

Vlado Goglia, Ružica Beljo-Lučić
Šumarski fakultet - Zagreb

Utjecaj odnosa vlastite frekvencije i frekvencije pobude na buku kružnih pila

The influence of circular saw natural frequency and excited frequency on the noise emission

Izvorni znanstveni rad

*Prispjelo: 8. 5. 1996 • Prihvaćeno: 13. 01. 1997. • UDK 634*822*

SAŽETAK • U radu se istražuje razina buke koju kružna pila pri praznome hodu odašilje u okolinu. U laboratorijskim uvjetima ispitano je sedam različitih kružnih pila. Ispitivana su prigušna svojstva pila kao i razina buke koju odašilju u okolinu. Razina buke mjerena je pri promjenjivom broju okretaja radnog vratila u rasponu od 25 do 65 s⁻¹. U rezultatima mjerenja iskazana je ukupna razina buke u dB(A) kao i frekvencijska analiza buke. Ispitivanja su pokazala visoki stupanj ovisnosti ukupne maksimalne razine emitirane buke i prigušnih svojstava pojedinih pila.

Ključne riječi: kružne pile, vlastita frekvencija, buka, prigušna svojstva.

SUMMARY • The paper deals with noise level emitted by circular saw blade at idling. Seven various circular saw blades were tested in laboratory conditions. Damping characteristics of circular saws were tested as well as emitted sound pressure level. Sound pressure level was measured at changing rotational frequencies of driving shaft in the range between 25 and 65 Hz. In measurement results the total sound level is shown in dB(A). Frequency analysis of measured sound pressure was made, too. Tests have shown high dependence between maximum sound pressure level of emitted noise and circular saw damping characteristics.

Key words: circular saw, natural frequency, noise emission, damping characteristics.

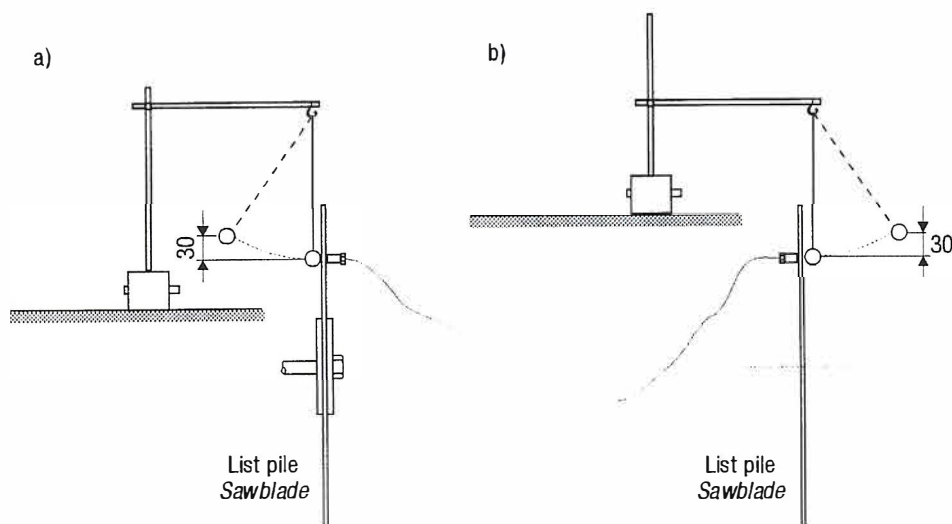
1. UVOD

1. Introduction

Rad kružnih pila za rezanje drva redovito je praćen i emisijom buke manjega ili većeg intenziteta. Razina buke i njena frekvencijska karakteristika same po sebi predstavljaju problem kako za poslužitelje

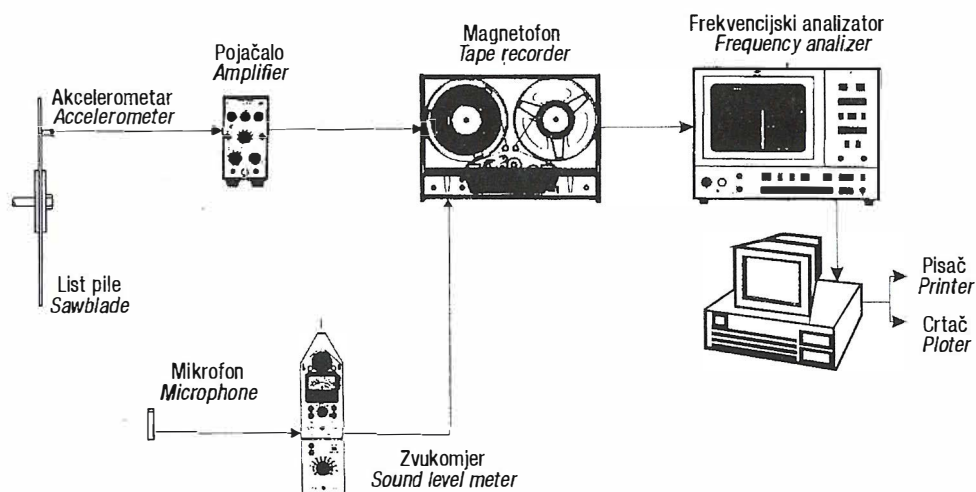
takvih strojeva, tako i za širu radnu okolinu. Buka je najizraženiji, ali ne i jedini problem. Pri radu kružnom pilom nastanak se buke može svesti na tri izvora:

1. turbulentno gibanje zraka izazvano kretanjem zubi obodnim brzinama od 30 do 100 m/s,



Slika 1.

Mehanizam za pobudu lista pile a) list pritegnut prirubnicom, b) list slobodno ovješena
 • Circular saw blade exciting mechanism a) blade clamped with flange, b) free blade



Slika 2.

Mjerni lanac za mjerenje razine vibracija i razine buke
 • Sound and vibration measuring chain

ukazala i na to da je ukupna razina emitirane buke dobrim dijelom posljedica vibracija lista. Stoga se pretpostavilo da bi sposobnost lista pile da priguši udarni rad trebala biti i dobar pokazatelj njenih ukupnih prigušnih svojstava, a time i dijela ukupne razine buke koju će list pile odašiljati u okolinu.

Provedena istraživanja sedam listova pila s primijenjenim različitim principima prigušenja trebala su pokazati točnost gornjih pretpostavki te pokazati njihovu primjenjivost u rasponu frekvencija vrtnje s kojima rade u eksploataciji. Osnovni su tehnički podaci ispitivanih pila dani u tablici 1.

4. MJERNA METODA I MJERNI PRIBOR 4. Measurement method and equipment

Da bi se odredile vlastite frekvencije listova ispitivanih pila rabljen je jednostavan mehanizam za pobudu prikazan na slici 1. Vlastite frekvencije listova ispitivane su na:

- a) listovima pritegnutim na radnome vratilu prirubnicama promjera $d_p = 72$ mm (sl. 1a) i
- b) slobodno ovješanim listovima (sl. 1b).

Za pobudu vibracija ispitivanih listova uporabljena je drvena kuglica mase 3,66 g slobodno ovješena na magnetnome stalku s pomoću pamučne niti zanemarive mase. Da bi se osigurala energija pobude, kuglica se odmicala iz ravnotežnoga položaja, tako da joj je težište podignuto za $\Delta h = 30$ mm, čime je osigurana kinetička energija kuglice u trenutku sudara s listom pile od približno 1 mJ. Brzina kuglice kojom je odskočila od lista pile odnosno dio kinetičke energije kuglice prenesen na list pile nije obuhvaćen mjerenjem. Da bi se ustanovila razina vibracija lista pile nastala udarnim radom kuglice, na list je pile pričvršćen piezoakcelerator mase 0,5 g. Akcelerator je na svim listovima pile pričvršćen na isto mjesto i na jednaki način. Pritom je pretpostavljeno da je masa akceleratora zanemariva u odnosu na masu lista pile te da ne utječe na njene vibracije. Razina je vibracija registrirana i analizirana mjernim lancem prikazanim na slici 2.

Isti je pobudni sustav i mjerni postupak upotrebljen i za određivanje sposobnosti pojedinih listova da priguše vanjske

pobude. Prigušne sposobnosti listova određivane su s vremenom potrebnim da se maksimalna razina vibracija izazvana udarnim radom kuglice u bilo kojem frekventnom pojasu širine 1/3 oktave spusti ispod 20 mm/s^2 . Sigurno je da bi ovakav način određivanja prigušnih sposobnosti zaslužio mnoge rasprave te ga treba prihvatiti uz ograničenja. Sama metoda mjerenja zaslužuje pažnju i zasigurno će biti predmetom budućih rasprava.

Svi su listovi ispitivanih pila pričvršćeni na jednaki način na radno vratilo te potom pogonjeni promjenjivim brojem okretaja u rasponu od 25 do 65 s^{-1} . Za regulaciju frekvencije vrtnje radnoga vratila rabljen je frekventni pretvarač. Frekventni se pretvarač programski može prilagoditi da s pomoću monofazne struje na ulazu, napona 220 V i frekvencije 50 Hz, daje na izlazu trofaznu struju frekvencije od 0,5 do 180 Hz s inkrementom 0,01 Hz. Izlazni napon za ova razmatranja nije značajan. Frekvencija je vrtnje radnoga vratila stupnjevana u koracima od 5 Hz. Pri svakoj frekvenciji vrtnje mjerena je ukupna razina buke koju emitira list pile iskazan dB(A). Isto je tako mjerena frekventna karakteristika emi-

tirane buke. Mjerenja su obavljena mjernim lancem prikazanim na slici 2.

5. MJERNI REZULTATI

5. Measurement results

Vlastite su frekvencije ispitivanih listova, sa i bez prirubnica, nakon pobude mjerene u frekventnim pojasima širine 1/3 oktave. Vlastite frekvencije nakon pobude u frekventnom rasponu od 250 do 5000 Hz, koji se za analizu učinio najprikladnijim, za slobodno ovješenu pilu prikazane su na slici 3a, a za pilu pritegnutu prirubnicama na slici 3b.

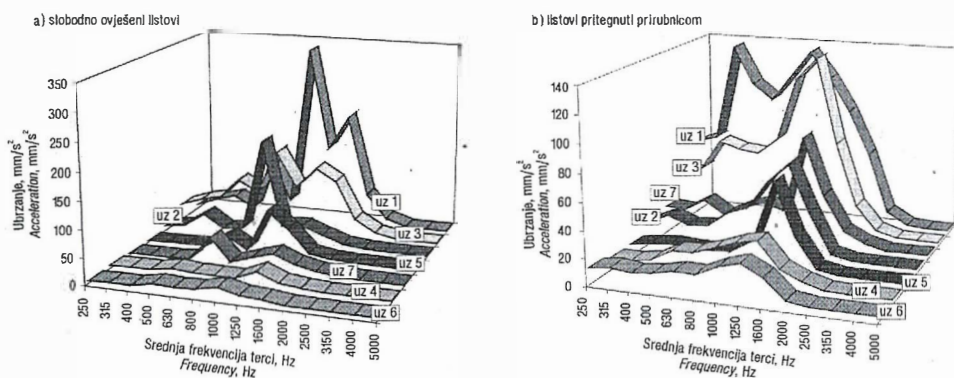
Vremena potrebna za prigušenje udarnoga rada mjerena su na ranije opisani način. Rezultati su mjerenja prikazani na slici 4.

Efektivne vrijednosti zvučnoga tlaka za različite frekvencije vrtnje po srednjim vrijednostima frekvencije terci u frekventnom rasponu od 20 Hz do 16 kHz za sve ispitivane pile prikazane su na slikama 5 a) do 5 g).

Ovisnost ukupne razine buke u dB(A) o frekvenciji vrtnje radnoga vratila prikazuje slika 6 za svih sedam ispitivanih pila.

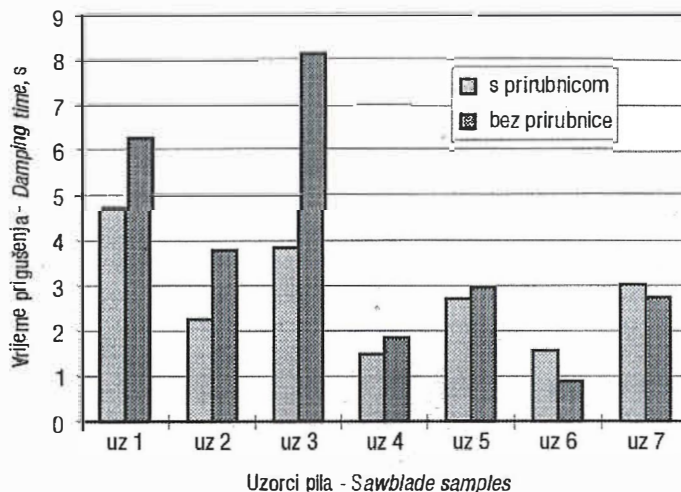
Slika 3.

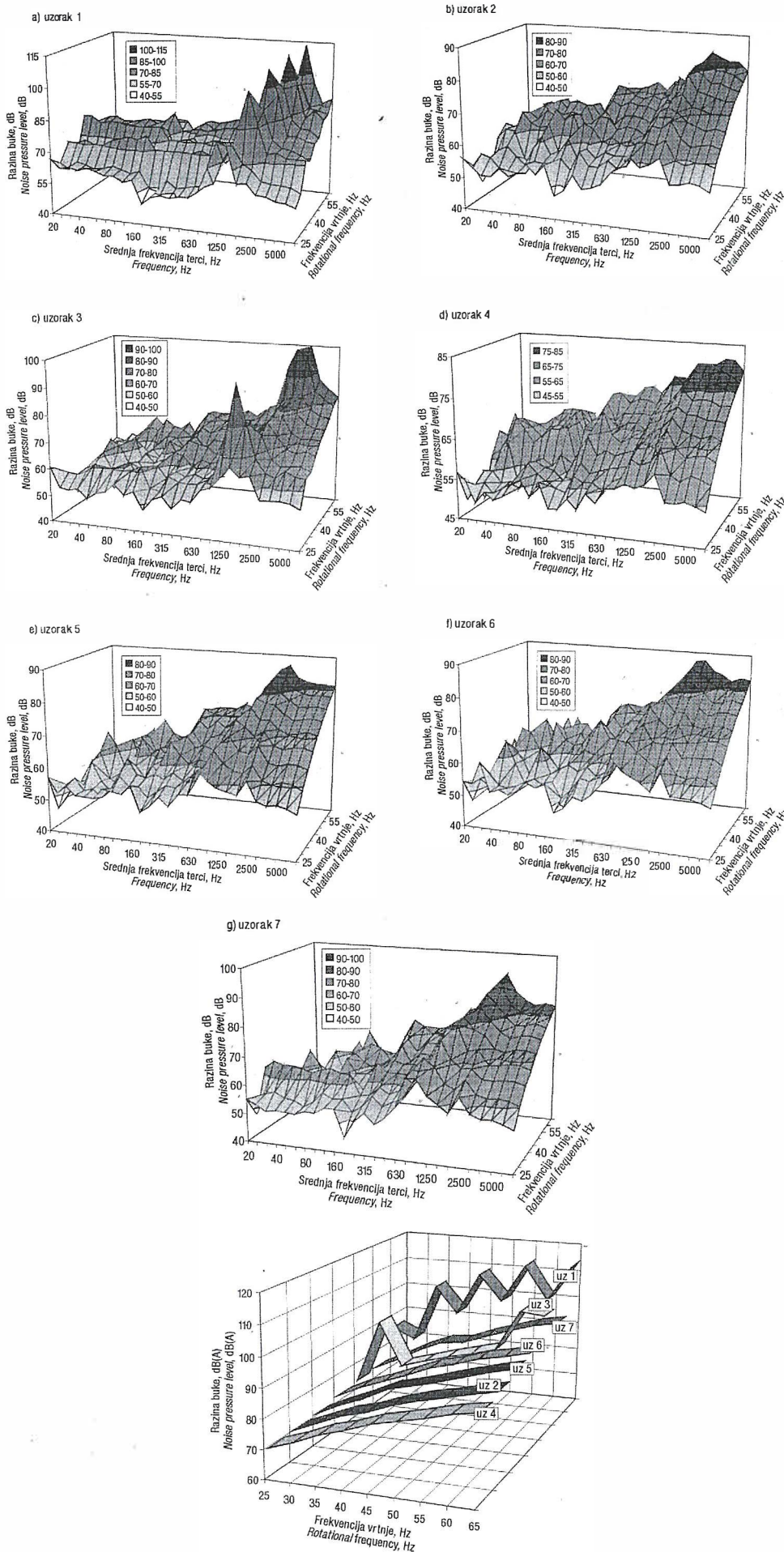
Vlastite frekvencije ispitivanih listova oila
a) list pritegnut prirubnicom b) list slobodno ovješeno •
Cilcural saw blade excitig mechanism a) blade clamped with flange, b) free blade



Slika 4.

Rezultati mjerenja vremena prigušenja ispitanih listova pila •
Damping characteristics of tested saws





Slika 5.

Efektivne vrijednosti razine zvučnoga tlaka za ispitivane pile pri različitim frekvencijama vrtnje a) uzorak 1, b) uzorak 2, c) uzorak 3, d) uzorak 4, e) uzorak 5, f) uzorak 6, g) uzorak 7 • Sound pressure level for tested circular saws at various rotational frequencies, dB a) sample 1, b) sample 2, c) sample 3, d) sample 4, e) sample 5, f) sample 6, g) sample 7

Slika 6.

Ukupna razina buke pri različitim frekvencijama vrtnje • Sound level at various rotational frequencies, dB(A)

opisan način. Stavi li se u odnos vrijeme prigušenja pritegnute pile i maksimalno izmjerene razine buke u ispiti vanom rasponu brzina vrtnje radnoga vratila dobiva se veoma visok stupanj ovisnosti. Rezultati su iskazani na slici 9.

7. ZAKLJUČAK 7. Conclusion

Ispitivanja razine buke koju listovi kružnih pila odašilju u okolinu u praznome hodu ukazala su na veoma zanimljive činjenice:

- razina ubrzanja vibracija nakon pobude istoga intenziteta značajno je viša kod pila kod kojih nije primijenjen ni jedan način prigušenja buke;

- vrijeme prigušenja vibracija odnosi se na jednaki način;

- od tri ispitane mogućnosti prigušenja buke (prigušna folija, laserom urezani ornament posebnoga oblika i bakreni čepovi), najbolje su rezultate pokazale prigušne folije, a najslabije bakreni čepovi;

- ispitivane su pile u razini emitirane buke neusporedive;

- regresijska analiza odnosa vremena prigušenja vanjske pobude i maksimalne razine buke u ispiti vanome rasponu frekvencija vrtnje pokazala je visoku, gotovo funkcijsku ovisnost ove dvije veličine;

- način mjerenja predane energije udara, odnosno pobude, u narednim bi radovima trebalo raspraviti i unaprijediti.

LITERATURA References

1. Dugdale, D. S. (1977): Circular saw noise related to vibration model patterns, Fifth Wood Machining Seminar, Richmond, s. 246-254.
2. Dugdale, D. S. (1977): Practical analysis of saw noise, Fifth Wood Machining Seminar, Richmond, s. 198-206.
3. Reiter, W. F., Keltie, R. F. (1976): On the nature of idling noise of circular sawblades, Journal Sound and Vibration, Vol. 44, s. 531-543.
4. Leu, M. C., Mote, C. D. (1979): Noise generation by circular saws, Sixth Wood Machining Seminar, Richmond, s. 169-188.
5. Pahlitzsch, G., Friebe, E. (1966): Vibration behaviour of circular saw blades, Holz als Roh- und Werkstoff 24(8), s. 341-346.
6. Salje, E., Bartsch, U., Polster, J. (1979): Noise reduction with compound circular saws, Sixth Wood Machining Seminar, Richmond, s. 189-193.
7. Dugdale, D. S. (1979): Effect of holes and slots on vibration of circular saws, Sixth Wood Machining Seminar, Richmond, s. 194-208.
8. Cho, H. S., Mote, C. D. (1977): Aerodynamically induced vibration and noise in circular saws, Fifth Wood Machining Seminar, Richmond, s. 207-245.
9. Rhemrev, J., Cano, T. (1989): Noise studies of various damped circular crosscut saws, Forest Product Journal, Vol. 39, s. 65-69.
10. Miklaszewski, S., Grobelny, T. (1995): Sound power determination of two circular saws with different constructions of the blades, I. medzinarodna konferencija "Stroj-nastroj-obrobok", Zvolen, s. 83-88.