

UDK 634.0.302:304:306

DNEVNA OBREMENTEV SEKAČA Z ROPOTOM MOTORNE ŽAGE

Marjan LIPOGLAVŠEK

Sinopsis

Raziskava prinaša rezultate celodnevni meritev ropota ob ušesu delavca pri sečnji in izdelavi gozdnih lesnih sortimentov. Meritve so obsegale: merjenje ropota v laboratoriju pri 3 stanjih obratovanja 6 tipov motork nemške proizvodnje, 21 celotnih delovnih dni terenskih snemanj višine ropota pri 7 načinih sečnje in izdelave v smrekovem in bukovem debeljaku ter drogovnjaku, ugotavljanje števila in trajanja prekinitev ropota med delom. Vsi načini izdelave in vse motorne žage so za sluh nevarne, vendar obstoje med njimi znatne razlike. Povprečna višina ropota v delovnem dnevu se giblje od 91 - 103 dB/A/. Iz laboratorijskih meritev ropota ni mogoče z gotovostjo sklepati na dnevne obremenitve sekača.

CHAIN SAW NOISE - DAILY STRAIN ON THE LOGGER

Marjan LIPOGLAVŠEK

Synopsis

The paper reports on a whole-day noise level measurements next to the logger's ear during the felling and primary conversion processes. The measurements consisted of noise level recording in the laboratory for three kinds of operation with six types of German-made chain saws. The measurements also consisted of 21 entire working-day field recordings of noise levels with 7 types of felling and primary conversion in spruce and beech mature and pole - stands respectively. The number and the duration of noise interruptions during the work have been established as well.

All kinds of primary conversion and all chain saw makes are dangerous for hearing, however, significant differences exist among them. The average noise level during a working day varies between 91 and 103 dB/A/. The laboratory noise level measurements cannot be used with certainty as a basis for making conclusions about the daily noise strain on the logger.

Prispelo: 26. 3. 1976

Avtorjev naslov:
mag. Marjan LIPOGLAVŠEK, dipl.inž.
Biotehniška fakulteta
61000 LJUBLJANA, Večna pot 83

VSEBINA

	8
PREDGOVOR	9
1. PROBLEM IN NAMEN RAZISKAVE	9
2. DOSEDANJE UGOTOVITVE	10
3. METODIKA RAZISKAVE	11
3.1. Izbira in opredelitev delovnih načinov sečnje in izdelave	15
3.2. Merjenje ropota	17
3.3. Snemanja časa in učinkov	20
3.4. Obdelava in ovrednotenje podatkov	21
4. POIZKUSNI POGOJI	29
5. REZULTATI RAZISKAV	29
5.1. Višina ropota motork pri treh stanjih obratovanja	30
5.2. Frekvenčne porazdelitve višine ropota	
5.3. Porazdelitev in trajanje obdobj brez ropota med delom z motorno žago	37
5.4. Primerjava terenskih in laboratorijskih meritev ropota motornih žag	42
6. POVZETEK	45
7. SEZNAM TABEL IN GRAFIKONOV	48
POVZETEK V NEMŠČINI	49
LITERATURA IN VIRI	53

PREDGOVOR

Obsežna raziskava dnevne obremenitve delavca - sekača z ropotom motorne žage je bila narejena v okviru "Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik" na področju Zvezne republike Nemčije. Menimo, da so rezultati zanimivi in pomembni tudi v slovenskem prostoru in zato objavljamo pričujočo študijo.

Raziskava je prvo obsežno delo, ki preučuje celodnevni potek višine hrupa motorke pri različnih delovnih metodah sečnje in izdelave. Služi naj zavarovanju zdravja delovnih ljudi. Mogoče jo je bilo izvesti le s tesnim sodelovanjem različnih preizkusnih postaj, inštitutov, proizvajalcev motork in državnih gozdarskih obratov. Pri izvedbi raziskave so sodelovali številni sodelavci. Poizkusne osebe so bili trije kvalificirani gozdni delavci - dva z gozdnega obrata Steinheim a. A. (Baden-Württemberg) in eden z gozdnega obrata Garlstorf (Niedersachsen). Organizacijo terenskega dela so imeli na skrbi Riehle, Manz (Steinheim) in Otto (Garlstorf). Grieffenhagen (KWF), Herrman (tovarna Dolmar), Lux (tovarna Stihl) in Rieger (tovarna Solo) so izmenoma skrbeli za merilne instrumente in nadzorovali njihovo delovanje. Bauer (tovarna Stihl) in Reckebeil (gozdni obrat Sellhorn) sta snemala količinske učinke dela. Lipoglavšek in deloma dr. Schlaghamersky (KWF) sta vodila pripravo in izvedbo terenskega snemanja. Krohn (KWF) je oblikoval merilno tehniko in sodeloval pri obdelavi in izvrednotenju podatkov. Schäffer in Herfurth (DLG) sta opravila potrebne meritve hrupa motork v laboratoriju. Grieffenhagen (KWF) in Weichenrieder (MPI Bad Kreuznach) sta izvršila računalniško obdelavo podatkov. Lipoglavšek je dokončno obdelal podatke in napisal pričujočo študijo. Vsem, tudi tistim neimenovanim, se za prizadevno sodelovanje iskreno zahvaljujemo.

Raziskavo je večji del financirala državna zveza poklicnih združenj za kmetijstvo - nadzor nad potekom raziskave je vodil dr. Brübach (Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften). Nemško poklicno združenje je kasneje na osnovi te raziskave tudi predpisalo zgornjo mejo dovoljenega hrupa motornih žag. Motorke moči 2 - 4 KW, ki jih bodo prodajali po 31.12.1976, bodo smele povzročati ob ušesu delavca v praznem teku le 85 dB/A/, pri polnem plinu brez obremenitve in z njo (žaganje) pa 110 dB/A/ hrupa. Merjenje teh vrednosti je bilo tudi normirano (DIN E 45635). Za čas po letu 1980 so predpisali še ostrejša zahteva.

1. PROBLEM IN NAMEN RAZISKAVE

Sabljasta verižna motorna žaga je ročni prenosni stroj, ki povzroča zelo močan hrup. Zato je posebno pomembna ugotovitev skupne obremenitve delavca zaradi hrupa, ki nastopa različno močan ves delovni dan. Hrup je namreč tako močan, da bi ob stalnem vplivanju na delavčevo uho povzročil v kratkem času nepopravljive okvare sluha oz. gluhost. Glede na doslej še nepoznane dnevne obremenitve je treba uvesti varovalne ukrepe za ohranitev sluha delavcev v gozdarstvu.

Namen te raziskave je zato ugotoviti obremenitve zaradi ropota, ki nastopajo tekom delovnega dneva pri sedmih značilnih delovnih načinih (metodah) sečnje in izdelave gozdnih lesnih sortimentov. Tako bi ustvarili predpogoje in možnosti za utemeljen izračun povprečne dnevne višine hrupa, ki deluje na delavca. Tak izračun je lahko osnova za ocenitev škodljivosti posameznih motork, delovnih načinov in za uvedbo ustreznih varovalnih ukrepov.

Da bi bilo to mogoče, je potrebno analizirati

- frekvenčno porazdelitev različnih nivojev hrupa v vsem delovnem dnevu
- ciklični potek delovnih postopkov v povezavi z velikostjo in porazdelitvijo obdobja brez ropota.

Problem je zaradi stalno spreminjajočih se delovnih pogojev, zaradi stalnega nihanja obratovanja in s tem višine ropota, zaradi individualnega vpliva delavca na potek dela, sorazmerno zelo zapleten. Zato je tudi posploševanje rezultatov te prve raziskave komaj mogoče.

2. DOSEDANJE UGOTOVITVE

Izračunavanja celodnevni obremenitev z ropotom za delavce pri pridobivanju gozdnih lesnih sortimentov so bila do sedaj zelo redka. Še redkejše so celodnevne meritve ropota. Običajna pot je bila, da so iz dnevnega števila obratovalnih ur motorne žage ali drugih strojev sklepali na obremenitev delavca z ropotom. Da bi bilo to možno, so izmerili višino ropota ob ušesu delavca pri različnih stanjih obratovanja stroja. Pri motorki je to v praznem teku, pri polnem plinu brez obremenitve motorja in pri polnem plinu z obremenitvijo motorja med žaganjem. Tak način merjenja je bil kasneje normiran in služi za ocenjevanje škodljivosti motork pri testiranjih motork. Omenjeno sklepanje od višine hrupa pri treh oblikah obratovanja preko števila obratovalnih ur na obremenitev delavca z ropotom je netočno in komaj mogoče, ker še ne poznamo deleža različnih oblik (stanj) obratovanja v skupnem obratovalnem času motorke.

WENCL, WENTFR /13/ sta naredila analizo ropota v enem delovnem dnevu. Ugotavljala sta potek višine ropota in porazdelitev ropota pri različnih delovnih postopkih. Raziskava je bila narejena pri sečnji in izdelavi sortimentov iglavcev, kjer je čas motornega žaganja (podiranje, kleščenje, prežagovanje) znašal 43,6% skupnega časa. Najvišje obremenitve z ropotom sta ugotovila pri kleščanju vej z motorko.

BORUTZKI /1/ je kombiniral meritve ropota ob ušesu delavca pri različnih delovnih postopkih (instrumenti so bili povezani s kabli) in celodnevne časovne študije. Določil je časovne deleže posameznih delovnih postopkov z različno višino hrupa pri sečnji v po enem sestoju smrekovega debeljaka in drogovnjaka. Iz teh podatkov je izračunal povprečno dnevno višino obremenitve z ropotom (Beurteilungslärmpegel - LB - DIN 45641) za sečnjo v debeljaku 102,5 dB/A/ in v drogovnjaku 92,5 dB/A/, kar je oboje nad dovoljeno mejo ropota (90 ali ponekod 85 dB/A/). Opozoril je, da ta normirani izračun ne upošteva razporeditve obdobji tišine med obdobji ropota v delovnem dnevu.

Decibel (dB) je fizikalna enota za zvok oz. za pritisk valovanja zraka in je definiran z 10 kratnim logaritmičnim razmerjem med merjenim pritiskom in osnovnim pritiskom, ki znaša $0,0002 \mu \text{ bar} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ali višina pritiska zvoka = $10 \log$

$$\left(\frac{P}{P_0}\right) = 20 \log \left(\frac{P}{P_0}\right) \text{ dB.}$$

Skalo pritiskov od $0,0002 \mu \text{ bar}$ do $1000 \mu \text{ bar}$ so dogovorno razdelili na 120 delov, na 120 dB.

Občutljivost človekovega ušesa pa pri različnih frekvencah zvoka ni enaka. Fiziološka merska enota občutljivosti ušesa za hrup je fon. Samo pri frekvenci 1000 Hz pomeni isto število decibelov in fonov tudi isto jakost zvoka. Zato so za merjenje jakosti zvoka uvedli uporabo filtrov A, B, C, s katerimi merjenje pritiska zvoka različno dobro prilagodijo dejanski občutljivosti človekovega ušesa. Za običajne jakosti zvoka je najprimernejši in tudi mednarodno dogovorjeni filter A in tako merimo jakost hrupa v dB/A/.

3. METODIKA RAZISKAVE

Za celotno raziskavo je bila posebej izdelana originalna metodika, ki zajema tri področja:

- izbira in definira delovne pogoje pri poizkusih
- določa način in potek terenskih snemanj - merjenja hrupa, ugotavljanja podatkov o delovnem objektu in delovnih učinkih
- določa način in obseg obdelave in vrednotenja podatkov

3.1. IZBIRA IN OPREDELITEV DELOVNIH NAČINOV SEČNJE IN IZDELAVE

Sedem delovnih načinov sečnje in izdelave sortimentov smo izbrali tako, da predstavljajo najmanjše in najvišje obremenitve delavca z ropotom. Poleg običajnih načinov dela smo raziskovali tudi modernejše načine, npr. debelni način izdelave. Pri vseh načinih v izključno enodobnih sestojih je bil zaposlen samo 1 delavec. V nadaljevanju prikazujemo obliko dela, izbran sestoj, delovne postopke in potrebno opremo sekača za vseh sedem načinov dela.

A - Debel les iglavcev - debelni način izdelave

Sestoj: smrekov debeljak, srednji prsni premer 35-39 cm

Delovni postopki: - prehod (od drevesa do drevesa)
- podiranje
- kleščanje z motorko, vrhač odžagati pri premeru 7-10 cm
(prežagovanje - če je deblo daljše od 22 m - dolžino določiti na oko)

Orodje in oprema: srednje težka motorka (Stihl 045, Dolmar 122, Solo 650 VA (-dolžina letve okrog 45 cm), sekira, 2 klina, čelada z varovalom za oči, varovalna oblačila

B - Debel les iglavcev - sortimentni način brez lupljenja (dolžina od 1-22 m)

Sestoj: smrekov debeljak, srednji prsni premer 35-39 cm

Delovni postopki: - prehod
- podiranje
- kleščanje z motorko, vrhač odžagati pri premeru 7-10 cm
- obračanje (ponovno kleščanje)
- krojenje (tudi merjenje sortimentov)
- prežagovanje
- prenašanje prostorninskega lesa do vlake na razdalji 10-15 m

Orodje in oprema: srednje težka motorka, sekira, 2 klina, merilna palica, obračalka, čelada z varovalom za oči, varovalna oblačila

C - Debel les iglavcev - sortimentni način z lupljenjem (dolžina od 1-22 m)

Sestoj: smrekov debeljak, srednji p.p. 35-39 cm

Delovni postopki: - prehod
- podiranje
- kleščanje, vrhač odžagati pri 7-10 cm premera
- lupljenje

- obračanje (ponovno kleščenje in lupljenje)
- krojenje (tudi merjenje)
- prežagovanje
- prenašanje (razdalja 10-15 m)

Orodje in oprema: srednje težka motorka, sekira, 2 klina, lupilnik, obračalka, merilna palica, čelada z varovalom za oči, varovalna oblačila

D - Droben les iglavcev - izdelava 4-7 m dolgih sortimentov

Sestoj: smrekov drogovnjak, srednji p.p. 15-19 cm

- Delovni postopki:
- prehod
 - podiranje v serijah 3-7 dreves
 - kleščenje z motorko, krojenje in prežagovanje vseh dreves v seriji v enem skupnem delovnem postopku (odžagati vrhač pri 7 cm premera)
 - obračanje po potrebi

Orodje in oprema: lažja motorka (Stihl 031 AVK, Dolmar 118, Solo 615 VA (-dožina letve okrog 35 cm). klin, vzvod za naganjanje s krivko, avtomatični merilni trak, čelada z varovalom za oči, varovalna oblačila

E - Droben les iglavcev - izdelava 2 m dolgih sortimentov

Sestoj: smrekov drogovnjak, srednji p.p. 15-19 cm

- Delovni postopki:
- prehod
 - podiranje - vsako drevo posebej
 - kleščenje z motorko
 - obračanje (ponovno kleščenje)
 - krojenje
 - prežagovanje
 - ročno spravilo do vlake na razdalji 10-15 m

Orodje in oprema: lažja motorka, vzvod za naganjanje s krivko, klin, merilna palica, čelada z varovalom za oči, varovalna oblačila

F - Debel bukov les - sortimentni način izdelave

Sestoj: bukov debeljak - srednji p.p. 35-39 cm

- Delovni postopki:
- prehod
 - podiranje
 - kleščenje z motorko
 - krojenje (tudi merjenje sortimentov)
 - prežagovanje

- obračanje (po potrebi ponovno kleščenje)
- cepljenje
- prenašanje prostorninskega lesa do vlake na razdalji 10-15 m

Orodje in oprema: srednje težka motorka, 2 klina, sekira - cepilka, merilna palica, čelada, varovalna oblačila

G - Droben bukov les - debelni način izdelave

Sestoj: bukov drogovnjak, srednji p.p. 15-19 cm

- Delovni postopki:
- prehod
 - podiranje - vsako drevo posebej
 - kleščenje z motorco (odžagan vrhač pri 7 cm premera)
 - obračanje (po potrebi)

Orodje in oprema: lažja motorka, obračalka, (sekira, klin), čelada, varovalna oblačila

Naslednja tabela prikazuje natančneje mejne točke med delovnimi postopki in njihovo vsebino ter dodatne čase, kar smo vse ločeno beležili pri terenskem snemanju.

Tabela 1: Označitev in opis delovnih postopkov

Delovni postopek	Prijemi v delovnem postopku
Prehod	Delavec prime delovno orodje, hodi do naslednjega drevesa in orodje odloži, med potjo določi smer podiranja
Podiranje	Pripravljalna dela ob drevesu, obžagovanje korenovca, izdelava zaseka, podžagovanje, naganjanje, normalno sproščanje drevesa
Prežagovanje	Delavec prime motorko, hodi ob deblu, prežaga deblo in odžaga vrhač, po potrebi premika sortimente, odloži motorko
Kleščenje z motorko	Hoja ob deblu, kleščenje, odstranjevanje vej, (odžagovanje vrhača)
Krojenje in merjenje	Delavec prime merilno palico ali trak, izmeri dolžino in pri dobelem lesu tudi premer, zaznamuje tudi mesta prerezov, na čela hlobov napiše premer in dolžino ter odloži merilo
Lupljenje	Delavec prime lupilnik, hodi ob deblu, lupi, odstranjuje lubje, ki ga ovira, oklesti tudi kakšno drobno vejo z lupilnikom in na koncu odloži lupilnik
Cepljenje	Polaganje polen na podlago, cepljenje, hoja od oblice do oblice, prinašanje in odnašanje cepilnega orodja
Prenašanje, ročno spravilo	Delavec prime orodje za spravilo ali sortiment, ga nosi ali vlačí, hodi in ga odvrže, odloži orodje in se odpravi po drugo orodje za prehod k naslednjemu drevesu
Obračanje	Delavec gre po obračalko, hodi ob sortimentih in jih obrača, odloži obračalko
Neproductivni čas	Pripravljalno - zaključni čas, objektivni neproductivni čas, npr. vzdrževanje motorke, odstranjevanje sečnih odpadkov (veje, lubje)
Osebni neproductivni čas	Odmori, tudi hoja zaradi odmora

3.2. MERJENJE ROPOTA

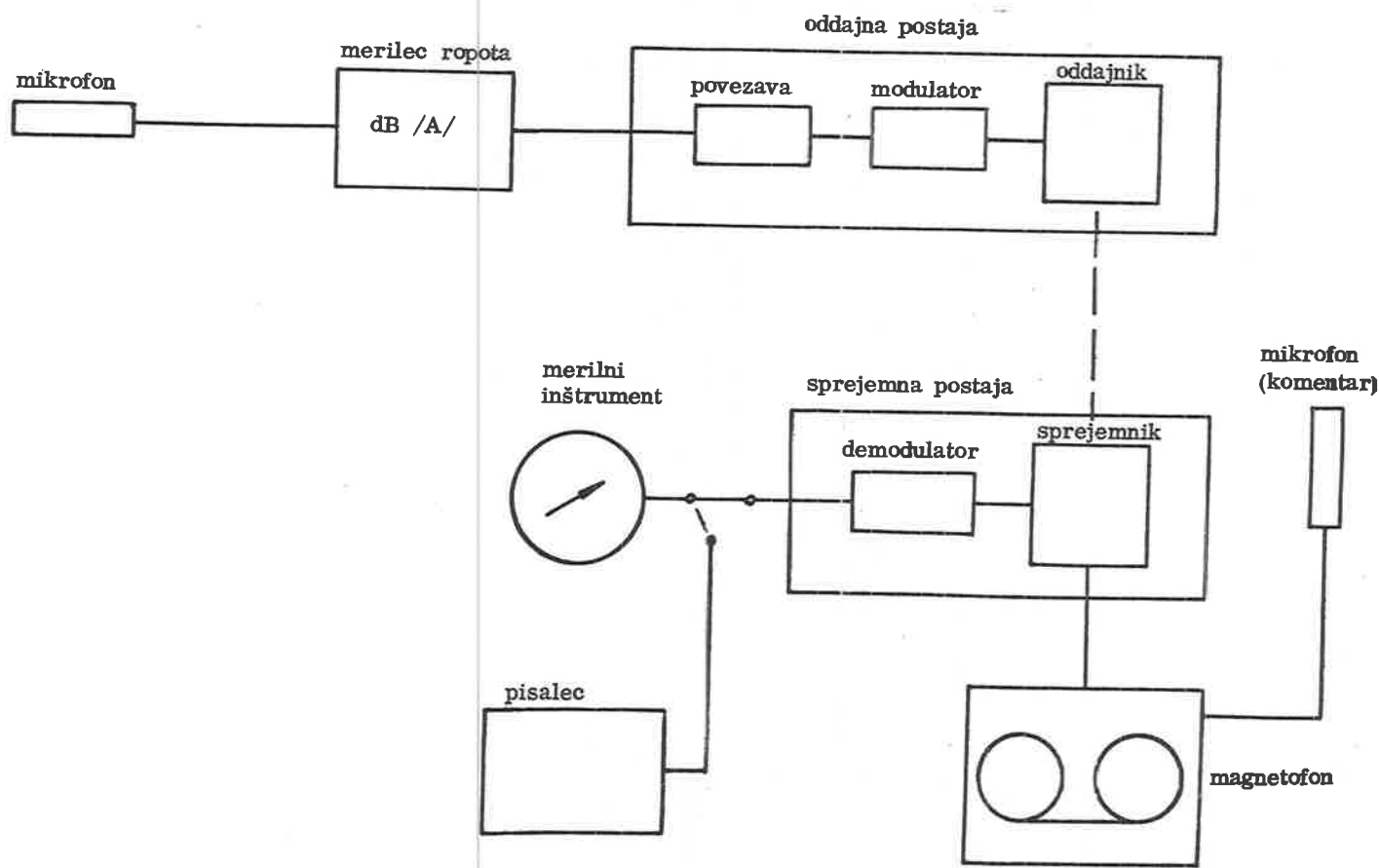
V celotnem delovnem dnevu, ki je trajal v Nemčiji s prekinitvami od 7.30 do 17.00 smo zasledovali višino ropota, ki vpliva na delavčevo uho. Na delavčevo čelado smo ob njegovem ušesu pritrdili natančen mikrofonski merilni instrument za višino hrupa (merilec ropota tip EGT tovarne Rohde et Schwarz). Merilec ropota je zaznamoval ropot v položaju "hitro" in ga ovrednotil skozi A filter - dB/A/. Ojačani električni izstopni signal merilca ropota je prevzel majhen radijski oddajnik in ga frekvenčno moduliranega brezžično prenesel do največ 150 m oddaljenega sprejemnika v mernem vozilu. Oddajnik in sprejemnik sta bila del enokanalne telemetrijske naprave (proizvajalec Hellige). Merilec ropota in oddajnik je delavec ves čas dela nosil v usnjeni torbi na hrbtu (skupaj težko 3 kg). Signal, ki ga je sprejemnik ujel (modulirani signal), smo ves čas beležili na magnetofonski trak (magnetofon Uher tip 4004 Report). Demodulirani signal smo tudi optično zasledovali na merilnem instrumentu (voltmeter tip Mx 202 B - ITT metrix) in občasno zapisovali s hitrim baterijskim pisalcem (tip HE-16 tovarne Hellige). Za vsak način dela smo dnevno zapisali najmanj 2 celotna ciklusa dela (npr. sečnjo in izdelavo 2 dreves) oziroma najmanj 1 delovno uro. S pisalcem je bilo mogoče zelo dobro zasledovati nihanje višine ropota in nadzorovati pravilno delovanje instrumentov, saj je pokazal že vsako najmanjšo motnjo.

Na magnetofon v merilnem vozilu je bil s 30 m dolgo žico (lažje spremljanje dela) priključen še drugi mikrofonski kanal magnetofona posredoval govorni komentar vodje snemanja o poteku dela, delovnih postopkih in stanjih obratovanja motorke (ne obratuje, prazni tek, polni tek). Komentar je bil lahko sestavljen samo iz dogovorjenih simbolov. Glasnost snemanja tega mikrofona je bila takonaravnana, da je lahko zvočno zaznal tudi ropot motorke. Merilni tehnik je s slušalkami poslušal komentar in je lahko nadzoroval instrumente ter na zapis višine hrupa (baterijski pisalec) zapisoval komentar - zlasti delovne postopke in stanje obratovanja motorke.

Na temperaturne spremembe občutljivi merilni instrumenti (sprejemnik, magnetofon, pisalec in voltmeter) so bili nameščeni v merilnem vozilu, ki je moralo biti električno osvetljeno in ogrevano. Preskrbo z elektriko je zagotavljal dieselski agregat (tovarna Eismann), ki je bil postavljen 30 m stran od merilnega vozila v nasprotni smeri snemanja ropota. Tako ropot tega agregata ni vplival ali pa je le neznatno vplival na hrupnost okolice.

SESTAVITEV MERILNIH INŠTRUMENTOV ZA MERJENJE IN BELEŽENJE VIŠINE ROPOTA

Graf. 1



Celotna terenska snemanja je vodila skupina 3 ljudi. Vodja snemanja (gozdarski inženir) je poleg sinhronizacije vseh snemalcev nadzoroval pravilen potek dela pri sečnji in izdelavi, kontroliral delovanje instrumentov na delavčevem hrbtu in komentiral potek dela. Merilni tehnik je nadzoroval inštrumente v merilnem vozilu, tretji snemalec pa je meril čas in delovne učinke.

Poleg glavnih celodnevnih snemanj so bila izvršena še dodatna snemanja ropota. Da bi bila mogoča točna primerjava med posameznimi tipi motork in da bi lahko ocenili, kolikšen je individualni vpliv motorista na dnevno višino hrupa, smo z enim delavcem v 4 sestojih naredili tudi direkten zvočni posnetek ropota ob delavčevem ušesu. Namesto mikrofona merilnega instrumenta smo ob delavčevo uho namestili občutljiv zvočni mikrofoni, ki je bil z žico povezan z magnetofonom. Snemavec je ves čas dela sledil delavcu in posnel na magnetofonski trak ves ropot po dveh tipov motork (Stihl, Solo) v vsakem poizkusnem sestoju. Ta posnetek je mogoče uporabiti tudi za frekvenčno analizo ropota posameznih tipov motork pri različnih delovnih postopkih.

Ropot, izmerjen v laboratoriju pri treh stanjih obratovanja vseh uporabljenih motornih žag, je bil ugotovljen pred terenskimi snemanji in po njih na preizkusni postaji DLG - Gross Umstadt po normirani metodi (DIN E 45635 - merjenje ropota strojev - ročne verižne motorne žage z motorjem z notranjim izgorevanjem).

3.3. SNEMANJE ČASA IN UČINKOV

Kadar je med delovnim časom teklo snemanje na magnetofonski trak, je bil z govorjenim komentarjem obenem opravljen že tudi študij časa, saj so bili trenutki začetka vsakega delovnega postopka označeni na traku z govorjenim simbolom ali besedo. Ves čas, kadar je magnetofon stal, je bilo treba registrirati s štoperico ali ročno uro, da bi bila dnevna analiza časa popolna. To so bili vsi večji odmori in čas, porabljen za menjavanje trakov. Za beleženje tega časa in podatkov o delovnem načinu, rastišču, sestoji, vremenskih pogojih, delavcu, orodju in opremljeni ter obdelanih drevesih (delovni učinek) smo izdelali poseben snemalni list. Snemalni list je imel prednjo stran, kjer so bili opisani preizkusni pogoji in zabeleženi časovni podatki, ter hrbtno stran s podatki o izdelanih drevesih oz. delovnem učinku. Pri tem so bili sortimenti merjeni z zaokroževanjem premera in dolžin navzdol deloma z lubjem in deloma brez njega, kar je bilo posebej označeno.

SNEMALNI LIST K MERJENJU DNEVNE VIŠINE ROPOTA

Gozdni obrat:	<u>Rastišče:</u>
Sečišče, odd. revir:	Nadmorska višina (m):
Delovni način:	Nagib terena (%):
Datum:	Prehodnost (vključno podrast):
<u>Vremenske razmere:</u>	<u>Sestoj:</u>
Temperatura (C):	Sklep:
Zračni pritisk (mm Hg):	Srednje sestojno drevo (m ³ /drevo):
Rel. zračna vlažnost (%):	Srednje odkazano drevo (m ³ /drevo):
Debelina snežne odeje (cm):	Razdalja med odkazanimi drevesi (m):
<u>Orodje in oprema:</u>	Vejnatosť:
Tip motorne žage:	Stanje lubja (v soku, izven soka, suho, zamrznjeno):
Dosedanje obratovanje (ur):	<u>Dclavec:</u>
Dolžina letve (cm):	Starost (let):
Ročno orodje:	Zaposlitev (let):
Osebna varovalna sredstva:	Velikost (cm):
Razdalja spravila (m):	Teža (kg):
Začetek snemanja:	
Konec snemanja:	

Odmori, ko magnetofon ne dela

Začetek:
Konec:
Trajanje:

Podatki o posekanih drevesih

Zap. številka drevesa (ozn. serije)																		
Prsni premer																		
Vsota višin obž. delov korenovca																		
Premer panja																		
Sortimenti: (tudi prostorninski les)	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1
merjeno z lubjem <input type="checkbox"/>																		
brez lubja <input type="checkbox"/>																		
Odrezki in vrh																		
Dolžina drevesa																		
Kubatura sortimentov																		
Zap. štev. drevesa (oznaka serije)																		
Prsni premer																		
Vsota višin obž. delov korenovca																		
Premer panja																		
Sortimenti (tudi prostorninski les)	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1	∅	1
merjeno z lubjem <input type="checkbox"/>																		
brez lubja <input type="checkbox"/>																		
Odrezki in vrh																		
Dolžina drevesa																		
Kubatura sortimentov																		

3.4. OBDELAVA IN VREDNOTENJE PODATKOV

Za vsak posnet magnetofonski trak je bila s pomočjo računalnika določena frekvenčna porazdelitev višine ropota. Posnet magnetofonski trak je bil z isto hitrostjo posnet in predvajan. Pravilnost posnetka je merilni tehnik nadzoroval s poslušanjem komentarja in z zapisom analognega signala na pisalcu. Ta signal je šel nato v računalnik, ki je s frekvenco 5 Hz (vsakih 20/100 sekunde) odčital višino ropota in podatke uvrstil v razrede. S seštevanjem frekvenčnih porazdelitev vseh trakov v enem dnevu oz. pri enem delovnem načinu smo izračunali frekvenčne porazdelitve ropota v vsem produktivnem delovnem času enega dneva (RAZ) za vsako motoriko, za vsakega delavca in za vsak način izdelave. Iz frekvenčnih porazdelitev je bila za 8 urni delovnik izračunana povprečna dnevna višina hrupa, ki predstavlja merilo za obremenitev delavca zaradi ropota. Izračunana je bila po normiranem (DIN 45641) obrazcu, z uporabo tako imenovanega razpolovnega faktorja $q = 3$.

V tem obrazcu

$$L_m = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (N_i \cdot 10^{0,1 L_i}) \right]$$

pomeni

$$L_m \quad - \quad \text{povprečna višina hrupa}$$

$$N = \sum_{i=1}^n N_i \quad - \quad \text{število vseh odčitanih}$$

N_i - frekvenca v razredu i

n - število razredov

L_i - višina hrupa v razredu (sredina razreda)

Obrazec je tako oblikovan, da višina hrupa višjih razredov (povzročaja poškodbe sluha) precej močneje vpliva na povprečje, frekvence nižjih razredov pa skoraj ne vplivajo na povprečje.

Iz terenskih ali kasnejših analognih grafičnih zapisov višine hrupa najmanj dveh ciklusov dela za vsak način dela in vsako motoriko je bilo odčitano trajanje posameznih obdobij brez ropota, obdobja prostega teka motorke in obdobja s povečanim ropotom motorke (žaganje). Trajanje teh obdobij je bilo odčitano s natančnostjo ene sekunde. Izračunane so bile frekvenčne porazdelitve teh obdobij ter tabelarno preračunane na produktivno delovno uro in grafično prikazane. Poznavanje trajanja in razporeditve obdobij neškodljivega hrupa (tišina, prosti tek) naj bi služilo na-

daljnjim raziskavam o tem, kako ta obdobja vplivajo na sposobnost organizma, da regenerira oz. ublaži poškodbe sluha, ki so nastale v hrupnih obdobjih.

Analizo nekaj ciklusov dela lahko zlasti pri primerjavah med načini dela posplošimo na ves delovni dan, ker se v ciklusu v podobni obliki ponavljajo. En delovni ciklus pomeni sečnjo in izdelavo enega drevesa ali ene serije dreves. Odvisno od načina izdelave in velikosti drevesa je trajanje delovnega ciklusa lahko zelo različno.

4. POIZKUSNI POGOJI

Terenska snemanja celodnevnega ropota pri sečnji in izdelavi so bila izvršena v osmih poizkusnih sečiščih s tremi gozdnimi delavci in šestimi motornimi žagami. Vsak delavec je delal na sedem delovnih načinov sečnje in izdelave, vsak način en delovni dan. Pri delu v debeljaku je uporabljal srednje težko motorco (tudi za kleščenje), v drogovnjaku pa lažjo motorco istega proizvajalca.

Na gozdnem obratu Steinheim a. A. so tekli poizkusi s štirimi motorkami (Stihl, Solo) in dvema delavcema. Sečnja je bila v čistih enodobnih sestojih na ravnem terenu (nagib do 3%). Prehodnost je bila v vseh sestojih zelo dobra, sestoji so bili brez podrasti. Le na robu poizkusne površine v sestojih smrekovega in bukovega debeljaka je bilo nekaj pomladka. Noben sestoj ni ležal na gozdnem robu, vsi pa so bili ob kamionskih gozdnih cestah. Nadmorska višina sestojev je znašala od 600 do 700 m. Tabela 2 prikazuje podatke urejanja gozdov v poizkusnih sestojih in podatke o odkazanem in posekanem drevju.

Tabela 2: Podatki o poskusnih sestojih na gozdnem obratu Steinheim a. A.

Poizkusni sestoj	Oddelek	Starost	Srednji prsni premer	Višina
Smrekov debeljak	VI 3a ⁷	80 let	38 cm	32 m
Smrekov drogovnjak	II 5a ⁴	50	23	
Bukov debeljak	VI 8a ¹³	136	43	34 m
Bukov drogovnjak	X 11a ⁵	60	21	

Odkazano drevje

Poizkusni sestoj	Srednji p. premer	Višina	Sred. neto kubatura drevesa	Razdalja med drevesi	Vrsta sečnje
Smrekov debeljak	39 cm	29 m	1,42 m ³	5 m	golosek
Smrekov drogovnjak	16 cm	17 m	0,15 m ³	4 m	redčenje
Bukov debeljak	35 cm	29 m	1,17 m ³	12 m	presvetlitev
Bukov drogovnjak	16 cm	16 m	0,15 m ³	4 m	redčenje

Vejnatosť drevja je bila v vseh sestojih ocenjena kot srednja vejnatosť (stopnja 2). Poizkusi so na tem obratu potekali v januarju in februarju 1975, tako da sta se v istih sestojih izmenjavala dva delavca v obdobjih 1 - 4 dni. Vsak delavec je pravi- loma opravljal sečnjo isti dan le po enem načinu izdelave. Če pa je prišlo zaradi okvar inštrumentov ali zaradi vremena do motenj, je bil manjkajoči čas nadokna- den kak drug dan. Kadar delavec ni bil zaposlen kot poizkusna oseba, je delal v svoji delovni skupini pri sečnji v drugih sestojih. Vremenske razmere so bile, za tisto področje ugodne, saj je bila zima zelo mila. Večino poizkusnih dni se je tem- peratura gibala okrog 0°C, nebo je bilo večinoma oblačno z manjšimi padavinami kot dež ali sneg. Snega ni bilo, razen nekaj dni, ko je debelina snežne odeje zna- šala do 3 cm.

Na gozdnem obratu Garlstorf so bili izvršeni poizkusi z dvema motorkama tovarne Dolmar in z enim gozdnim delavcem v štirih zelo podobnih sestojih kot na gozdnem obratu Steinheim. Tudi tu so bili sestoji čisti, enodobni. Prehodnost terena je bila tudi dobra, le sem in tja so ležale na tleh veje prejšnjih sečenj ali od vetroloma. Teren je bil raven - nagib do 4%. Noben sestoj ni bil ob gozdnem robu, vsi pa so ležali blizu z avtomobilom prevoznih spravih potih. Pomladka tu podrasti v sesto- jih ni bilo. Nadmorska višina je bila 80 m.

Tabela 3: Podatki o odkazanem drevju v poizkusnih sestojih gozdnega obrata Garlstorf

Poizkusni sestoj	Srednji prsni premer	Sred. neto kubatura drevesa	Razdalja med drevesi	Vrsta sečnje
Smrekov debeljak	39 cm	1,54 m ³	6 m	golosek
Smrekov drogovnjak	16 cm	0,16 m ³	3 m	redčenje
Bukov debeljak	39 cm	1,18 m ³	15 m	presvetlitev
Bukov drogovnjak	18 cm	0,19 m ³	5 m	redčenje

Vejnatost je bila v vseh sestojih srednja. Poizkusi so na tem obratu tekli v mesecu marcu 1975. Vremenske razmere so bile za zimski čas tudi ugodne. Temperatura se je gibala od +6 do +13° C, nebo je bilo večinoma oblačno, snežne odeje ni bilo. Snemanja ropota pri 4 načinih izdelave so trajale po en dan in so bila zaključena v istem dnevu, za tri delovne načine pa je bilo treba zaradi vremenskih ovir nadaljevati snemanje še naslednji dan.

Pri vseh poizkusih (oba obrata) je bila vsak dan izmerjena tudi hrupnost okolice, kadar ni tekla sečnja in izdelava sortimentov. Višina hrupa je znašala tedaj v sestojih od 38 - 56 dB/A/. Za terenska snemanja celodnevnega ropota pa je bil izdelan poseben časovni model, ki za vsak način izdelave in za vsako motorčko predvideva 5 ur snemanja čistega (produktivnega) časa dela. Dejanske meritve so trajale po posameznih načinih dela za vsako motorčko od 4 - 6 delovnih ur. Podrobnejši časovni potek meritev prikazuje grafikon 2. Prekinitve snemanja zaradi menjavanja trakov so bile obenem tudi potrebni odmori za delavca.

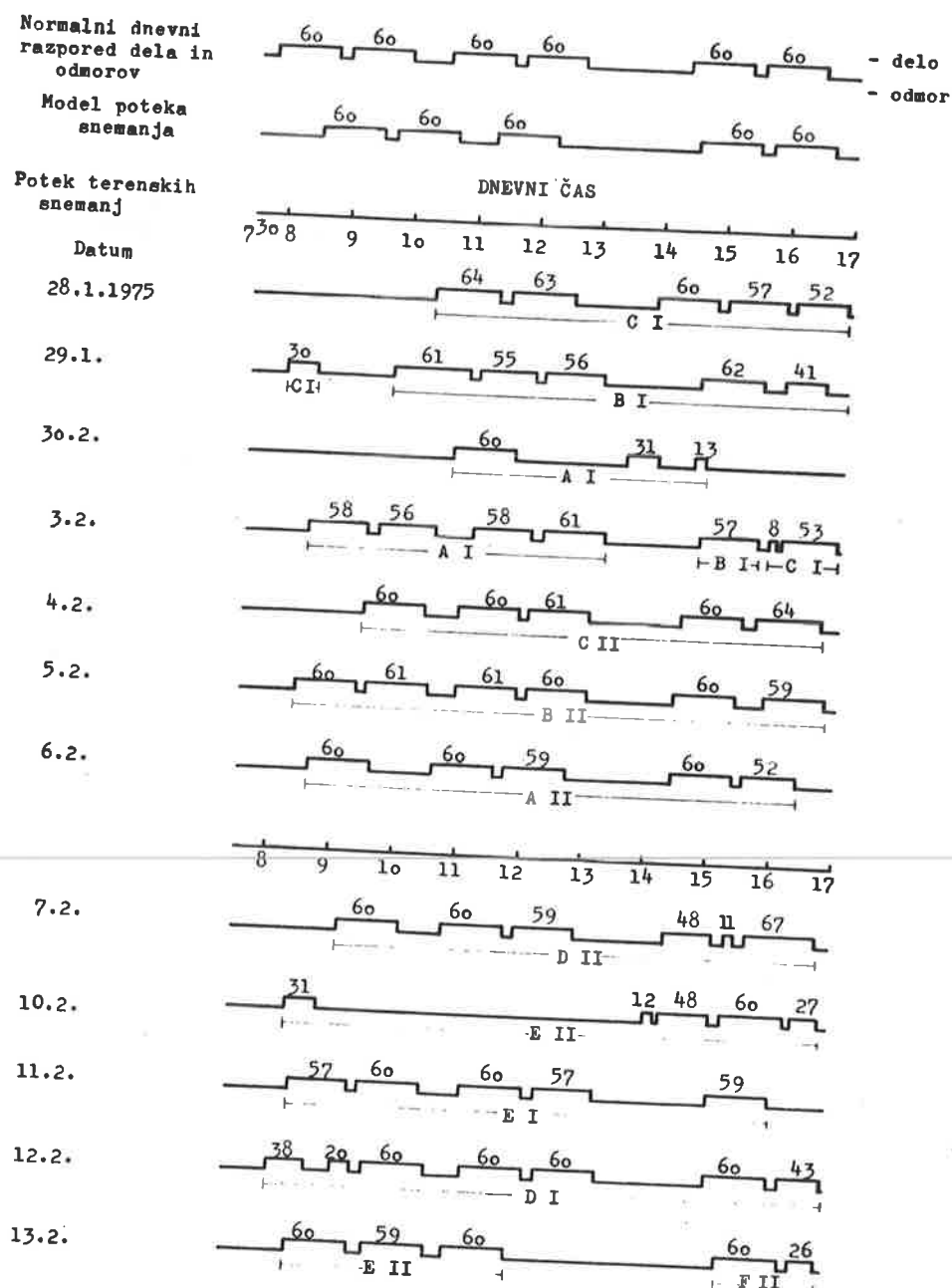
Pri poizkusih so sodelovali kot poizkusne osebe trije stalni kvalificirani (šolani) gozdni delavci. Izbrani so bili taki, katerih prejemki so bili v preteklem letu bližju povprečnega prejemka gozdnih delavcev sekačev njihovega obrata. Večino uporabljenih delovnih načinov izdelave so izvajali že prej pri svojem rednem delu. Tabela 4 prikazuje nekatere podatke o delavcih.

Tabela 4: Podatki o delavcih - sekačih pri merjenju ropota motorčk

Delavec	I.	II.	III.
Starost	45 let	23 let	30 let
Zaposlenost (kot sekač)	25 let	7 let	5 let
Velikost	175 cm	168 cm	176 cm
Teža	80 kg	70 kg	90 kg

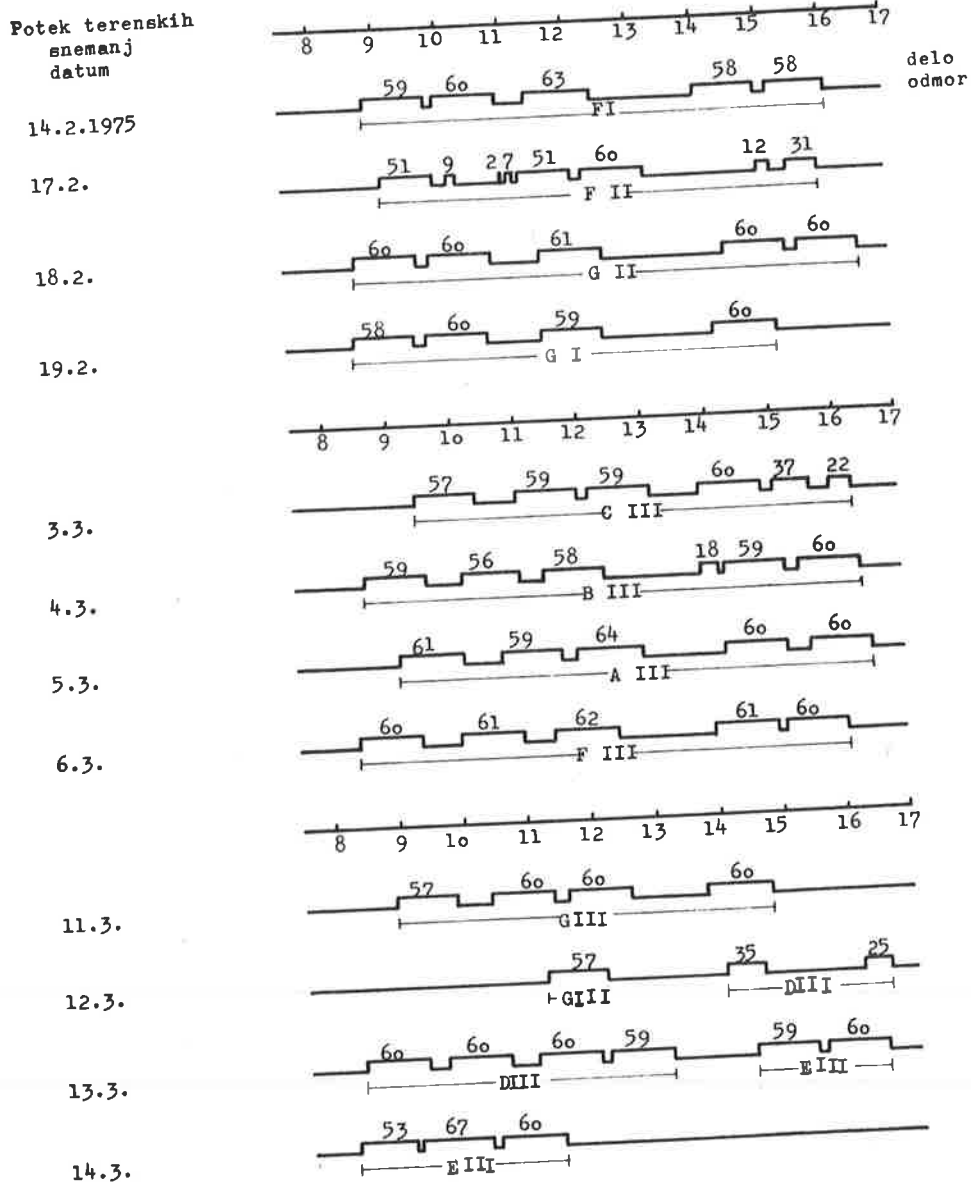
Delavec I je delal z dvema motorčkama tovarne Stihl, delavec II z motorčkama Solo in delavec III z motorčkama Dolmar. Tabela 5 prikazuje nekatere podatke o motorčkah.

ČASOVNI POTEK CELODNEVNIH MERITEV HRUPA PRI SEČNJI IN IZDELAVI



A - G - načini sečnje in izdelave
 I - III - delavci ; 60 - trajanje dela v minutah

ČASOVNI POTEK CELODNEVNIH MERITEV HRUPA PRI SEČNJI IN IZDELAVI



A - G - načini sečnje in izdelave
 I - III - delavci ; 60 - trajanje dela v minutah

Tabola 5: Podatki o motornih žagah pri merjenju dnevnega ropota

Zap. št.	Znamka in tip	Dolžina letve	Moč motorja	Čas obratovanja pred poizkusom
1	Stihl 045 AV	46 cm	3,7 kW	25 obr. ur
2	Solo 655 VA	49 cm	2,4 kW	26 obr. ur
3	Dolmar 122	43 cm	3,0 kW	ca. 10 obr. ur
4	Stihl 031 AV	37 cm	2,3 kW	22 obr. ur
5	Solo 615 VA	43 cm	1,86 kW	38 obr. ur
6	Dolmar 118	38 cm	2,2 kW	ca. 10 obr. ur

Prizadevanje delavcev je bilo med poizkusom večkrat ocenjevano in ocenjeno povprečno od 105 - 125% prizadevanja pri vsakodnevem delu. Dejanske dnevne učinke prikazuje tabela 6.

Tabela 6: Delovni učinki pri poizkusu merjenja dnevne višine ropota motork

Način izdelave	Delavec I			Delavec II			Delavec III		
	Število posekan. dreves	Učinek neto m ³ /dan	Produkt. čas min/dan	Število posekan. dreves	Učinek neto m ³ /dan	Produkt. čas min/dan	Število posekan. dreves	Učinek neto m ³ /dan	Produkt. čas min/dan
A Sm-db, debelni	22	25,35	337	20	28,85	291	20	27,22	304
B Sm-db, sortimentni brez lupljenja	10	17,37	332	16	26,23	361	13	21,00	302
27 C Sm-db, sortimentni z lupljenjem	7	9,26	365	7	9,68	305	6	11,70	294
D Sm-dg, dolžine 4 - 7 m	45	6,30	341	50	7,70	305	43	7,54	296
E Sm-dg, dolžine 2 m	21	3,60	293	37	5,49	357	34	4,91	297
F Bu-db, sortimentni	15	17,66	298	19	22,16	309	15	17,75	304
G Bu-dg, debelni	122	18,55	237	150	22,36	301	96	17,86	296

Pri delovnih načinih A, D, E in G je bil les merjen skupaj z lubjem. Za izračun neto kubature so bili uporabljeni naslednji volumni odstotki lubja (z lubjem je 100%): smrekov debel les -10%, smrekov droben les -15%, bukov droben les -7%.

V tabeli 6 navedeni dnevni produktivni čas je obenem tudi čas snemanja višine ropota na magnetofonski trak. Čeprav ta posneti čas vsebuje nekaj kratkih odmorov med delom, ga lahko privzamemo kot čisti produktivni čas (RAZ). Z gotovostjo lahko trdimo, da bo dejanski produktivni čas od 5 - 6 ur pri normalnem vsakodnev- nem delu v 8 urnem delavniku (v nemških razmerah je to skupaj z odmori 9,25 ur). Zaradi visokih delovnih učinkov, ki so bili doseženi med poizkusi pa je pravilneje, če se opremo le na 5 ur tako intenzivnega dela. Pri vsakodnevem delu bo torej na delavca le 5 ur vplival tolikšen ropot, kot smo ga izmerili pri naših poizkusih. Iz povedanega sledi, da lahko imamo naša snemanja (5 - 6 ur dnevno) za dovolj reprezentativna za vsakodnevno gozdno delo.

Delovne učinke med poizkusi za nekatere načine izdelave smo namreč primerjali z učinki istih delovnih skupin pri vsakodnevem delu v podobnih sestojih ob podobnih delovnih načinih. Te učinke prikazuje tabela 7.

Tabela 7: Učinki istih delovnih skupin v podobnih sestojih pri vsakodnevem delu

Delovni način izdel. pri poizkusu	Srednji premer drevja	Delovni način izdelave v podobnih sestojih	Dnevni učinek število drev. na 8 ur	(Povprečno) neto m ³ na 8 ur
B	40,8	Deblo in vrh v dolgem, neolupljeno, 5% lesa olupljeno (gnili koren.)		17,60 m ³
D	18,5	Deblo in vrh ločeno - oboje neolupljeno	26	5,60 m ³
E		Prostorninski les - 2 m dolg		4,56 m ³
F	42,0	Debel les in vrh ločena, vrh kot dolg industr. les	13	
G	18,2	Droben dolg industr. les	86	

V splošnem ugotavljamo, da so ti učinki kljub nekaj debelejšemu drevju nižji od onih pri merjenju celodnevne višine ropota. Nikakor pa niso v skladu z nemškimi centralnimi normami (HET), saj so gornji dejanski učinki za načine B in E celo za 85% višji od izračunanih po HET.

5. REZULTATI RAZISKAV

5.1. VIŠINA ROPOTA MOTORK PRI TREH STANJH OBRATOVANJA

Za vseh šest motork, uporabljenih pri terenskih snemanjih, je bil ugotovljen v laboratoriju ropot, ki ga povzročajo v praznem teku, polnem teku pod obremenitvijo (med žaganjem) in v polnem teku brez obremenitve.

Meritve je izvršila poizkusna postaja DLG - Gross Umstadt po normirani in mednarodno dogovorjeni metodiki. Iz štirih zaporednih meritev ropota na določeni razdalji od motorne žage so bile izračunane srednje vrednosti ropota ob ušesu motorista. Tabela 8 prikazuje te vrednosti. Meritve so bile opravljene najprej na novih motorkah pred terenskimi snemanji (I.) in nato še enkrat po končanih terenskih snemanjih (II.). Razlike so bile neznatne. Pri prvih meritvah je bil za prežagovanje uporabljen bukov les premera 36 - 38 cm oz. 24 - 25 cm, pri drugih pa borov les premera 36 - 38 cm oz. 25 cm. Pri meritvah se je gibal zračni pritisk od 993 do 1003 mbar, temperatura od 4 do 19° C in hrupnost okolice od 53 - 60 dB/A/. Število obratov v minuti je bilo merjeno po veljavnih DIN normah za tehnične poizkuse.

Tabela 8: Višina ropota motork pri treh stanjih obratovanja

Motorna žaga	Prazni tek		Polni tek pod obremenitvijo			Polni tek brez obremenitve			
	Število obratov v min.	Višina ropota dB/A/		Število obratov v min.	Višina ropota dB/A/		Število obratov v min.	Višina ropota dB/A/	
		I.	II.		I.	II.		I.	II.
1	1700/1800	79	78	7500	101	103	10.000	104	104
2	2200	88	88	7000	106	106	9.300	106	106
3	2000	86	82	7500	105	104	10.000	105	106
4	1900	84	83	7500	104	104	10.000	106	102
5	2100	87	87	8500	108	108	11.300	111	108
6	1700	88	89	7500	108	108	10.000	110	108

5.2. FREKVENČNA PORAZDELITEV VIŠINE ROPOTA

Kot je že v metodiki raziskave opisano, je bilo z računalnikom analizirano za vsak način izdelave in vsako motorčko 4 - 6 magnetofonskih trakov približnega trajanja 1 uro produktivnega časa. Vsak trak je bil ločeno analiziran. Osnova za izračun je bil posneti čas od 4 - 6 ur na delovni dan, vendar nekoliko zmanjšan (od 1 - 11 min. na trak) pri računalniški obdelavi podatkov zaradi različnih tehničnih razlogov snemanja in obdelave podatkov. Tabela 9 prikazuje posnete in obdelane (ovrednotene) čase po posameznih načinih izdelave.

Tabela 9: Časovni obseg snemanj in obdelave podatkov o dnevni višini ropota motorčk

Delovni način izdelave	Delavec I		Delavec II		Delavec III	
	Posneti čas min.	Obdelani čas min.	Posneti čas min.	Obdelani čas min.	Posneti čas min.	Obdelani čas min.
A	337	273	291	281	304	297
B	332	332	361	356	302	291
C	365	343	305	297	294	294
D	341	293	305	293	296	296
E	293	280	357	343	297	297
F	298	292	309	299	304	300
G	237	236	301	278	296	235

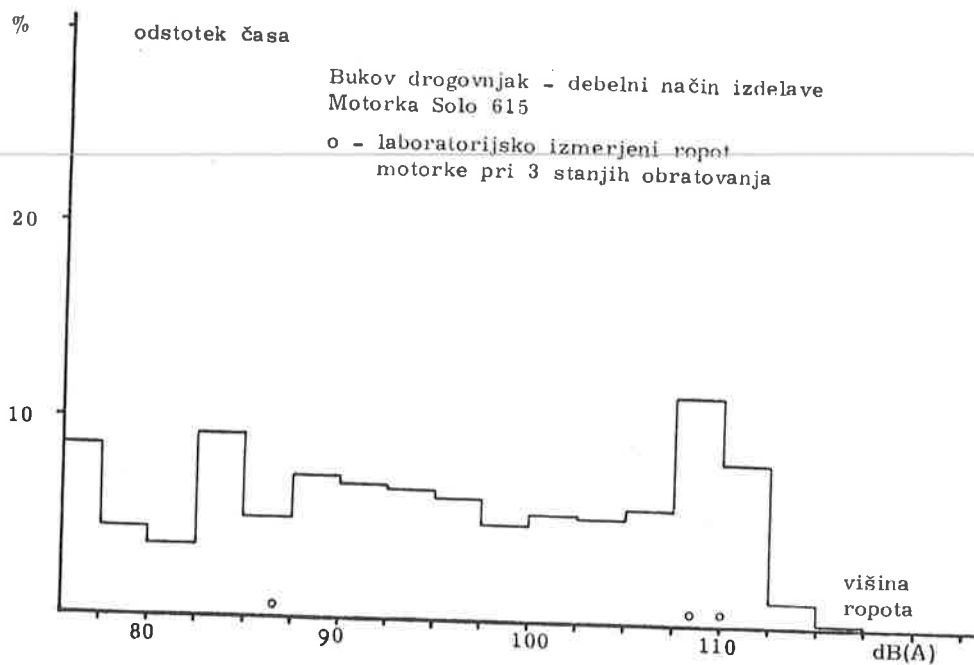
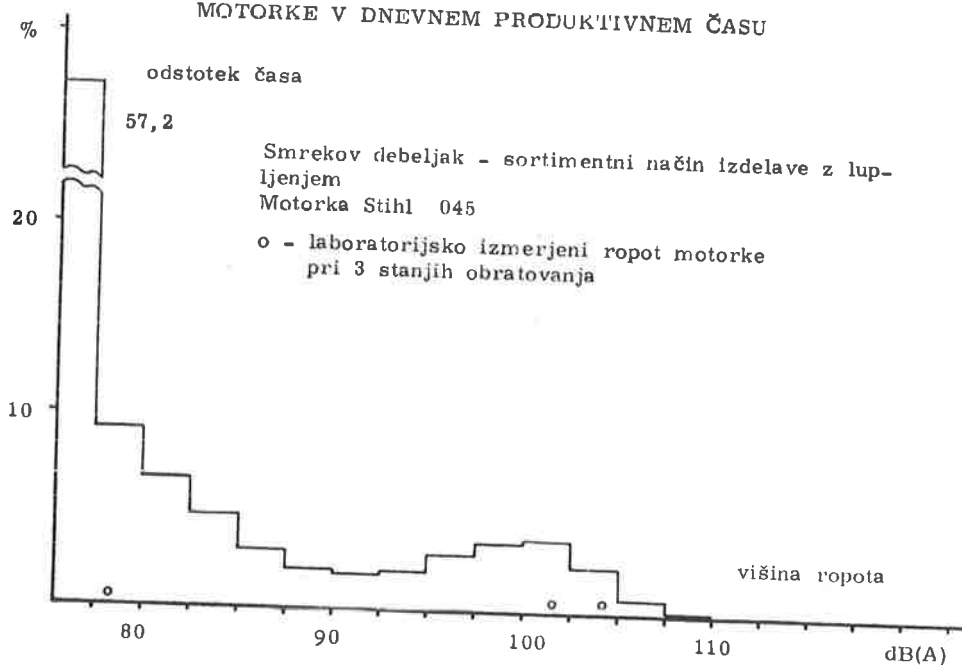
Izračunano je bilo trajanje in odstotek časa za 16 po 2,5 dB/A/ širokih razredov višine hrupa med 77,5 in 117,5 dB/A/. Vključena sta bila še dva neomejena razreda in sicer pod 77,5 dB/A/ - ta predstavlja obdobja tišine - in nad 117,5 dB/A/. Do tako visokega ropota je prišlo le redkokdaj. Frekvenčne porazdelitve posameznih trakov istega delovnega načina izdelave in iste motorčke so bile seštete. Te porazdelitve so prikazane v odstotnih deležih v tabeli 10 in predstavljajo časovne deleže različnih višin ropota v produktivnem času enega delovnega dneva za posamezne načine dela in posamezne motorčne žage.

Tabela 10: Dnevna obremenitev sekača z ropotom motorke
 Frekvenčne porazdelitve višine ropota v % produktivnega časa - Višina ropota - dB/A/

Način dela	Delavec	pod nad														nad			
		77,5	77,5	80	82,5	85	87,5	90	92,5	95	97,5	100	102,5	105	107,5	110	112,5	115	
A Sm-db, debelni	I	27,9	13,9	8,9	7,6	5,0	5,1	4,1	4,3	5,8	6,6	6,1	3,9	0,7	0,1				
	II	29,8	5,7	3,2	2,3	2,5	3,2	3,2	3,9	5,9	7,6	8,6	8,8	8,4	5,3	1,4	0,2		
	III	17,7	4,4	4,7	5,7	6,0	6,1	4,7	5,3	8,0	8,9	11,9	12,1	4,2	0,3				
B Sm-db, sort. brez luplj.	I	26,1	12,6	7,5	7,3	6,1	6,1	4,8	4,4	5,4	5,9	6,5	5,1	2,0	0,2				
	II	32,0	6,0	3,3	3,0	3,1	3,4	2,9	3,3	5,1	6,0	6,5	7,7	8,3	6,2	2,3	0,8	0,1	
	III	13,1	9,8	8,6	7,0	4,8	4,5	4,1	4,9	6,7	6,1	7,8	11,7	8,6	2,2	0,1			
C Sm-db, sort. z lupljenjem	I	57,2	9,3	6,7	4,8	3,0	2,0	1,8	1,9	2,9	3,5	3,8	2,3	0,7	0,1				
	II	63,0	9,1	1,2	2,0	1,1	0,9	0,9	1,0	1,5	2,0	2,6	3,1	4,1	4,0	2,2	1,0	0,3	
	III	35,3	11,8	12,5	10,2	4,8	2,8	1,7	1,7	2,4	2,5	2,6	4,1	4,6	2,4	0,4	0,1	0,1	
D Sm-dg, dolž. 4 - 7 m	I	13,7	11,0	9,2	8,2	6,5	5,8	2,9	4,1	8,0	10,9	10,2	7,3	2,0	0,2				
	II	11,4	8,2	6,1	6,5	5,2	4,6	3,1	2,8	2,9	2,7	5,0	8,2	9,3	12,0	9,5	2,4	0,1	
	III	18,6	5,0	3,7	3,4	3,4	4,4	4,3	5,1	8,9	13,0	10,9	9,0	7,1	2,8	0,3	0,1		
E Sm-dg, dolž. 2 m	I	37,5	13,1	6,6	5,2	4,0	3,1	2,8	3,6	5,7	6,7	6,1	4,1	1,4	0,1				
	II	16,0	14,5	11,0	9,9	4,9	2,8	1,8	1,8	1,9	2,0	3,5	5,2	6,0	9,0	8,1	1,6		
	III	13,0	5,8	5,9	7,2	6,6	5,7	4,6	4,6	5,9	9,4	10,7	8,3	7,2	4,6	0,5			
F Bu-db, sort. prost. les	I	46,6	14,1	9,6	3,6	1,8	1,5	1,2	1,2	1,7	3,1	7,2	6,5	1,7	0,2				
	II	29,5	16,2	13,0	7,7	3,8	3,3	1,9	1,5	1,9	2,3	2,9	4,4	6,4	4,2	0,9	0,1		
	III	38,7	5,4	4,7	4,9	4,3	5,1	3,3	2,5	3,7	5,8	9,1	9,5	2,8	0,2				
G Bu-dg, debelni	I	5,2	5,7	14,9	13,8	13,7	8,1	3,3	3,0	4,3	5,7	7,0	9,4	5,3	0,5	0,1			
	II	8,6	4,5	3,6	9,3	5,1	7,2	6,8	6,6	6,1	4,8	5,3	5,3	5,8	11,5	8,2	1,3		
	III	25,1	6,3	3,9	3,6	3,4	4,6	4,0	4,4	5,1	4,9	6,2	8,2	11,3	7,8	1,1	0,1		

Graf. 3

FREKVENČNA PORAZDELITEV VIŠINE ROPOTA
MOTORKE V DNEVNEM PRODUKTIVNEM ČASU



Porazdelitve iz tabele 10 smo tudi grafično predstavili. Za primer prikazujemo v grafikonu 3 dve od njih. Tri točke ob abscisni osi predstavljajo ropot treh stanj obratovanja. Frekvenčne porazdelitve zelo dobro prikazujejo razlike v poteku dnevne višine ropota med načini izdelave, med delavci oz. med motorkami. Posebej pomemben za določitev povprečne dnevne višine ropota je drugi maksimum frekvenčne porazdelitve, ki leži v območju ropota motorke pri polni obremenitvi. Položaj tega maksimuma očitno kaže razlike med motorkami. Višina krivulje kaže na razlike med načini izdelave. Če je pri istem načinu izdelave v kakem območju npr. prostega teka različna, lahko to pomeni tudi individualni vpliv delavca na višino ropota (večje prizadevanje - višji ropot). Za posamezne načine dela (izdelave) smo izračunali z upoštevanjem vseh treh delavcev tudi povprečne porazdelitve. Podobno smo z upoštevanjem več načinov izdelave (3 oz. 4) izračunali tudi frekvenčne porazdelitve za posamezne motorne žage. Oboje je prikazano v tabeli 11.

Iz časovnih deležev različnih višin hrupa je bila za produktivni čas izračunana povprečna dnevna višina ropota, ki vpliva na delavca (po normah DIN 65641 - glej poglavje 3.4). Izračunana povprečna višina ropota sloni na ovrednotenem posnetem produktivnem času po posameznih načinih sečnje in izdelave in po motorkah (tab.9). Izračunane vrednosti prikazujemo v tabelah 11 in 12. V tabeli 12 poleg tega prikazujemo v oklepajih še nekoliko spremenjene povprečne vrednosti višine ropota v produktivnem času. Te slednje so približno izračunane in zaokrožene glede na razlike v delovnem učinku posameznih delavcev pri istem načinu izdelave. Izračunane so povprečne vrednosti s predpostavko, da je čas vplivanja ropota na delavčevo uho sorazmeren njegovemu delovnemu učinku v enoti produktivnega časa, izraženem v neto kubaturi izdelanih sortimentov in v številu posekanih in obdelanih dreves. V tabeli 12 prikazujemo tudi dejanske delovne učinke v produktivni uri in v 8-urnem delavniku, ki vsebuje 5 ur intenzivnega produktivnega dela.

Tabela 11: Povprečne frekvenčne porazdelitve višine ropota v % produktivnega časa za načine izdelave in za motorne žage

Način dela (izdelave)	Višina ropota - dB/A/																Povprečna višina ropota v prod. času dB/A/	
	pod 77,5	nad 77,5	80	82,5	85	87,5	90	92,5	95	97,5	100	102,5	105	107,5	110	112,5		nad 115
A	25,1	8,0	5,6	5,2	4,5	4,8	4,0	4,5	6,6	7,7	8,9	8,2	4,4	1,9	0,5	0,1		99
B	23,7	9,5	6,5	5,8	4,7	4,7	3,9	4,2	5,7	6,0	6,9	8,1	6,3	2,9	0,8	0,3		100
C	51,7	10,1	6,8	5,7	3,0	1,9	1,5	1,5	2,3	2,7	3,0	3,1	3,1	2,2	0,9	0,4	0,1	98
D	14,6	8,1	6,3	6,0	5,0	4,9	3,4	4,0	6,6	9,0	8,7	8,2	6,1	5,0	3,3	0,8		102
E	22,2	11,1	7,8	7,4	5,2	3,9	3,1	3,3	4,5	6,0	6,7	5,9	4,9	4,6	2,9	0,5		101
F	38,4	11,9	9,1	5,4	3,3	3,3	2,1	1,7	2,4	3,7	6,4	6,9	3,6	1,5	0,3			98
G	13,0	5,5	7,5	8,9	7,4	6,6	4,7	4,7	5,2	5,1	6,2	7,5	7,5	6,6	3,1	0,5		102
Motorna žaga																		
1	39,4	12,5	8,2	5,8	4,0	3,7	3,0	2,9	3,9	4,8	5,9	4,5	1,3	0,1				95
2	38,5	9,2	5,2	3,7	2,6	2,7	2,2	2,4	3,6	4,5	5,1	6,0	6,8	5,2	1,7	0,5	0,1	101
3	26,2	7,8	7,6	7,0	5,0	4,6	3,5	3,6	5,2	5,8	7,9	9,3	5,1	1,3	0,1			99
4	18,8	9,9	10,2	9,1	8,1	5,7	3,0	3,6	6,0	7,8	7,7	6,9	2,9	0,3				97
5	12,0	9,1	6,9	8,6	5,1	4,9	3,9	3,7	3,6	3,2	4,6	6,2	7,0	10,8	8,6	1,8		105
6	18,9	5,7	4,5	4,7	4,5	4,9	4,3	4,7	6,6	9,1	9,3	8,5	8,5	5,1	0,6	0,1		101

Tabela 12: Povprečna višina ropota v produktivnem času - primerjava z delovnim učinkom

Način sečnje in izd.	Delavec	Posnet produkt. čas h	Učinek v 1 uri prod. časa		Dnevni učinek 5 ur produkt. 8 delovnih dreves		Povprečna višina ropota v produktivnem času dejanska glede na delovni učinek	
			dreves	m ³	dreves	m ³	dB/A/	delovni učinek
A	I	5,62	3,92	4,51	19,6	22,55	95	(95)
	II	4,85	4,12	5,95	20,6	29,74	102	(101)
	III	5,07	3,94	5,37	19,7	26,84	99	(99)
B	I	5,53	1,81	3,14	9,0	15,71	96	(98)
	II	6,02	2,66	4,36	13,3	21,78	102	(101,5)
	III	5,03	2,58	4,17	12,9	20,87	100	(99,5)
C	I	6,08	1,15	1,52	5,8	7,61	93	(94)
	II	5,08	1,38	1,91	6,9	9,53	101	(100,5)
	III	4,90	1,22	2,39	6,1	11,94	98	(97,5)
D	I	5,68	7,92	1,11	39,6	5,55	97	(98)
	II	5,08	9,84	1,52	49,2	7,58	105	(104)
	III	4,93	8,72	1,53	43,6	7,65	100	(99,5)
E	I	4,88	4,30	0,74	21,5	3,69	95	(96)
	II	5,95	6,22	0,92	31,1	4,61	104	(103)
	III	4,95	6,87	0,99	34,3	4,96	101	(100,5)
F	I	4,97	3,02	3,55	15,1	17,77	96	(96)
	II	5,15	3,69	4,30	18,4	21,51	100	(99,5)
	III	5,07	2,96	3,50	14,8	17,50	97	(97)
G	I	3,95	30,89	4,70	154,4	23,48	98	(97)
	II	5,02	29,88	4,45	149,4	22,27	104	(103)
	III	4,93	19,47	3,62	97,4	18,11	102	(104)

Iz izračunane povprečne višine ropota v produktivnem času lahko izračunamo po enakem obrazcu tudi povprečne višine ropota za vsa druga dnevna časovna obdobja, če poznamo delež produktivnega časa v teh razdobjih. Pri načinu dela A - debelni način izdelave v smrekovem debeljaku z motorčko št. 1 (Stihl 045) je npr. ta izračun takle:

	Povprečna višina ropota
Produktivni čas 5 ur	95 dB/A/
Delovni čas 8 ur	93 dB/A/
Delovni dan 16 ur	89 dB/A/
Ves dan 24 ur	88 dB/A/

To pomeni, da je pri tem načinu dela obremenitev prevelika, saj večina standardov dovoljuje največjo obremenitev sluha delavca v 8 urah na višini 90 dB/A/, nekateri celo samo 85 dB/A/. Tudi pri drugih načinih izdelave in motorčkah se s preizkušanjem povprečne višine ropota v produktivnem času na delovni čas (8 ur) zmanjša povprečna višina praviloma za okrog 2 dB/A/. Iz tega sledi, da leži povprečna višina dnevne obremenitve delavca zaradi hrupa pri vseh preizkušanih motorčkah in načinih izdelave nad dovoljeno mejo 90 dB/A/. Nekatere motorke pa pri posameznih načinih izdelave že leže pod nivojem 95 dB/A/, kar je tudi že uspeh tehničnega razvoja proizvodnje motornih žag. Najnižje obremenitve delavca nastopajo pri sortimentnem načinu sečnje in izdelave z lupljenjem lesa v debeljaku iglavcev in pri sortimentnem načinu sečnje in izdelave v bukovem debeljaku z vključeno izdelavo prostorninskega lesa. Nasprotno so obremenitve največje pri sečnji in izdelavi - redčenju drogovnjaka, tako pri debelnem načinu v bukovem drogovnjaku, kot tudi pri izdelavi neolupljenih sortimentov dolžine 4 - 7 m v smrekovem drogovnjaku. Razlike znašajo samo nekaj decibelov, vendar moramo vedeti, da povečanje hrupa za približno 10 dB pomeni že podvojitev jakosti hrupa. Pri preizkušanih motorčkah smo izmerili največjo dnevno višino hrupa pri motorčkah št. 2 in 5 (Solo 655 in Solo 615), najugodnejše pa so bile motorke 1 in 4 (Stihl 045 in Stihl 031). Lažje motorke povzročajo v splošnem z ropotom večje obremenitve delavca kot srednjetežke motorke. Vseh gornjih ugotovitev pa za sedaj ne moremo poplošiti, ker vpliva na dnevno višino hrupa tudi individualno različen način dela, delavčeva velikost in njegov delovni učinek. Ker smo pri vsaki motorčki snemali samo enega delavca, teh vplivov nismo mogli v celoti ovrednotiti.

5.3. PORAZDELITEV IN TRAJANJE OBDOBIJ BREZ ROPOTA MED DELOM Z MOTORNO ŽAGO

Pri poizkusih - merjenju celodnevnega ropota motorke - na gozdnem obratu Steinheim smo že med terenskim snemanjem in deloma kasneje v laboratoriju iz posnetih magnetofonskih trakov zapisovali višino ropota med posameznimi delovnimi cikli na papirni trak. Take zapise smo naredili za najmanj dva delovna ciklusa posameznega načina izdelave za vsakega od dveh delavcev oz. za vsako motorko. Iz zapisov smo z natančnostjo ene sekunde odčitali trajanje posameznih obdobj močnega ropota, praznega teka motorke in tišine. Tabela 13 prikazuje časovni obseg teh snemanj, delovne učinke tako zapisanih delovnih ciklusov in odstotni delež posameznih obdobj pri vseh sedmih delovnih načinih sečnje in izdelave. Delovni ciklus pomeni sečnjo in izdelavo enega drevesa ali serije dreves (načina D in F). Iz teh zapisov, ki so trajali od 41 do 124 minut v delovnem dnevu, oziroma po načinih dela od 1,4 do 3,5 ur produktivnega časa, lahko razberemo škodljivost posameznih načinov izdelave za sluh delavca, če načine dela razvrstimo po skupnem deležu obdobj brez ropota. Ta razvrstitev je prikazana v tabeli 14. Skoro isti vrstni red dobimo, če opazujemo delež škodljivega ropota (brez praznega teka motorke) le z izjemo debelnega načina izdelave pri sečnji bukovega drogovnjaka, kjer zavzema prazni tek motorke velik delež produktivnega časa. Očitno je, da je obremenitev delavca z ropotom motorke največja pri sečnji in izdelavi 4-7 m dolgih sortimentov v smrekovem drogovnjaku in najmanjša pri sečnji in izdelavi olupljenih sortimentov v smrekovem debeljaku. Ta rezultat je enak tistemu iz analize celodnevni frekvenčni porazdelitev višine ropota (poglavje 5.2).

Namen te analize trajanja obdobj posameznih stanj obratovanja motorke pa je bil predvsem ugotoviti, kako pogosto se pojavljajo in kako dolga so med delom z motorko obdobja, ko ni škodljivega vpliva ropota motorke. Poleg obdobj tišine (ročno delo) lahko štejemo za manj škodljiv tudi čas prostega teka, saj ropot pod 85 dB/A/ ne povzroča okvar slušnega organa. Če so obdobja tišine med obdobj ropota dovolj dolga in dovolj pogosta, namreč lahko uho regenerira že poškodovane organe. Fiziologi si žal še niso edini, kako dolga morajo biti ta obdobja. Znano pa je, da izven delovnega časa in zlasti ponoči organizem popravi poškodbe sluha, če niso prehude. Če so pri gozdnem delu odmori (obdobja tišine) dovolj dolgi in pogosti, bi lahko škodljivost ropota in izračunano povprečno višino dnevnega ropota presojali drugače kot ropot, ki neprestano ves delovni dan vpliva na delavčevo uho (npr. v industriji).

Tabela 13: Obseg snemanj s pisalцем - odstotni deleži tišine, prostega in polnega teka motorke

Način izdelave	Delavec	Čas snemanja minut	Število ciklusov (dreves)	Porabljeni prod. čas min/drevo	Srednji premer dreves	Učinek dreves na prod. uro	Odstotni deleži		
							Obdobja tišine	Prosti tek	Polni tek
A	I	102,3	6	17,05	37,7	3,52	29,1	24,4	46,5
	II	42,7	3	14,20	39,0	4,20	30,5	14,1	55,4
B	I	50,9	2	25,43	34,7	2,35	37,9	16,0	46,1
	II	60,1	3	20,01	40,4	3,00	36,7	11,3	52,0
C	I	111,2	2	55,59	36,9	1,08	67,5	10,4	22,1
	II	95,7	2	47,83	38,8	1,25	68,3	5,2	26,5
D	I	123,5	3 (15)	8,20	15,8	7,31	17,6	34,3	48,1
	II	73,2	3 (12)	6,10	16,4	9,83	16,4	28,1	55,5
E	I	67,7	5	13,50	15,1	4,43	52,8	13,7	33,5
	II	99,7	11	9,10	15,2	6,60	51,3	10,3	38,4
F	I	90,7	2 (3)	30,20	40,7	1,98	60,2	14,5	25,3
	II	122,5	2 (7)	17,50	41,5	3,42	62,8	9,3	27,9
G	I	41,1	20	2,06	16,6	29,20	23,5	36,1	40,4
	II	45,5	25	1,82	15,4	33,00	19,9	36,1	44,0

Tabela 14: Zaporedje načinov izdelave po stopnji obremenitve delavca z ropotom

Način dela	Odstotni deleži	
	obdobje tišine	obdobje ropota brez prostega teka
D. Smrekov drogovnjak - neolupljeni sortimenti dolžine 4 - 7 m	16 - 18%	48 - 56%
G. Bukov drogovnjak - debelni način izdelave	20 - 24%	40 - 44%
A. Smrekov debeljak - debelni način brez lupljenja	29 - 30%	47 - 55%
B. Smrekov debeljak - sortimentni način brez lupljenja	37 - 38%	46 - 52%
E. Smrekov drogovnjak - neolupljeni sortimenti dolžine 2 m	51 - 53%	34 - 38%
F. Bukov debeljak - sortimentni način z izdelovanjem prostorninskega lesa	60 - 63%	25 - 28%
C. Smrekov debeljak - sortimentni način z lupljenjem	67 - 68%	22 - 26%

Iz posnetih zapisov ropota smo izračunali preko dejanskih frekvenčnih porazdelitev v času snemanja frekvenčne porazdelitve obdobje tišine, praznega teka in polnega teka (ropota) motorke glede na njihovo trajanje v 1 produktivni uri dela pri različnih načinih sečnje in izdelave sortimentov.

V tabeli 15 prikazujemo za oba delavca število različno dolgih prekinitev ropota, število obdobje praznega in polnega teka, vse preračunano na 1 produktivno uro.

Pri tem ves neproduktivni čas med delom in vsi dnevni odmori niso upoštevani. Za dva načina sečnje in izdelave prikazujemo te frekvenčne porazdelitve tudi na grafikonu 4. Na grafičnih ponazoritvah pomeni površina stolpcev skupno trajanje posameznega stanja obratovanja v produktivni delovni uri - odstotni delež tega trajanja je prikazan tudi številčno. Iz teh ponazoritev so še bolj opazne razlike med posameznimi načini izdelave, medtem ko so razlike med delavcema in med motor-kami zabrisane, ker ni bilo upoštevano nihanje višine ropota med polnim tekom motorke.

Tabela 15: Porazdelitve ropota, prostega teka in prekinitev ropota po trajanju posameznih obdobij, preračunane za 1 produktivno uro dela

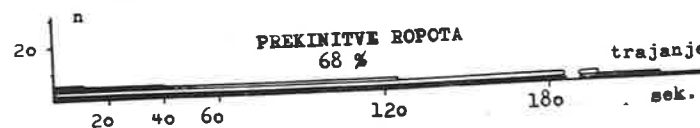
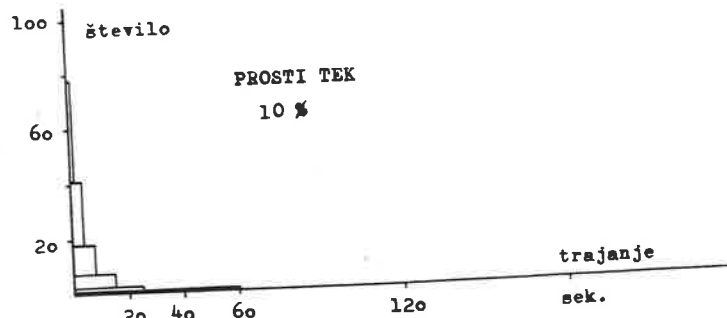
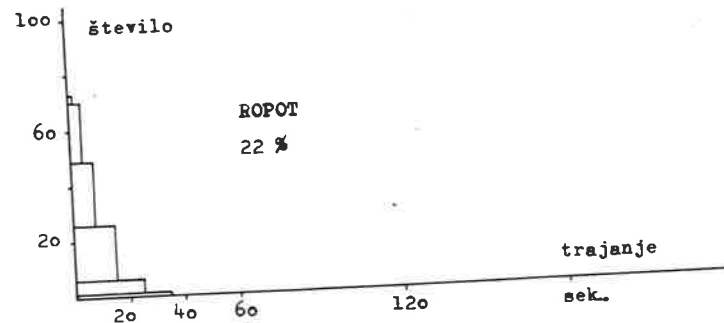
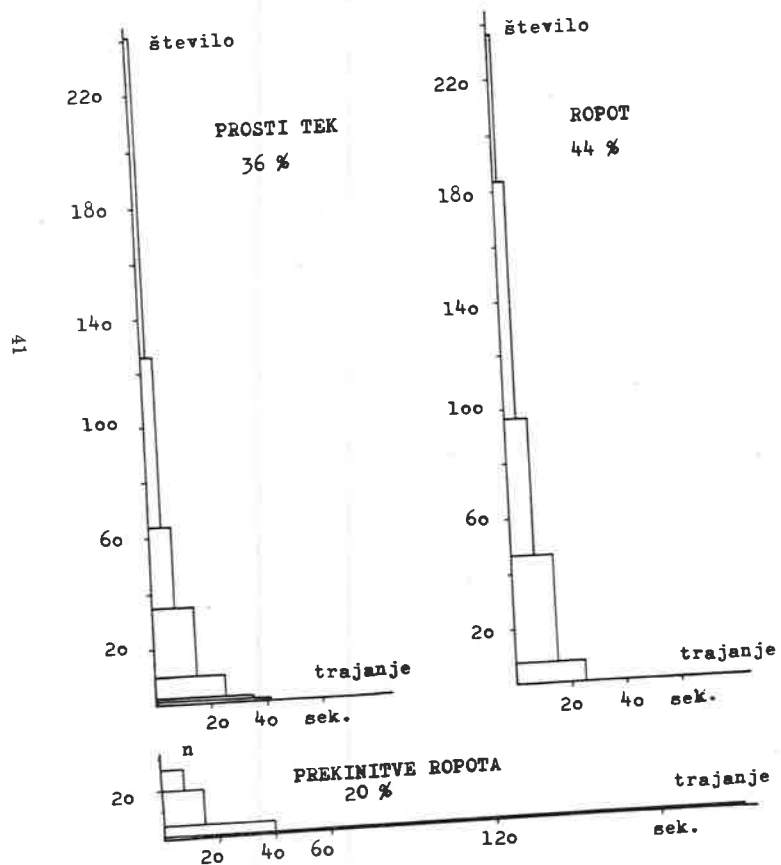
Način dela	Delavec	Stanje obratovanja	Skupni % časa	Število obdobij v eni produktivni uri glede na trajanje v sekundah													
				1-2"	3-5"	6-10"	11-20"	21-60"	61-120"	121-180"	181-240"	241-300"	300" nad				
				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
A	I	Ropot	47	7,5	33,3	39,6	44,7	16,1	0,6								
		Prosti tek	24	47,0	43,0	33,8	10,9	7,5	0,6								
		Prekinitve	29			1,7	2,3	0,6	1,7	1,1	1,1				0,6		
	II	Ropot	55	1,3	17,3	20,0	31,9	26,6	4,0								
		Prosti tek	14	61,2	22,6	12,0	8,0	4,0									
		Prekinitve	31			1,3	2,7	1,3	2,7	2,7					1,3		
B	I	Ropot	46	2,4	20,0	21,2	18,8	22,5	1,2								
		Prosti tek	16	27,1	37,7	21,2	4,7	5,9				1,2					
		Prekinitve	38						1,2	3,5	1,2	1,2	2,4				
	II	Ropot	52	3,9	18,7	30,6	32,6	25,6	2,0								
		Prosti tek	11	73,0	32,6	11,8	3,0	2,0									
		Prekinitve	37					4,9	3,9	2,0	2,0						
C	I	Ropot	22	2,7	20,7	28,7	20,2	6,4									
		Prosti tek	10	37,2	22,8	11,2	5,8	1,1	0,5								
		Prekinitve	69			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5					0,5		
	II	Ropot	27	1,9	9,3	6,2	15,5	9,9	1,9	0,6					2,6		
		Prosti tek	5	22,4	15,5	5,6	1,9	1,2									
		Prekinitve	68				0,6	1,2	0,6	1,9					1,9		
D	I	Ropot	48	14,4	30,6	32,0	28,7	24,7	0,9								
		Prosti tek	34	50,5	23,6	26,4	19,0	13,0	1,4								
		Prekinitve	18			0,5	1,9	6,5	0,9	0,5	0,5	0,5					
	II	Ropot	56	10,5	17,7	30,5	30,5	28,9	3,2								
		Prosti tek	28	30,5	28,9	37,8	19,3	8,8									
		Prekinitve	16			4,0	8,8		0,8		1,6						
E	I	Ropot	33	8,7	37,2	33,8	22,5	10,4	0,9								
		Prosti tek	14	69,3	32,9	8,7	3,5	2,6	0,9								
		Prekinitve	53			0,9	0,9	6,9	3,5						1,7		
	II	Ropot	39	8,3	32,4	20,1	6,5	10,6	5,3	1,2			1,7	0,9	1,7		
		Prosti tek	10	59,0	26,0	4,7	3,5	3,6									
		Prekinitve	51			1,8	2,9	7,7	5,3	3,5					1,8		
F	I	Ropot	25	6,0	15,3	24,6	25,2	10,7									
		Prosti tek	15	32,5	15,3	16,6	13,2	3,4									
		Prekinitve	60					2,0	2,0	1,3	2,7	0,7	0,7				
	II	Ropot	28	4,3	23,1	17,8	19,8	15,9									
		Prosti tek	9	44,8	17,4	12,5	6,3	1,0									
		Prekinitve	63			1,0	0,5	0,5	2,9	2,4					0,5		
G	I	Ropot	40	39,8	67,3	46,7	37,1	4,1									
		Prosti tek	36	83,8	34,3	38,5	20,6	9,6	1,4								
		Prekinitve	24			2,7	4,1	12,4	1,4	1,4							
	II	Ropot	44	53,1	86,7	50,5	38,8	7,8									
		Prosti tek	36	115,2	62,1	28,5	24,6	10,4									
		Prekinitve	20			7,8	12,9	3,9	1,4	1,4	1,3						

PORAZDELITEV ROPOTA, PROSTEGA TEKA MOTORKE IN PREKINITEV ROPOTA V 1 PROD. URI

Graf. 4

Bukov drogovnjak - debelni način izdelave
motorka Solo 615

Srekev debeljak - sortimentni način izdelave
z lupljenjem - motorka Stihl 045



Iz teh analiz sledi, da so razen pri obeh običajnih načinih izdelave (C - sortimentni način sečnje in izdelave iglavcev z lupljenjem in F - sortimentni način v bukovem debeljaku z izdelavo prostorninskega lesa) obdobja tišine v produktivnem času zelo kratka. Obdobja tišine, daljša od dveh minut (pri krajših si po nekaterih mnenjih uho še ne opomore), so zelo redka. V produktivni delovni uri je le 1,3 do 5,3 takih prekinitev ropota.

Nasprotno pa se med seboj zelo pogosto menjavajo pri vseh načinih dela obdobja prostega in obdobja polnega teka (ropota). Večina obdobij prostega teka je krajša od 10 sekund in nobeno ni daljše od 1,5 minute, večina obdobij ropota pa traja od 3 do 20 sekund in le posamezna presegajo trajanje 2 minut. Zaporedje vseh treh stanj obratovanja je zelo različno, odvisno od načina izdelave in individualnega načina izvajanja dela ter ne kaže nobenih zakonitosti. Opazimo, da so skupni časovni odstotki prekinitev ropota pri obeh delavcih zelo podobni, da pa so pri mlajšem delavcu (II) ta obdobja brez ropota pogostejša in krajša. Tudi čas prostega teka je pri njem znatno krajši - tako posamezna obdobja kot tudi seštevek vsch obdobij. Pri njegovem večjem delovnem učinku je seveda trajanje posameznih obdobij polnega teka oziroma ropota daljši, pa tudi skupni čas ropota je daljši. To razložimo lahko s tem, da je bil mlajši delavec boljše izšolan za sečnjo in izdelavo z motorno žago, pa tudi njegova stopnja prizadevanja je bila zelo visoka.

Naj še enkrat poudarimo, da vsi ti odnosi veljajo za produktivni čas in bi se bistveno spremenili z upoštevanjem neproduktivnega časa med posameznimi cikli delovanja in dnevnih odmorov (obroki hrane, odmor 10 minut po vsaki uri dela). S poznavanjem odnosov ropota in prekinitev ropota v produktivnem času pa je za vsak način izdelave to možno upoštevati, saj poznamo časovno strukturo dnevnega delovnega časa.

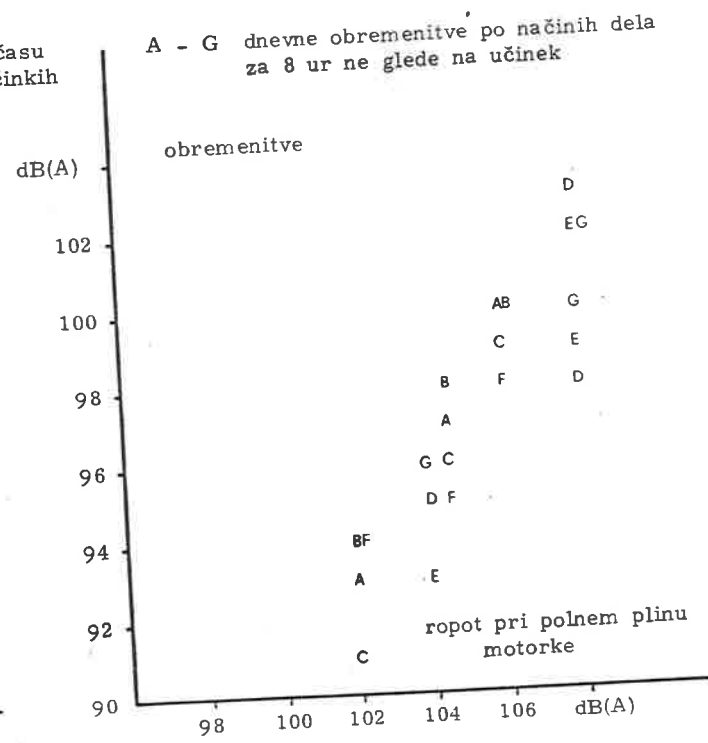
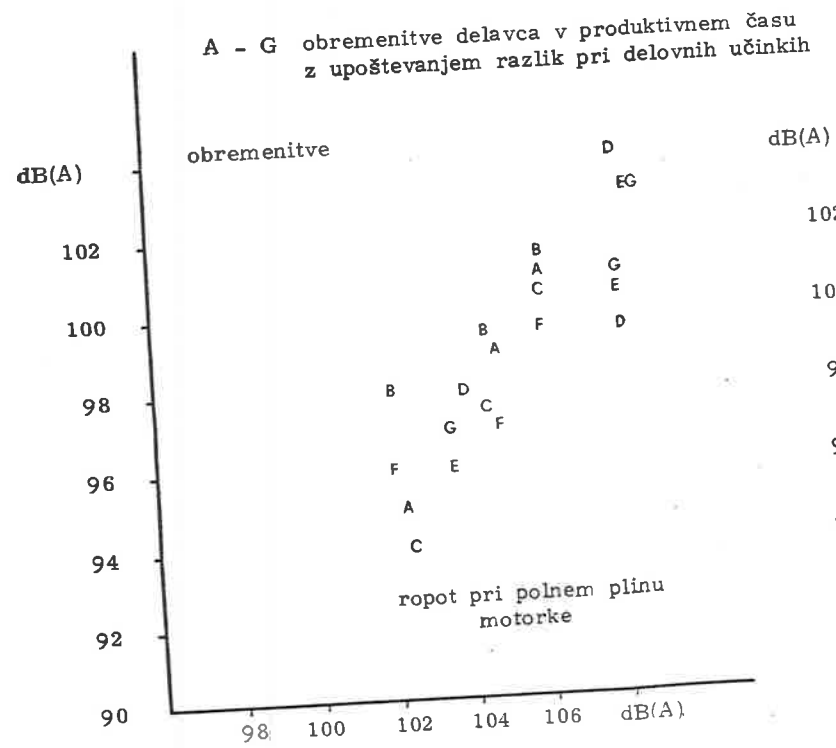
5.4. PRIMERJAVA TERENSKIH IN LABORATORIJSKIH MERITEV ROPOTA MOTORNIH ŽAG

Pojavlja se vprašanje, kakšen je odnos med laboratorijsko izmerjeno višino ropota treh stanj obratovanja in povprečno višino dnevne obremenitve delavca z ropotom motorke pri različnih delovnih načinih sečnje in izdelave gozdnih lesnih sortimentov. Po obrazcu (poglavje 3.4) izračunano povprečno dnevno višino ropota pri vseh terenskih meritvah smo grafično primerjali z izmerjeno višino ropota motork pri polnem teku pod obremenitvijo (med žaganjem) v laboratoriju. Grafikon 5 prikazuje enkrat višino ropota med produktivnim časom z upoštevanjem delovnega učinka ter drugič povprečno višino ropota v delovnem času (8 ur) ne glede na učinek. Za izračun tega povprečja je bilo upoštevano, da znaša višina hrupa v neproduktivnem času in med odmori največ 50 dB/A/, to je toliko, kolikor je hrupnost okolice v gozdu. Povprečno višino hrupa pri delu v gozdu primerjamo vedno z ropotom motorke pri polnem plinu (merjeno v laboratoriju), ker je za obremenitev (izračun

Graf. 5

PRIMERJAVA LABORATORIJSKIH MERITEV ROPOTA MOTORK Z
DNEVNIMI OBREMITVAMI DELAVCA Z ROPOTOM

43



povprečne dnevne višine hrupa po obrazcu) odločilen ravno ta ropot (drugi maksimum frekvenčnih porazdelitev višine dnevnega ropota). Višino ropota pri praznem teku (nizek ropot) in višino ropota pri polnem teku brez obremenitve (kratek dnevni čas) smo za sedaj zanemarili. Trdimo pa lahko, da predlagani obrazec ni najprimernejši za izračun povprečne dnevne višine ropota (obremenitve) pri sečnji in izdelavi, saj so razlike med posameznimi načini dela majhne, pa tudi ne upošteva prekinitev ropota med delom. Kot merilo obremenitve delavca z ropotom ga je pa treba upoštevati, ker doslej fiziologi niso našli neke druge splošno priznane metode ocenjevanja dnevne obremenitve.

Iz grafikona 5 pa sledi, da je laboratorijsko merjenje ropota pri polnem plinu pod obremenitvijo za sklepanje na dnevno višino obremenitev sluha delavca neuporabno sredstvo. Res je sicer, da s povečevanjem ropota pri polnem plinu motorke raste tudi obremenitev delavca, vendar so razlike med načini sečnje in izdelave, pa tudi med tipi motork tolikšne, da ni mogoče sklepati iz laboratorijskih meritev na višino dnevne obremenitve delavca. V zelo širokem grobem povprečju je srednja višina dnevne 8 urne obremenitve delavca za 6 - 8 dR/A/ nižja od laboratorijske višine hrupa motorke pri polnem plinu med žaganjem (obremenitvijo). Seveda pa so laboratorijske meritve zelo uporabne za ocenjevanje (testiranje) tipov motornih žag, zlasti, če jih primerjamo med seboj.

6. POVZETEK

Na dveh gozdnih obratih v Zvezni republiki Nemčiji v deželah Baden-Württemberg in Niedersachsen so bili izvršeni obsežni poizkusi celodnevnega merjenja obremenitve delavca sekača z ropotom motorne verižne žage. Rezultati raziskav so zanimivi tudi za slovensko gozdarstvo. Na osnovi te raziskave 6 motork iz proizvodnje treh nemških proizvajalcev (Stihl, Solo, Dolmar) je bila postavljena zgornja meja ropota, ki ga smejo povzročati motorke na nemškem tržišču.

Doslej so na obremenitev delavca z ropotom sklepali iz deležev efektivnega in obratovalnega časa v delovnem dnevu ali pa iz časovnih deležev posameznih delovnih postopkov, ko so za nekatere od postopkov ugotovili njihovo povprečno hrupnost. Le v Avstriji so v enem samem delovnem dnevu pri sečnji in izdelavi iglavcev v celoti izmerili hrup.

Za pričujočo raziskavo je bila izdelana posebna metodika za celodnevno merjenje hrupa, ki vpliva na uho delavca-sekača. Metodika je izbrala in ločno opredelila sedem različnih načinov sečnje in izdelave sortimentov, od tega 4 načine dela v debeljaku in 3 v drogovnjaku, oziroma 5 načinov v enodobnih smrekovih sestojih in 2 v bukovih sestojih. Določen je bil način izbora delavcev in sestojev ter izbrani tipi motork. Za terenska snemanja je bila določena tehnika merjenja, radijskega prenašanja in celodnevnega beleženja višine ropota ob delavčevem ušesu.

Pri poizkusih v času januar - marec 1975 so sodelovali trije kvalificirani, za gozdni obrat povprečni delavci. Vsak je delal s po dvema motorkama istega proizvajalca in sicer v debeljaku s srednjetežko, v drogovnjaku pa z lažjo motorco. Vsak delavec je delal po ves dan sam na vseh sedem načinov sečnje in izdelave. Tako je bil posnet hrup skupno 21 celotnih delovnih dni. Izbrani so bili enodobni poizkusni sestoji na ravnem terenu s srednjim prsnim premerom za smrekov in bukov debeljak od 35 - 39 cm in za smrekov ter bukov drogovnjak od 15 - 19 cm. Podrobnejše podatke o izbranih sestojih prikazujeta tabeli 2 in 3. Podatke o delavcih najdemo v tabeli 4 in o motorkah v tabeli 5.

Vsem motorkam je bil pred poizkusom in po njem v laboratoriju izmerjen ropot pri treh stanjih obratovanja (tab. 8) po normirani metodi (DIN E 45635) in je znašal:

v prostem teku motorke	79 - 89 dB/A/
v polnem teku pod obremenitvijo	101 - 108 dB/A/
v polnem teku brez obremenitve	104 - 111 dB/A/

Po posameznih načinih sečnje in izdelave je bilo v gozdu snemano od 4 - 6 ur produktivnega časa z visokimi delovnimi učinki (tabela 6). S klasiranjem višine ropota v razrede širine 2,5 dB/A/ so bile izračunane frekvenčne porazdelitve ropota. Z

odstotnimi deleži produktivnega časa so prikazane v tabeli 10 in to ločeno po načinih dela in delavcih (velja obenem tudi za posamezne tipe motork). Izračunane so bile tudi povprečne frekvenčne porazdelitve ropota za 7 načinov dela ne glede na uporabljene motorke in za 6 tipov motork ne glede na način sečnje in izdelave (tabela 11). Po posebnem normiranem obrazcu (DIN 45641) je bila izračunana obremenitev sekača z ropotom v produktivnem delovnem času in je znašala po posameznih načinih dela (tab. 12) in tipih motork od 93 - 105 dB/A/ ali z upoštevanjem razlik v delovnem učinku od 94 - 104 dB/A/. Če upoštevamo, da je v delovnem dnevu 5 ur tako intenzivno izrabljenega produktivnega časa, kot je bilo to med snemanjem ropota, pomenijo gornje vrednosti v 8 urnem delovniku obremenitev delavca od 91 - 103 dB/A/, kar pa je pri vseh načinih dela nad dopustno mejo 90 dB/A/. Podoben izračun za 6 ur produktivnega časa v 8 delovnih urah daje še za 1 dB/A/ višje vrednosti. Tudi za povprečne porazdelitve ropota po načinih izdelave in po motorkah smo izračunali povprečno višino hrupa v produktivnem času (tab. 11). Ta znaša po analiziranih načinih sečnje in izdelave:

A. Sečnja v smrekovem debeljaku - debelni način izdelave brez lupljenja	99 dB/A/
B. Sečnja v smrekovem debeljaku - sortimentni način izdelave brez lupljenja	100 dB/A/
C. Sečnja v smrekovem debeljaku - sortimentni način izdelave z lupljenjem	98 dB/A/
D. Sečnja v smrekovem drogovnjaku - izdelava sortimentov dolžine 4 - 7 m brez lupljenja	102 dB/A/
E. Sečnja v smrekovem drogovnjaku - izdelava sortimentov dolžine 2 m brez lupljenja	101 dB/A/
F. Sečnja v bukovem debeljaku - sortimentni način izdelave, izdelava prostorninskega lesa	98 dB/A/
G. Sečnja v bukovem drogovnjaku - debelni način izdelave	102 dB/A/

Razlike so sicer zaradi uporabe omenjenega obrazca in različno hrupnih motork majhne, vendar pomembne in kažejo, da so obremenitve delavca z ropotom najmanjše pri običajnem sortimentnem načinu izdelave debelnega lesa (C, F) in največje pri modernih načinih sečnje in izdelave (v smrekovem drogovnjaku po skandinavskem načinu dela in pri debelnem načinu v bukovem drogovnjaku). Podoben izračun iz povprečnih frekvenčnih porazdelitev za motorne žage (tab. 11) pa kaže večje razlike.

1	motorka Stihl 045 AV	95 dB/A/
2	Solo 655 VA	101 dB/A/
3	Dolmar 122	99 dB/A/
4	Stihl 031 AV	97 dB/A/
5	Solo 615 VA	105 dB/A/
6	Dolmar 118	101 dB/A/

Čeprav razlike v delovnih učinkih niso upoštevane in zaradi individualnega vpliva delavca na način dela rezultatov ne moremo posploševati, je očitno, da so motorke Stihl najmanj hrupne, motorke Solo pa najbolj.

Vsi izračuni povprečne višine ropota pa ne upoštevajo, da se prekinitve ropota pri gozdnem delu pojavljajo mnogo pogosteje kot npr. v industriji. Ker si delavčevo uho ob vsaki daljši prekinitvi lahko opomore od ropota in regenerira poškodovan slušni organ, smo analizirali pri posameznih načinih dela število in trajanje prekinitvev ropota, obdobje prostega teka motorke (manj škodljivo) in obdobje večjega ropota. Analizo smo naredili pri vsakem načinu dela za nekaj ciklusov dela.

Rezultate - število posameznih obdobji v 1 produktivni delovni uri prikazuje tabela 15. Upoštevanje neproduktivnega časa in odmorov bi dalo seveda spremenjeno podobo, še ugodnejšo za sluh. Če upoštevamo samo skupni delež posameznih obdobji v produktivnem času (tab. 14), lahko načine sečnje in izdelave razvrstimo glede na delež obdobji tišine oz. škodljivost za sluh takole:

Način izdelave	Odstotni deleži	
	obdobji tišine	obdobji povečanega ropota
D. Sečnja v smrekovem drogovnjaku neolupljeni sortimenti dolžine 4 - 7 m	16 - 18%	48 - 56%
G. Sečnja v bukovem drogovnjaku debelni način izdelave	20 - 24%	40 - 44%
A. Sečnja v smrekovem debeljaku debelni način brez lupljenja	29 - 30%	47 - 55%
B. Sečnja v smrekovem debeljaku sortim. način brez lupljenja	37 - 38%	46 - 52%
E. Sečnja v smrekovem drogovnjaku neolupljeni sortim. dolžine 2 m	51 - 53%	34 - 38%
F. Sečnja v bukovem debeljaku sortim. način, izdelava prost. lesa	60 - 63%	25 - 28%
C. Sečnja v smrekovem debeljaku sortim. način z lupljenjem	67 - 68%	22 - 26%

Primerjava laboratorijskih meritev ropota in dnevnih obremenitev delavca pri sečnji in izdelavi (graf. 5) kaže, da so v splošnem obremenitve večje, če je ropot pri polnem plinu med žaganjem večji. Ne moremo pa direktno iz laboratorijskih meritev sklepati na višino dnevne obremenitve sekača pri različnih načinih sečnje in izdelave. Za oceno ropota motork pa laboratorijske meritve zadostujejo.

Celotna raziskava nam kaže, da je pri vseh načinih sečnje in izdelave treba na tak ali drugačen način zavarovati sluh sekača pred ropotom motorke. Nekateri načini dela so škodljivejši od drugih, prav tako so nekatere motorke bolj nevarne za sluh kot druge. Zato bo ponekod za zadostno varovanje sluha zadostovala že ušesna vata, drugod ušesni čepi, pri nekaterih motorkah in načinih sečnje in izdelave pa morajo sekači obvezno nositi glušnike, dokler ne bodo prišle v uporabo glede ropota izboljšane motorne žage. V nasprotnem primeru proti sekačem gluhost.

7. SEZNAM TABEL IN GRAFIKONOV

TABELE

1. Označitev in opis delovnih postopkov
- Snemalni list k merjenju dnevne višine ropota
2. Podatki o poizkusnih sestojih na gozdnem obratu Steinheim a. A.
3. Podatki o odkazanem drevju v poizkusnih sestojih gozdnega obrata Garlstorf
4. Podatki o delavcih sekačih pri merjenju ropota motork
5. Podatki o motornih žagah pri merjenju dnevnega ropota
6. Delovni učinki pri poizkusu merjenja dnevne višine ropota motork
7. Učinek istih delovnih skupin v podobnih sestojih pri vsakodnevnem delu
8. Višina ropota motork pri treh stanjih obratovanja
9. Časovni obseg snemanj in obdelave podatkov o dnevni višini ropota motork
10. Dnevna obremenitev sekača z ropotom motorke - frekvenčne porazdelitve višine ropota v odstotkih produktivnega časa
11. Povprečne frekvenčne porazdelitve višine ropota v odstotkih produktivnega časa za načine izdelave in za motorne žage
12. Povprečna višina ropota v produktivnem času - primerjava z delovnim učinkom
13. Obseg snemanj ropota s pisalcem - odstotni deleži tišine, prostega in polnega teka motorke
14. Zaporedje načinov izdelave po stopnji obremenitve delavca z ropotom

15. Porazdelitve ropota, prostega teka in prekinitiv ropota po trajanju posameznih obdobj, preračunane za 1 produktivno uro dela

GRAFIKONI

1. Sestavitev merilnih inštrumentov za merjenje in beleženje višine ropota
2. Časovni potek celodnevnik meritev hrupa
3. Frekvenčni porazdelitvi višine ropota v produktivnem času dela za dva načina sečnje in izdelave
4. Porazdelitev ropota, prostega teka motorke in prekinitiv ropota v 1 produktivni delovni uri za dva načina sečnje in izdelave
5. Primerjava laboratorijskih meritev ropota z dnevnimi obremenitvami delavca

DIE TÄGLICHE LÄRMBELASTUNG DES WALDARBEITERS BEIM HOLZEINSCHLAG MIT DER EINMANN-MOTORSÄGE

Zusammenfassung

An der Forstamtern Steinheim a. A. (Baden-Württemberg) und Garlstorf (Niedersachsen) in der BR Deutschland wurden umfangreiche Messungen der ganztägigen Belastung des Waldarbeiters durch den Motorsägenlärm durchgeführt. Im Ergebnis dieser Untersuchung von 6 Motorsägentypen der drei deutschen Hersteller wurden vom Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften die oberen Grenzen des zulässigen Larms der Einmann-Motorsägen auf bundesdeutschem Markt festgelegt.

Bisher wurde die Lärmbelastung des Waldarbeiters auf Grund der Anteile der Effektiv- und Betriebszeit der Motorsäge je Arbeitstag nur geschätzt. Zu einer realen Einschätzung kam man, als man aus zeitlichen Anteilen der Arbeitsvorgänge und aus deren teilweise gemessener Lärmpegel auf die tägliche Lärmbelastung schliesst. Nur in Österreich wurde auch eine ganztägige Lärmmessung bei der Holzernte durchgeführt, leider nur ein Arbeitstag lang.

Für unsere Untersuchung der Lärmbelastung des Waldarbeiters wurde eine Methodik ausgearbeitet, nach der 7 Arbeitsverfahren ausgewählt und genau beschrieben wurden. Ferner wurde die Art der Auswahl der Versuchspersonen und der Versuchsbeständen, die Messtechnik, sowie der Aufnahme- und Auswertungsablauf genau festgelegt. Die Zusammensetzung der Messinstrumente für Erfassung, drahtlose

Übertragung und Speicherung der Lärmpegel ist auf dem Graphikon 1 dargestellt. Ein Aufnahmebogen diente zur Erfassung der Daten über Versuchsbedingungen, zeitlichen Versuchsablauf und Arbeitsleistung.

Die Versuche liefen im Januar, Februar und März 1975 an beiden Forstämtern. Die ausgewählten Bestände beider Forstämter waren sehr ähnlich und lagen auf ebenem Gelände. Das war jeweils ein Fichtenstarkholzbestand mit BHD 35-39 cm, ein Fichtenschwachholzbestand mit BHD 15-19 cm, ein Buchenstarkholzbestand mit BHD 35-39 cm und ein Buchenschwachholzbestand mit BHD 15-19 cm. Die genauere Daten über Versuchsbestände sind in den Tabellen 2 und 3 dargestellt. Die 7 Arbeitsverfahren wurden so ausgewählt, dass dabei konventionelle Verfahren mit niedrigerer Lärmbelastung als auch moderne Arbeitsverfahren, wo man grossere Mittelungslärmpegel erwarten musste inbegriffen waren. Alle Arbeitsverfahren waren Einmann-Verfahren. Die drei Versuchspersonen sind Waldfacharbeiter und wurden sie so ausgewählt, dass sie mit ihrem Verdienst in der Nähe des Verdienstdurchschnitts der Arbeiter an betreffendem Forstamt liegen. Die Daten über die Waldarbeiter sind in der Tabelle 4 wiedergegeben, ihre Arbeitsleistung ist aber in den Tabellen 6 u. 7 erfasst. Jeder Arbeiter arbeitete alle sieben Arbeitsverfahren durch folglich erstreckensich die Lärmmessungen auf 21 volle Arbeitstage. Jeder Arbeiter arbeitete mit zwei Motorsägentypen desselben Herstellers, mit einer mittelschweren Motorsäge im Starkholz und mit einer leichteren Motorsäge im Schwachholz. Die Daten über Motorsägen sind in der Tabelle 5 ausgewiesen.

Alle 6 Motorsägen wurden vor und nach dem Feldversuch auf dem Prüfstand bei DLG-Gross Umstadt über Lärm in drei Betriebszuständen nach DIN 45635 geprüft. Die gemessenen Lärmpegel (Tab. 8) betragen:

im Leerlauf	79 - 89 dB/A/
bei Vollgas mit Belastung	101 - 108 dB/A/
und bei Vollgas ohne Belastung	104 - 111 dB/A/

Die bei der Holzernte gemessenen Lärmpegel des ganzen Arbeitstages wurden durch einen Rechner in Klassen von 2,5 dB/A/ eingeteilt, und daraus wurde eine Häufigkeitsverteilung der Lärmpegel in reiner Arbeitszeit für jedes Arbeitsverfahren im Holzeinschlag und für jede Motorsäge errechnet. Die Prozentanteile der Lärmpegel in RAZ sind in der Tabelle 10 und auf dem Graphikon 3 dargestellt. Auch die durchschnittlichen Häufigkeitsverteilungen für jedes Arbeitsverfahren ungeachtet der Motorsäge und für jede Motorsäge ungeachtet des Verfahrens sind in der Tabelle 11 dargestellt. Mit Hilfe der Formel nach DIN 45641 wurden auch die Mittelungspegel des Lärms in der reinen Arbeitszeit (5 - 6 Stunden je Arbeitstag) für jedes Arbeitsverfahren errechnet. Die Mittelungspegel betragen zwischen 93 und 105 dB/A/ und sind in der Tabelle 12 dargestellt. Wenn man noch die Unterschiede bei der Arbeitsleistung berücksichtigt, liegen die Mittelungspegel zwischen 94 und 104 dB/A/. Geht man davon aus, dass in einem 8-stündigen Arbeitstag nur 5 Stunden reiner Arbeitszeit gibt, betragen die Mittelungspegel und beträgt damit

die Lärmbelastung des Arbeiters 91 - 103 dB/A/ in 8 Stunden, was alles über der zulässigen Grenze von 90 dB/A/ liegt. Auch für die durchschnittliche Häufigkeitsverteilungen wurden mit Hilfe derselben Formel die Mittelungspegel für die reine Arbeitszeit errechnet, sie betragen für 7 Arbeitsverfahren:

Arbeitsverfahren	Mittelungspegel in RAZ
A. Nadelstarkholz-Rohschaftverfahren	99 dB/A/
B. Nadelstarkholz-Sortimentverfahren ohne Entrinden	100 dB/A/
C. Nadelstarkholz-Sortimentverfahren mit Entrinden	98 dB/A/
D. Nadelschwachholz -Kranlängenverfahren	102 dB/A/
E. Nadelschwachholz-Feldmühle-Verfahren	101 dB/A/
F. Buchenstarkholz-Sortimentverfahren	98 dB/A/
G. Buchenschwachholz, fallende Längen	102 dB/A/

Die Unterschiede zwischen den Arbeitsverfahren sind wegen der sehr verschieden lauten Motorsägen und wegen der Benutzung der Formel, die Lärmpausen wenig oder kaum berücksichtigt klein aber charakteristisch. Die Mittelungspegel zeigen, dass die Geräuschbelastungen bei konventionellen Arbeitsverfahren im Starkholz (C, F) kleiner als bei modernen Arbeitsverfahren im Schwachholz (D, G) sind.

Die Unterschiede der durchschnittlichen Mittelungspegel für die Motorsägentypen sind grösser, die Mittelungspegel betragen:

EMS	Mittelungspegel in RAZ
1. Stihl 045 AV	95 dB/A/
2. Solo 655 VA	101 dB/A/
3. Dolmar 122	99 dB/A/
4. Stihl 031 AV	97 dB/A/
5. Solo 615 VA	105 dB/A/
6. Dolmar 118	101 dB/A/

Obwohl hier die unterschiedliche Arbeitsleistung nicht berücksichtigt wurde und sich diese Resultate wegen des individuellen Einflusses des Waldarbeiters auf die Arbeitsausführung nicht verallgemeinern lassen, ist es klar, dass die Motorsägen 1 und 4 die kleinste, die Motorsägen 2 und 5 aber die grösste Lärmbelastung verursachen.

Alle berechneten Mittelungspegel berücksichtigen aber nicht, dass bei der Waldarbeit die Lärmpausen öfters als z.B. in der Industrie eintreten. Wissenschaftlich nachweisbar ist, dass sich auch bei kurzen Lärmpausen das beschädigte Gehörorgan erholt und regeneriert. Darum haben wir bei allen Arbeitsverfahren einige Arbeitszyklen analysiert um die Zahl und Dauer der Zeitabschnitte mit erhöhtem Lärm, Leerlauf und Lärmpausen festzustellen. Die Zahl dieser Zeitabschnitte nach ihrer Dauer - berechnet für eine Stunde reiner Arbeitszeit - zeigt die Tabelle 15. Wenn wir nur den gesamten Prozentanteil der Lärmpausen in verschiedenen Arbeitsverfahren betrachten, können wir die Arbeitsverfahren nach ihrer Gehörbelastung einteilen:

Arbeitsverfahren	Zeitanteile	
	Lärmpausen	Erhöhter Lärm
D. Nadelschwachholz-Kranlängenverf.	16 - 18%	48 - 56%
G. Buchenschwachholz - fallende Längen	20 - 24%	40 - 44%
A. Nadelstarkholz-Rohschliffverf.	29 - 30%	47 - 52%
B. Nadelstarkholz-Sortimentverfahren ohne Entrinden	37 - 38%	46 - 52%
E. Nadelschwachholz-Feldmühle Verf.	51 - 53%	34 - 38%
F. Buchenstarkholz-Sortimentverf.	60 - 63%	25 - 28%
C. Nadelstarkholz-Sortimentverfahren mit Entrinden	67 - 68%	22 - 26%

Beim Vergleich der Prüfstandsmessungen des Lärms in den drei Betriebszuständen mit den Mittelungspegeln der Arbeitstage (Graph. 5) zeigt sich, dass der grössere Lärmpegel beim Vollgas mit Belastung auch eine grössere tägliche Lärmbelastung bedeutet. Es ist aber nicht möglich, von Prüfstandsmessungen direkt auf die Lärmbelastung des Waldarbeiters zu schliessen, weil die Unterschiede zwischen den Arbeitsverfahren und zwischen den Motorsägen zu gross sind. Für den Vergleich des Lärmpegels verschiedener Motorsägentypen genügen aber die Prüfstandsmessungen.

Die ganze Untersuchung zeigt, dass die Lärmbelastung der Waldarbeiter bei allen Arbeitsverfahren, ohne die Erholwirksamkeit der Lärmpausen zu berücksichtigen,

noch immer zu gross ist und darum das Tragen von Gehörschutz notwendig ist. Einige Arbeitsverfahren sind schädlicher als andere, was auch für Motorsägetypen gilt. Bei der Herstellung von Motorsägen ist das Bestreben zur Lärminderung mit konstruktiven Lösungen sinnvoll, weil einige EMS-Typen schon sehr nahe an der Grenze des zulässigen unschädlichen Lärmpegels liegen.

LITERATURA IN VIRI

1. BORZUTZKI, R.: Kritische Bemerkungen zur Ermittlung des Beurteilungspegels der intermittierenden Lärmbelastung der Motorsägearbeit nach DIN 45641 Forstarchiv 1974, s. 182-184
2. Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften: Geräuschbelastung bei der Arbeit mit Kettensägemaschinen; Sociale Sicherheit in der Landwirtschaft Forschungsbericht, Kassel 1975
3. BÜRCK, W.: Kausalverhältnisse zwischen Umwelt und Mensch bei der Beurteilung von Geräuschen Rohde u. Schwarz Mitteilungen, Nov. 1967
4. DIN 45635: Geräuschmessung an Maschinen Handkettensägemaschinen mit Antrieb durch Verbrennungsmotor, Blatt 2
5. DIN 45641: Mittelungspegel und Beurteilungspegel zeitlich schwankender Schallvorgänge
6. DLG - Prüfstelle für Landmaschinen - Gross Umstadt; Geräuschmessung an Handkettensägemaschinen mit Antrieb durch Verbrennungsmotor Messbericht - Dec. 1974
7. HEIDT, H.: Anforderungen an Motorsägen zur Verhütung von Gesundheitsschäden durch Arbeitslärm; Forsttechnische Informationen 1975/12
8. KROHN, B.: Geräuschbelastung des Waldarbeiters beim Holzeinschlag; Forsttechnische Informationen 1975/12
9. LEINERT, S.: Untersuchung über Lärmbelastung von Waldarbeitern durch die Motorsäge bei verschiedenen typischen Arbeitsverfahren; Projektantrag, Sept. 1974
10. LIPOGLAVŠEK, M.: Dauermessungen des Motorsägenlärms bei der Holzernte Versuchsmethodik, Dec. 1974, KWF; Zwischenbericht, Jan. 1975, KWF
11. LIPOGLAVŠEK, M.: Dauerlärmpegel der Einmann - Motorsägen Bericht, Maj 1975
12. WEICHENRIEDER, A.: Einfluss der Mittelungspegel der Teilzeit auf den Beurteilungspegel ... Febr. 1974, MPI Bad Kreuznach
13. WENCL, WENTER: Die Ergonomie und ihre Anwendung bei der Waldarbeit; Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien; Informationsdienst 150, Dec. 1973