma bolj oddaljeni drug od drugega kot 1 - 2 m, ko bi še lahko drug stroj povečeval jakost ropota ob ušesu delavca, ki tudi vrta. Na to kažejo naše meritve in zato svetujemo, da delavci, kadar jih dela več skupaj, hkrati jemljejo odmore, da zagotovijo med delom tudi nekaj obdobij tišine in s tem zmanjšajo svojo obremenitev z ropotom. Učinek takega ravnanja je neznaten, zato je nujno potrebno, da vedno med delom uporabljajo varovala sluha, najboljše glušnike, da ne bi prišlo do trajne okvare njihovega sluha.

Ker ropot pri uporabi vrtalnih strojev nastopa v krajših časovnih obdobjih s prekinitvami, je mogoče ugotavljati obremenjenost delavcev z njim tudi tako, da primerjamo pogostost pojavljanja (po 2,5 dBA širokih razredih) jakosti ropota v delovnem dnevu z dopustnimi mejami jakosti. To smo naredili za posneta delovišča ob predpostavki, da velja časovna sestava, ki jo ugotavlja BITENC (3) in da v odmorih, razen v delovišču Karlovica, ni ropota. Porazdelitev pogostosti jakosti ropota in primerjave z dopustnimi mejami so prikazane na grafikonih 5 - 6. Tudi po tem kriteriju presega ropot, ki mu je vrtalec izpostavljen, mednarodne dopustne meje, ko je sicer dovoljen tudi ropot jakosti nad 85 dB(A), vendar le krajši čas v delovnem dnevu s prekinitvami. (ISO 85, $q = 3$). Ta preseganja dopustnih jakosti trajajo po posameznih deloviščih od 35 do 40% delovnega časa oziroma praktično ves produktivni čas. Najpogosteje se pojavlja ropot jakosti med 100 in 105 dB(A),

Preglednica 5: PREOBREMENITVE VRTALCEV Z ROPOTOM

Table 5: OVEREXPOSURE OF DRILLERS TO NOISE

Delovišče	Trajanje preseganja dopustne meje ISO 85, $q = 3$ % delovnega časa	Trajanje preseganja dopustne meje JUS 90, $q = 5$ % delovnega časa
CERKNICA	38,0	1,5
KARLOVICA	35,0	1,5
NANOS	40,5	7,0
GRINTOVEC	36,5	0
BUKOVJE	34,5	0
MENIŠIJA I.	37,5	3,5
MENIŠIJA II.	39,5	5,5

na nekaterih deloviščih pa tudi od 100 do 107,5 dB(A). Ropot vrtnih strojev Pionjār 120 presega na večini delovišč tudi z jugoslovanskim pravilnikom določene, vendar človekovi občutljivosti neprilagojene dopustne meje izpostavljenosti ropotu v krajših časovnih obdobjih. Preseganje dopustnih meja v deležih delovnega časa prikazujemo tudi v preglednici 5.

Za varovanje sluha naj bi torej delavci redno uporabljali glušnike. Glušniki morajo biti taki, da dušijo ropot na širokem frekvenčnem območju zlasti pa pri visokih frekvencah okrog 8 kHz. Obremenitve vrtalcev z ropotom oz. jakost ropota so tolikšne, da druga varovala sluha (vata, čepi) niso dovolj učinkovita.

4. TRESENJE

4.1. Delovne razmere med snemanjem tresenja

Merjenja tresenja smo naredili v enakih delovnih razmerah kot merjenja ropota (glej opis v poglavju 3.1). Večina delovišč je bila istih kot pri snemanju ropota. Nekateri podatke o strojih, deloviščih in vrtalcih (nepopolno), prikazuje preglednica 6. Pri posameznih strojih so bile pomembne razlike v oblikovanju ročajev. Najprej smo snemali stroje s togimi ročaji. Glavni zgornji ročaji so bili oblečeni v posebno gumijasto mehko oblogo, vendar togi. Kasneje smo snemali stroje s tim. antivibracijskimi ročaji (AV), kjer so bili ročaji prek gumijastih čepov vezani na stroj. Včasih je bilo zaradi relativno mehkih čepov oz. upogljivih ročajev rokovanje s stroji oteženo. Tudi spodnji ročaj, ki ga delavec prime le občasno, je bil najprej tog kovinski, kasneje pa iz relativno mehke plastike. Spodnji ročaj drži delavec le tedaj, kadar s strojem vrta poševno v kamnino, ko ob začetku vrtanja z daljšim svedrom stoji stroj visoko, pri izvlačenju stroja iz vrtine in pri prenašanju do naslednje vrtine.

Snemanje tresenja na ročajih vrtnih strojev so bila na večini delovišč narejena v enem dnevu, ponekod pa so trajala tudi dva dni. Večino časa smo merili jakost vibracij po posameznih terčnih frekvenčnih pasovih med produktivnimi elementi dela, da bi lahko ocenili obremenjenost vrtalcev s tresenjem. Večkrat smo vmes merili jakost tresenja na vsem frekvenčnem območju - linearno. Skupno trajanje teh linearnih merjenj za posamezne smeri in ročaje je tudi prikazano v preglednici 6. Na zgornjem ročaju je bilo več merjenj in so v posameznih smereh in deloviščih trajala od 8 do 28 minut, na spodnjem ročaju pa le na 5 deloviščih od 2 do 19 minut.

Preglednica 6: DELOVIŠČA, STROJI IN VRTALCI PRI SNEMANJU VIBRACIJ

Table 6: WORKING FIELDS, MACHINES AND DRILLERS DURING VIBRATION RECORDING

Delovišče	Datum snemanja	Vrtni ser.šl.	stroji uporab. svedri	ročaji	ime in priimek	Vrtalci		T.v. cm	T.i. kg	Trajanje snemanj lin.					
						star. let	staž let			VERT. zg. sp.	HORIZ. ročaj	AKSIAL. zg. sp. min.			
KARLOVICA	26.-27.1.83	413512	80,40 cm	logi	F.P.		10			22	6	28	4	28	5
LOGATEC	14.8.84		40,80 cm	logi	M.P.	54	14	180	83	17	14	10	5	16	5
GRINTOVEC	22.8.84	409321	80,40 cm	logi	M.P.		3	177	70	27	19	23	11	17	9
CERNICA	16.6.86	425928	40,80 cm	logi						18	8	10	2	11	2
BUKOVJE	12.-13.8.86	428273	40,80 cm	AV	V.L.	21	1	174	70	8	10	8	9	18	7
MENIŠIJA	19.5.88	438311	80,40 cm	AV	D.P.	25	1	173		9	10		9		
MENIŠIJA	20.5.88	421042	40,80 cm	AV	K.					11	8		11		

4.2. Jakost vibracij na ročajih vrtnih strojev

Linearno izmerjena jakost vibracij na ročajih vrtnih strojev Pionjār 120 na vsem frekvenčnem območju od 0 - 1000 Hz je bila po posameznih deloviščih in posameznih komponentah oziroma smereh različna. Najpomembnejše je tresenje med čistim vrtnjem. Jakost je med vrtnjem posamezne vrtine od začetka do konca približno enaka, razen včasih na začetku, ko sveder še poskakuje po površini skale. Posamezne vrtine se med seboj po jakosti tresenja tudi razlikujejo, vendar razlike niso velike. Med prehodi od vrtine do vrtine običajno jakost vibracij nekoliko pade, vendar se lahko dogaja, da tudi naraste, zlasti če štejemo k prehodu tudi nastavljanje svedra za novo vrtino. Tedaj namreč vrtalec še ne pritiska s polno močjo ali s svojo težo na stroj. Prehodi med vrtinami so bili kratkotrajni in zato tudi snemanja jakosti vibracij: 5 do 40 izjemoma do 70 min/100. Med zastoji tresenja ni, ali pa je še kratkotrajnejše in nižje jakosti, tako da v neproduktivnem času vrtalec v glavnem ni obremenjen s tresenjem. V preglednici 7 so prikazane poprečne jakosti (kvadratične sredine) linearno merjenih vibracij za čisto vrtnje in prehode, v preglednici 8 pa razpon med posameznimi merjenji oziroma vrtinami. Izračunane so tudi vektorske velikosti za posamezna delovišča.

Preglednica 7: JAKOST TRESENJA -LINEARNO- NA ROČAJIH VRTALNIH STROJEV PIONJÄR 120

Table 7: VIBRATION LEVEL-LINEAR-ON THE HANDLES OF PIONJÄR 120 DRILLING MACHINES

ZGORNJI LEVI ROČAJ

Delovišče	Tresenje med vrtnjem				Tresenje med prehodi				
	smer	VERT.	HOR.	AKS.	Vektor. velikost	VERT.	HOR.	AKS.	Vektor. velikost
		m/s^2	Pospeški m/s^2	m/s^2		m/s^2	m/s^2	Pospeški m/s^2	
KARLOVICA	58,0	64,5	30,8	92	67,3	45,8	20,4	84	
LOGATEC	91,2	67,9	62,1	130	73,3	65,8	32,4	104	
GRINTOVEC	88,8	36,1	42,2	105	128,8	48,6	26,4	140	
CERKNICA	83,2	45,9	56,3	110	104,4	45,1	48,8	124	
BUKOVJE	48,6	29,9	47,0	74	55,8	29,6	46,1	78	
MENIŠIJA I.	45,3	32,8	40,4	69	47,0	20,3	66,2	84	
MENIŠIJA II.	55,6	28,1	45,5	77	34,9	28,8	53,6	70	

SPODNJI ROČAJ

	Vrtanje				Prehodi			
KARLOVICA	69,9	32,9	49,0	91				
LOGATEC	96,2	60,5	85,4	142	85,4	39,4	72,6	119
GRINTOVEC	50,8	50,2	74,6	103	55,1	45,1	72,9	102
CERKNICA	99,8	95,0	65,0	152	62,7		25,0	
BUKOVJE	63,4	69,3	92,9	132	59,4	56,0	54,3	98

O.P.: MENIŠIJA I 19,05,88

MENIŠIJA II. 20.05.88

Na zgornjem togem ročaju znašajo torej pospeški tresenja med čistim vrtnjem, ko delavec tudi drži ročaj, v posameznih smereh poprečno po deloviščih od 36 do 91 m/s^2 . Na antivibracijskem zgornjem ročaju je jakost tresenja bistveno manjša (delovišča Bukovje in Menišija) in znaša 28 do 56 m/s^2 v posamezni smeri. Vektorske velikosti pospeškov vibracij prav tako kažejo na očitne razlike med obema vrstama ročajev. Pri togih ročajih pospeški v eni od smeri vedno presegajo 60 m/s^2 , pri antivibracijskih ročajih pa so še vedno nad 45 m/s^2 . Najpogosteje so tresljaji najmočnejši v vertikalni smeri, saj je valj motorja postavljen vertikalno, pa tudi sveder udarja v vertikalni smeri. Med prehodi so vibracije na zgornjem ročaju podobne jakosti kot med vrtnjem, pri posameznih strojih celo nekoliko močnejše. Čeprav teče stroj tedaj v prostem teku in sveder ne udarja, je to dejstvo možno razložiti s tem, da vibracije med prestavljanjem stroja niso dušene z rokami ali težo vrtalca. Prehodi trajajo kratek čas in zato manj vplivajo na obremenitve vrtalcev s tresenjem kot čisto vrtnje.

Preglednica 8: IZMERJENA NIHANJA JAKOSTI TRESENJA -LINEARNO-NA ROČAJIH VRTALNIH STROJEV PIONJÄR 120 (poprečja posameznih vrtin)

Table 8: OSCILLATION OF VIBRATION LEVEL-LINEAR-ON HANDLES OF PIONJÄR 120 DRILLING MACHINES (average of individual drills)

ZGORNJI LEVI ROČAJ

DELOVIŠČE smer	Tresenje med vrtnjem			Tresenje med prehodi		
	VERT.	HOR.	AKS.	VERT.	HOR.	AKS.
	pospeški m/s ²			pospeški m/s ²		
KARLOVICA	37- 61	49-66	16-48	67	46	20
LOGATEC	86- 99	57-76	59-70	15-94	64-70	29-38
GRINTOVEC	82-100	33-44	27-46	84-135	40-55	15-40
CERKNICA	60-102	37-52	49-69	103-106	36-60	31-61
BUKOVJE	40- 55	22-35	28-58	55-59	28-33	37-63
MENIŠIJA I.	35- 53	30-35	31-48	47	19-25	66
MENIŠIJA II.	40- 62	23-35	40-59	30-40	21-35	16-72
SPODNJI ROČAJ		Vrtanje		Prehodi		
KARLOVICA	70	33	49			
LOGATEC	55-118	34-64	74-99	75-100	36-40	63-77
GRINTOVEC	33-64	43-70	63-81	46-82	40-53	60-97
CERKNICA	70-127	95	65	63		25
BUKOVJE	49-88	58-77	77-115	41-71	37-67	50-90

Na spodnjem ročaju je tresenje med vrtnjem, spet merjeno na vsem frekvenčnem območju linearno, približno enake jakosti kot na zgornjem. Na posameznih deloviščih je lahko večje ali manjše. Razlike se ne ravnaajo po nekem pravilu. Delavec večinoma ročaja tedaj ne drži. Med prehodi, ko delavec drži za spodnji ročaj, je jakost tresenja nekoliko manjša kot na zgornjem, vendar v posamezni smeri večinoma še vedno večja od 40 m/s². Med kovinskim in plastičnim spodnjim ročajem nismo ugotovili razlik v jakosti tresenja.

Naša predhodna merjenja (4) tresenja pri vrtnanju s pnevmatičnimi kladivi RK 21 (vektorska velikost linearnih pospeškov 124 m/s²) kažejo, da je jakost tresenja pri obeh strojih približno enaka. Vrtalne stroje Pionjär 120 lahko primerjamo tudi z motornimi žagami, kjer je za linearno merjene pospeške vibracij med prežagovanjem veljala meja 50 m/s², pod katero so motorke še sprejemljive za poklicno uporabo. Vrtalni stroji Pionjär 120 brez AV ročaja med čistim vrtnjem vedno presegajo to mejo v eni (vertikalni), dveh ali celo vseh treh smereh merjenja vibracij. Torej je tresenje tolikšno kot pri starih motornih žagah brez

antivibracijskih ročajev. Pri strojih Pionjār 120 z AV ročaji pa smo na zgornjem ročaju med čistim vrtnjem samo v enem primeru izmerili pospeške nad 50 m/s^2 , vendar so vsi pospeški že zelo blizu te vrednosti. Med prehodi pospeški na zgornjem ročaju v eni od smeri presegajo to mejno vrednost, na spodnjem ročaju pa jo vedno močno presegajo. Vrtalni stroji povzročajo torej tresenje kot motorne žage v tistem obdobju, ko so povzročale največ vibracijskih obolenj.

Iz preglednice 8 so razvidne velike razlike v jakosti tresenja od merjenja do merjenja oziroma od vrtine do vrtine. Prikazane so ekstremne vrednosti poprečnih pospeškov, večina merjenj pa je vendar blizu ugotovljenega poprečja za vse vrtine oz. merjenja. Zato menimo, da naša metoda ugotavljanja obremenitev vrtalcev z vibracijami, ko smo frekvenčno analizo naredili med vrtnjem več različnih vrtin, pripelje do pravih rezultatov.

4.3. Obremenitve vrtalcev s tresenjem

Iz frekvenčnih porazdelitev vibracij, zlasti pri nizkih frekvencah, je mogoče sklepati na obremenitve vrtalcev s tresenjem. Med čistim vrtnjem je na vseh posnetih strojih oz. deloviščih izrazit maksimum vertikalnih vibracij pri 40 Hz (glej grafikone 7-9). Ti maksimumi pri strojih brez antivibracijskih ročajev v vertikalni smeri zmerom presegajo 30 m/s^2 , medtem ko so pri strojih z AV ročaji bistveno manjši in dosežajo vrednosti 18-24 m/s^2 . Pri vseh strojih pa pospeški presegajo z mednarodnimi standardi (ISO) določene meje dopustnih obremenitev in presegajo celo 5-kratno vrednost dopustnih pospeškov za 8 urno izpostavljenost. Tolikšna vrednost je dopustna za krajša obdobja med delom s prekinitvami. Naše izmerjene vrednosti med vrtnjem jih vedno presegajo, zato tako delo ni dopustno niti krajši čas med delovnim časom.

Pri strojih brez AV ročajev tudi pospeški v horizontalni (naprej- nazaj) smeri presegajo vse dopustne meje, medtem ko pospeški v bočni smeri ne presegajo 5 kratne dopustne obremenitve za 8 ur. Pri strojih z AV ročaji pospeški v horizontalni smeri ravno dosežajo 5 kratno dopustno mejo, v bočni smeri pa so še manjši.

Absolutno višje vrednosti pospeškov nastopajo na zgornjem ročaju še pri višjih frekvencah 200-400 Hz vendar za obremenitev vrtalcev niso pomembne, ker je človek na vibracije teh visokih frekvenc manj občutljiv.

Izračunani tehtani, z občutljivostjo človekovih rok vrednoteni pospeški ($a_{h.w}$ - preglednica 9) kažejo podobno kot grafikoni frekvenčnih porazdelitev tresenja, da na zgornjem ročaju tresenje oz. obremenitev vrtalcev s tresenjem presega dopustno

Preglednica 9: TEHTANO VREDNOTENI POSPEŠKI NA ROČAJIH VRTALNIH STROJEV PIONJÄR 120 MED ČISTIM VRTANJEM - OBREMENTITVE VRTALCEV -

Table 9: WEIGHTED ACCELERATIONS ON THE HANDLES OF PIONJÄR 120 DRILLING MACHINES DURING PURE DRILLING-EXPOSURE OF THE DRILLERS

ZGORNJI ROČAJ

Delovišče smer	Tehtani pospeški			a_{WAS}^{*2} Tehtana vsota m/s ²
	$a_{h.w}^{*1}$ VERTIKALNO m/s ²	$a_{h.w}$ HORIZONTALNO m/s ²	$a_{h.w}$ AKSIALNO m/s ²	
KARLOVICA	22,27	15,94	6,32	28,11
LOGATEC	25,36	17,27	11,37	32,72
GRINTOVEC	27,14	14,00	10,13	32,17
CERKNICA	21,56	10,88	6,77	25,08
BUKOVJE	12,84	7,54	6,30	16,17
MENIŠIJA I.	12,82	7,02	6,21	15,88
MENIŠIJA II.	10,18	7,25	6,05	13,89

SPODNJI ROČAJ

KARLOVICA	18,19	6,36	6,47	20,33
LOGATEC	24,49			
GRINTOVEC	14,06	5,41	10,13	16,28
CERKNICA	26,36			
BUKOVJE	17,33	5,33	7,70	19,70

O.P.: *1 $a_{h.w} = \sqrt{\sum(K_j \cdot a_j)^2}$ K_j = korekcijski faktor po ISO glede na občutljivost rok
(tehtani pospešek za roke) a_j = pospešek v tercnem frekvenčnem pasu

*2 $a_{WAS} = \sqrt{a_{h.w.VERT}^2 + a_{h.w.HORIZ}^2 + a_{h.w.AKS}^2}$ = tehtana vsota pospeškov

mejo 12 m/s² (SAS o delovnih in življenjskih razmerah delavcev v gozdarstvu Slovenije) pa tudi 15 m/s², kot jo sedaj uveljavljajo svetovni standardi. Med čistim vrtanjem je obremenitev vrtalcev, ki delajo s stroji z AV ročaji, bistveno manjša od obremenitve tistih, ki so delali s stroji, ki AV ročajev nimajo. Odločilne za izračun obremenitev so vibracije v vertikalni smeri. Z zmanjševanjem dnevnega trajanja čistega vrtanja in s prekinitvami se obremenjenost vrtalcev sicer zmanjšuje, vendar je ni mogoče na noben način spraviti pod zdravju neškodljive dopustne meje. Zato bi bilo treba obseg tega dela v gozdarstvu zmanjševati ali pa povsem prenehati z njim. Žal še niso uspeli poskusi, da bi ročne vrtnalke tudi na vlakih nadomestile vrtnalke lafete. Povsod tam, kjer pa je delo z njimi možno, zaradi ohranitve zdravja delavcev ne bi smeli uporabljati ročnih vrtnih strojev.

Podatki, ki izvirajo od proizvajalca Berema (grafikon 10) in nam jih je posredovalo

GG Postojna, so podobni našim merjenjem. Tresenje pri strojih Pionjär 120 brez AV ročajev pri 50 Hz močno presega 5 kratno vrednost dnevnih dopustnih obremenitev, pri tistih z AV ročaji pa nekaj manj. Tehtani pospeški ($a_{h.w}$) znašajo 15,4 in 10,5 m/s². Šele pri lažjem vrtnem stroju, Cobra 243, ki ga pa naši delavci zaradi manjše zmogljivosti niso sprejeli, tresenje presega samo 4 kratno dnevno dopustno mejo, 5 kratne pa ne ($a_{h.w} = 5,7$ m/s²).

Tudi na spodnjem ročaju vrtnih strojev so vibracije Pionjär 120 med vrtnjem najbolj neugodne v vertikalni smeri (grafikoni 11-13). Pri 40 Hz vedno presegajo vse dopustne meje izpostavljenosti. Na posameznih deloviščih so lahko neugodne tudi še pri višjih frekvencah. Izmerjene horizontalne in bočne vibracije (3 delovišča) 5 kratne vrednosti dopustne meje ne presegajo, imajo pa veliko jakost pri višjih frekvencah nad 200 Hz. Kadar torej vrtalec med vrtnjem preprime z zgornjega na spodnji ročaj ostajajo obremenitve rok s tresenjem približno enake, pri strojih z zgornjimi AV ročaji se morda nekoliko povečajo. Trajanje teh prijemov je zelo kratko, tako da na skupno obremenitev nima pomembnega vpliva.

5. LITERATURA IN VIRI

1. BEREMA: Pionjär 120/130 tovarniški prospekt. Frekvenčna analiza vibracij na ročajih vrtnih strojev, Švedska 1985
2. BITENC, B.: Primerjava ročnih vrtnih strojev Pionjär, BR-52 in BR-80 pri gradnji gozdnih cest. Diplomsko delo, BF, Ljubljana 1977
3. BITENC, B.: Struktura časov pri izgradnji traktorskih vlak. Podatki snemanj v letu 1977 - osebno sporočilo
4. LIPOGLAVŠEK, M.: Prva merjenja obremenitev vrtalcev z ropotom in vibracijami pri gradnji gozdnih cest. BF, Ljubljana 1982, poročilo za GG Bled
5. LIPOGLAVŠEK, M.: Ergonomska ocena delovnih sredstev pri pridobivanju lesa v Sloveniji. Gozd. vestnik, 1984, št. 7-8, str. 289-303
6. LIPOGLAVŠEK, M.: Obremenitev delavcev pri delu z ročnimi prenosnimi stroji. Referat na seminarju "Ergonomsko oblikovanje dela v gozdarstvu" Jezersko, 1983

6. SUMMARY

Noise level, vibrations and the exposure of drillers during drilling holes with the Pionjär 120 breast drill were measured in seven working fields during the building of skidding tracks in the Dinnaric part of Slovenia. The measurements were carried

out in detail during productive working time, i.e. during drilling and during transition from one hole to another, as well as during breaks and hold-ups.

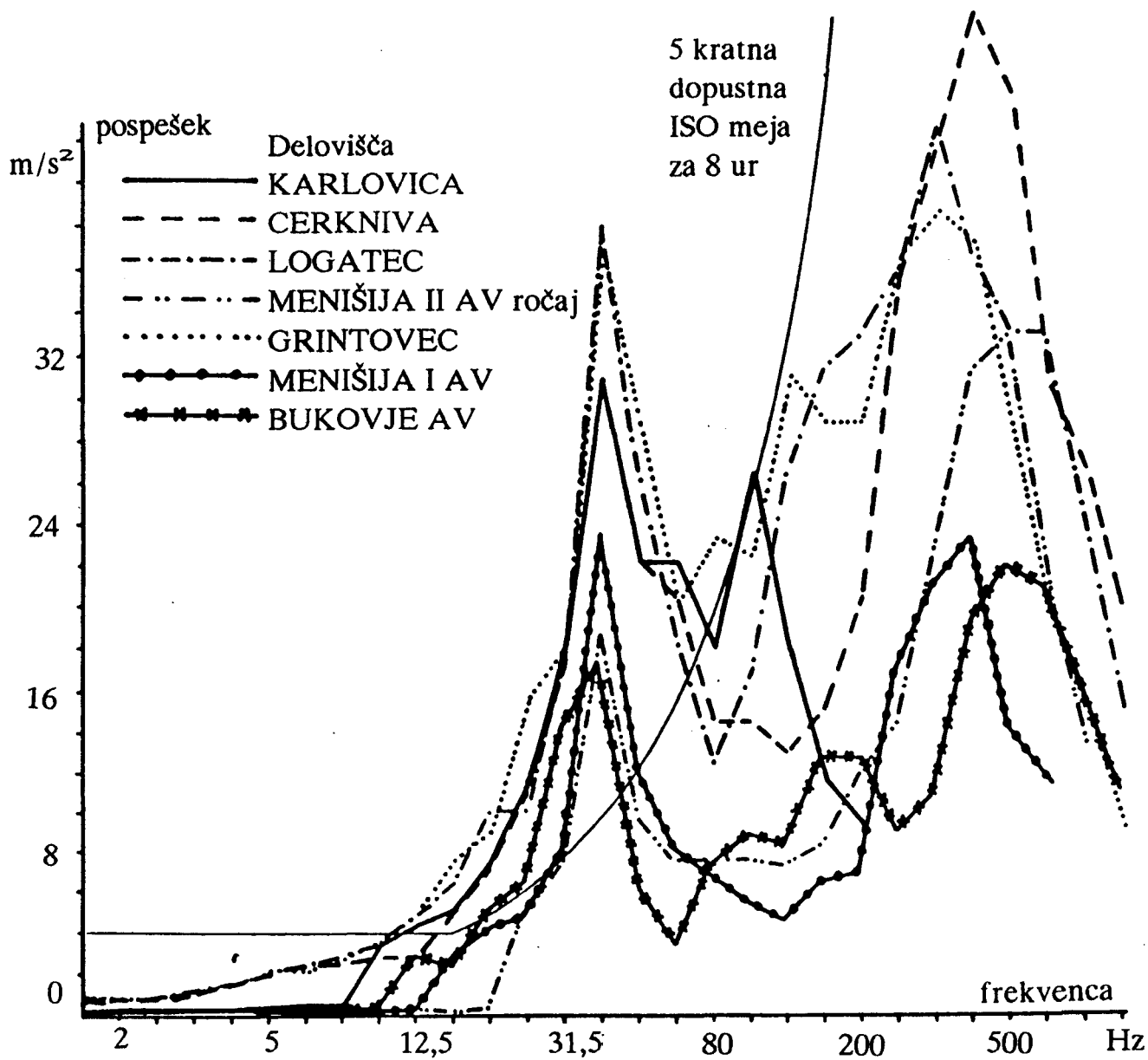
During the productive drilling time, the following noise level was established in individual working fields - 102-104 dB (A). Oscillations were numerous and frequent because of the many breaks, hold-ups and transitions which occur during work. Taking into considerations that there are 230 minutes of productive time daily, and that during breaks drillers are not exposed to noise of the drilling machines operating around them, the daily exposure to noise is (L_{ekv}) 99-102 dB(A), which considerably exceeds the permitted above limit. A prompt use of ear protection is therefore imperative. The noise of the drilling machines during drilling extends over a wide frequency area, from 250 Hz to 16 Hz and it exceeds the standard line 95 NR within the 1 - 8 kHz span. Ear protection must therefore muffle mainly the high frequency noise.

The vibrations on the handles of Pionjär 120 drilling machines are strongest vertically. On the upper handle (measured linearly) during drilling they exceed 60 m/s^2 on stiff handles, and 45 m/s^2 on anti-vibration handles. Similar vibration intensities occur on the lower handles, too, yet the driller only holds it for shorter periods of time. The vibrations exceed the permitted limits and are approximately the same as those on oldfashioned chain-saws which had no anti-vibration handles. The exposure of the workers to vibrations when using machines with AV handles exceeds all permitted limits too, also those for shorter periods of time with interruptions (five times the daily exposure). The most important for exposure are vertical vibrations at a frequency of 40 Hz. Machines which are equipped with AV handles exceed the permitted limits less and the exposure of drillers to vibrations is smaller. The use of lighter drilling machines could even lessen the exposure to vibrations and push it under the permitted line, but only if drilling lasted less than an hour daily and with breaks.

Because of such exposures of drillers to adverse factors of their working environment and in order to preserve their health, such work should be banned or at least its amount should be decreased considerably. As long as drilling machines have to be used - and it is no better with power hammer - additional protection measures have to be introduced: a prompt use of personal protection devices such as ear-plugs or gloves, simultaneous operations of several drilling machines should be carried out only when the machines are considerably far from one another and with simultaneous breaks, exchange of workers should be introduced, it should be set how long one can work as a driller - from the daily as well as lifetime point of view.

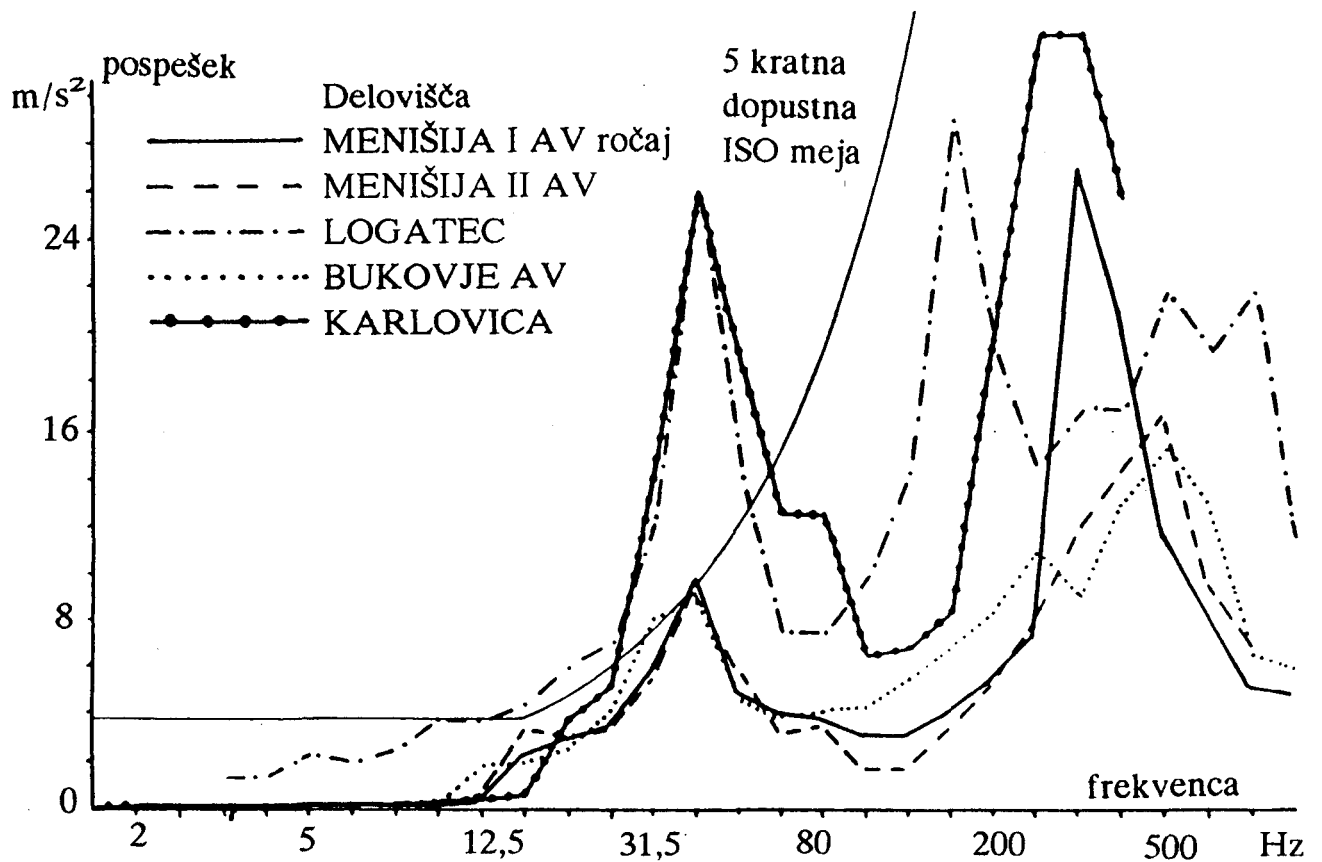
Graf. 7: FREKVENČNE PORAZDELITVE VERTIKALNIH VIBRACIJ NA ZGORNJEM ROČAJU VRTALNEGA STROJA PIONJÄR 120

Graph 7: FREQUENCY DISTRIBUTION OF VERTICAL VIBRATIONS ON THE UPPER HANDLE OF THE PIONJÄR DRILLING MACHINE



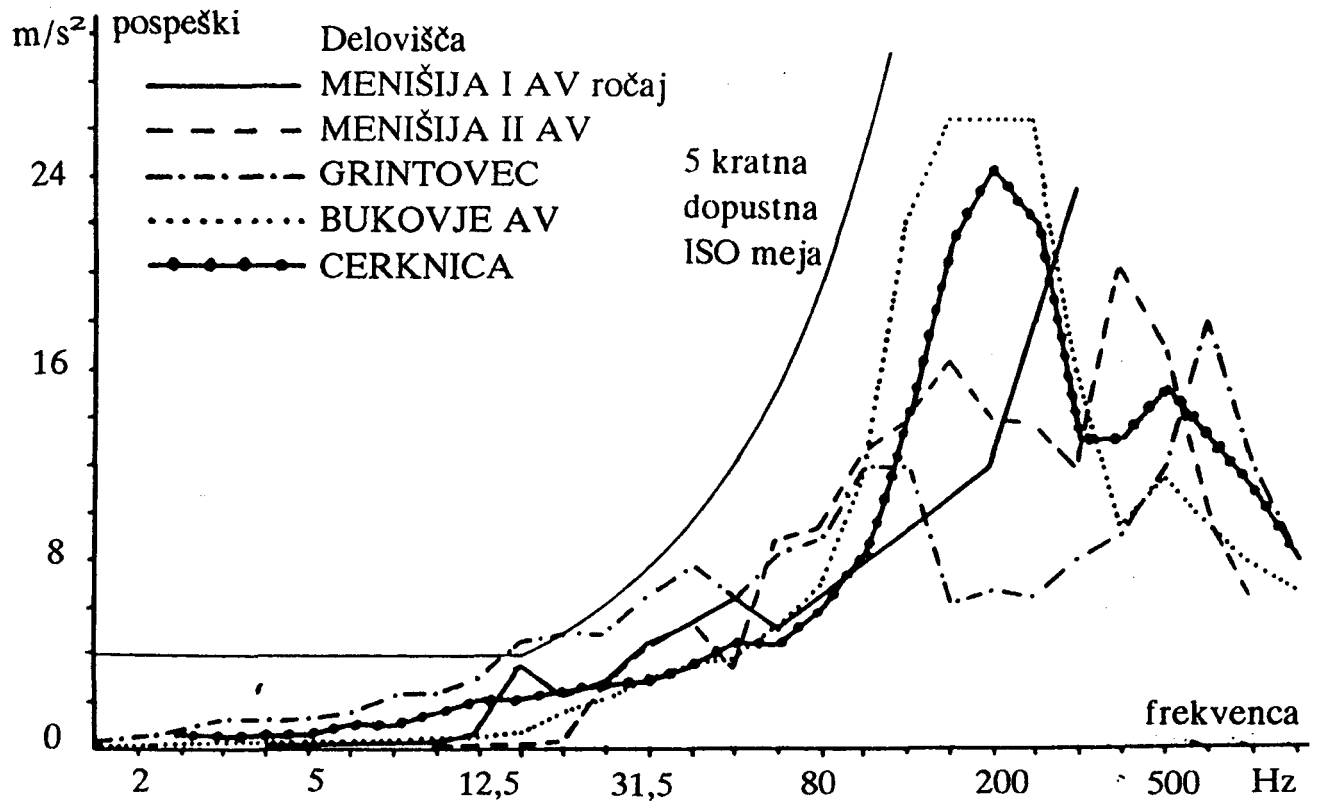
Graf. 8: FREKVENČNE PORAZDELITVE HORIZONTALNIH VIBRACIJ NA ZGORNJEM ROČAJU VRTALNEGA STROJA PIONJĀR 120

Graph 8: FREQUENCY DISTRIBUTION OF HORIZONTAL VIBRATIONS ON THE UPPER HANDLE OF THE PIONJĀR DRILLING MACHINE



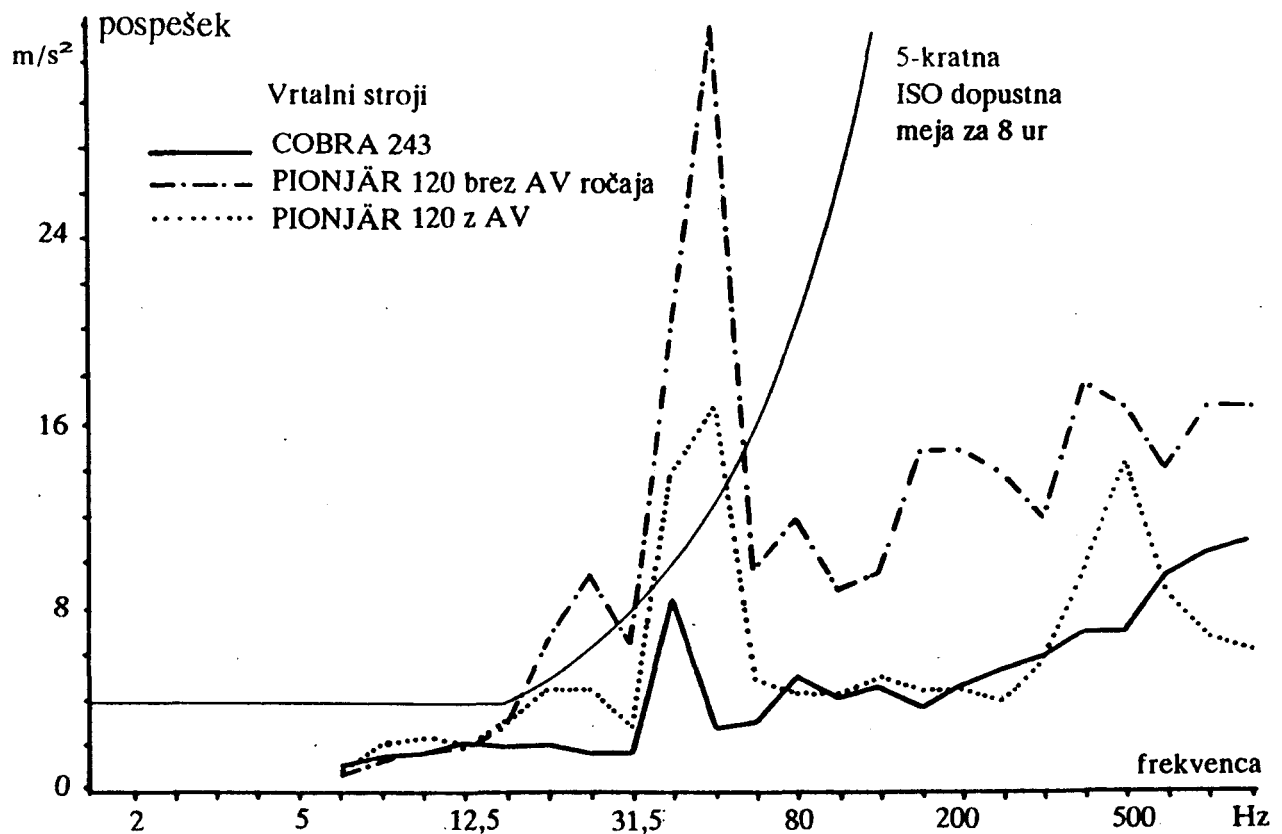
Graf. 9: FREKVENČNE PORAZDELITVE AKSIALNIH VIBRACIJ NA ZGORNJEM ROČAJU VRTALNEGA STROJA PIONJÄR 120

Graph 9: FREQUENCY DISTRIBUTION OF AXIAL VIBRATIONS ON THE UPPER HANDLE OF THE PIONJÄR 120 DRILLING MACHINE



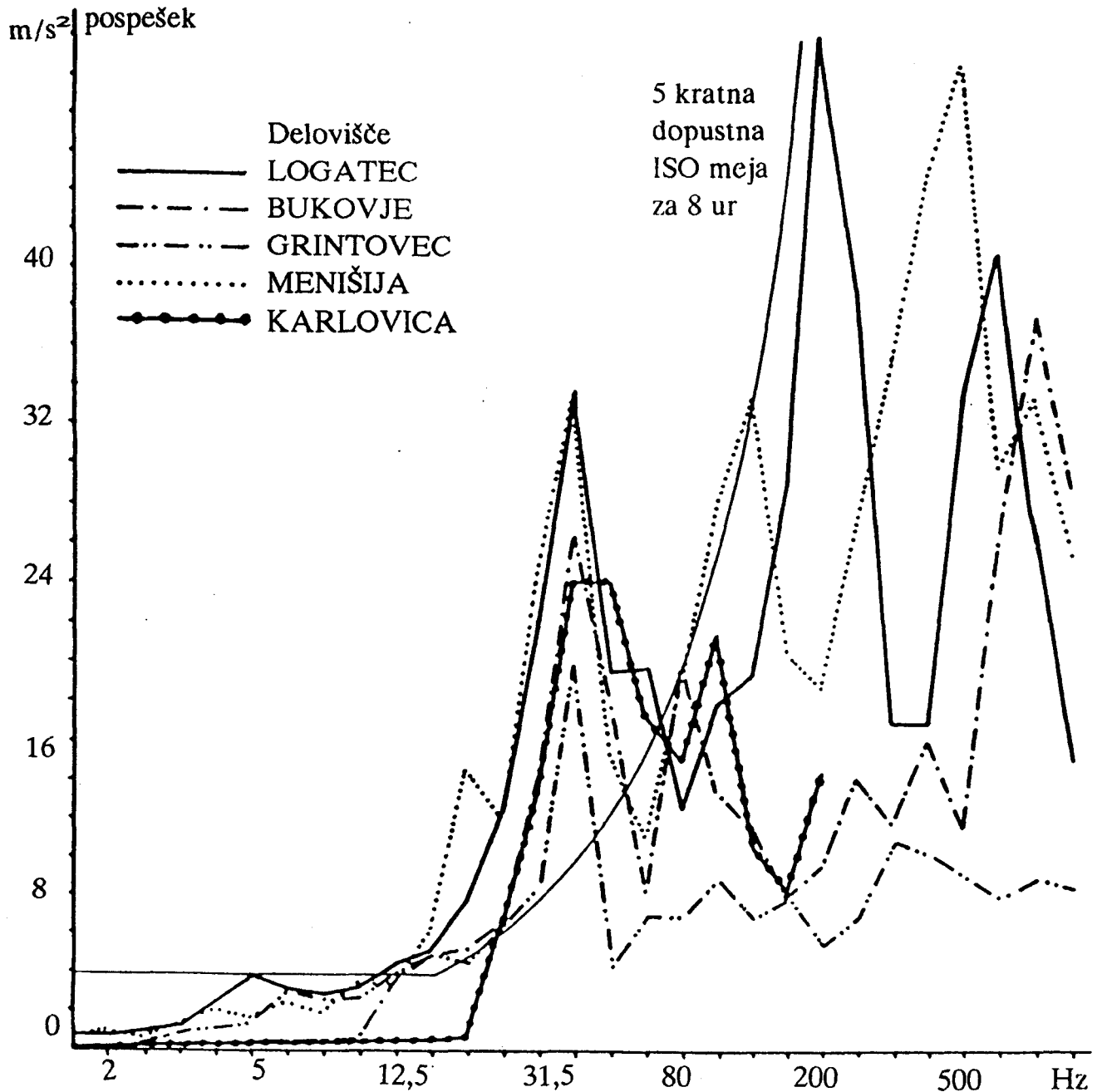
Graf. 10: FREKVENČNE PORAZDELITVE VERTIKALNIH VIBRACIJ NA ZGORNJEM ROČAJU VRTALNIH STROJEV PO PODATKIH PROIZVAJALCA

Graph 10: FREQUENCY DISTRIBUTION OF VERTICAL VIBRATIONS ON THE UPPER HANDLE OF DRILLING MACHINES ACCORDING TO THEIR PRODUCER



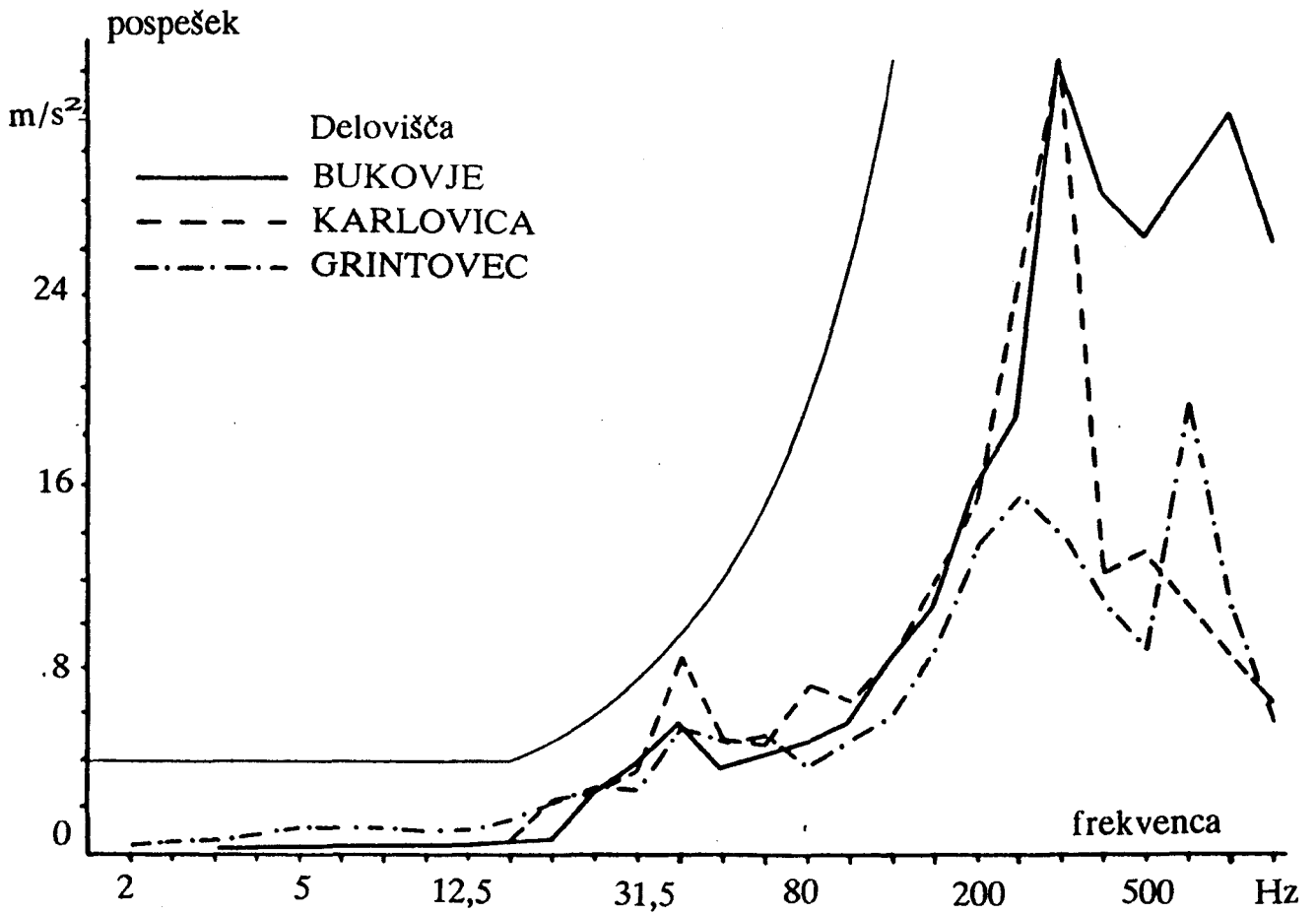
Graf. 11: FREKVENČNE PORAZDELITVE VERTIKALNIH VIBRACIJ NA SPODNJEM ROČAJU VRTALNEGA STROJA PIONJÄR 120

Graph 11: FREQUENCY DISTRIBUTION OF VERTICAL VIBRATIONS ON THE LOWER HANDLE OF PIONJÄR 120 DRILLING MACHINES



Graf. 12: FREKVENČNE PORAZDELITVE HORIZONTALNIH VIBRACIJ NA SPODNJEM ROČAJU VRTALNEGA STROJA PIONJÄR 120

Graph 12: FREQUENCY DISTRIBUTION OF HORIZONTAL VIBRATIONS ON THE LOWER HANDLE OF THE PIONJÄR 120 DRILLING MACHINE



Graf. 13: FREKVENČNE PORAZDELITVE AKSIALNIH VIBRACIJ NA SPODNJEM ROČAJU VRTALNEGA STROJA PIONJÄR 120

Graph 13: FREQUENCY DISTRIBUTION OF AXIAL VIBRATIONS ON THE LOWER HANDLE OF THE PIONJÄR 120 DRILLING MACHINE

