

UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU

PREDMET: ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA

PROJEKTNI ZADATAK
ZAŠTITA OD VIBRACIJA

Predmetni nastavnik:
dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

Kandidat:
Petar Petrović, M1234

Niš, 2025.

UPUTSTVO ZA IZRADU 2. PROJEKTOG ZADATKA IZ PREDMETA ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA

1. Kako izmeriti vibracije mobilnim telefonom

- 1) Instalirati aplikaciju **AMC mecanocaucho** sa *Google Play* prodavnice na mobilnom telefonu.
- 2) Otvoriti aplikaciju na mobilnom telefonu, pritisnuti dugme *START*, a zatim *CONTINUE* (pročitati upozorenje pre pritiska na *CONTINUE*).
- 3) Postaviti mobilni telefon na veš mašinu (gornji deo kućišta) u toku trajanja programa "Centrifuga". U aplikaciji odabrati položaj telefona koji odgovara položaju telefona na kućištu veš mašine.
- 4) Pripremiti se za merenje tako što rukom treba fiksirati telefon za veš mašinu, kako se pod uticajem vibracija ne bi samostalno kretao (poskakivao). Pritisnuti na dugme *START* i sačekati da merenje bude izvršeno 100% (odbrojavanje se vidi na ekranu mobilnog telefona).
- 5) Kada je merenje završeno, prikazuje se grafik sa rezultatima merenja. Pritisnuti dugme *SEND MEASUREMENT* radi slanja rezultata na e-mail adresu. U novom prozoru aplikacije ukucati u polje *NAME* redni broj izvršenog merenja (npr. M3 za merenje broj 3).
- 6) U polju *EMAIL*, ukucati ličnu E-mail adresu i pritisnuti dugme *SEND MEASUREMENT*.
- 7) Za veći broj merenja (minimum 5), ponoviti korake od 2) do 6).

2. Obrada podataka merenja

- 1) Proveriti *Inbox* u email klijentu koji je korišćen u 1. poglavlju uputstva. Pristigao e-mail sadrži link na koji treba kliknuti. Link vodi do web sajta na kome se detaljno mogu videti rezultati merenja (videti sliku 1).



AMC-MECANOCAUCHO Engineering team

Thanks for the calculation!

Dear Mr. / Mrs.,

We thank you for using our APP to make a calculation. Click on this link to see the result:

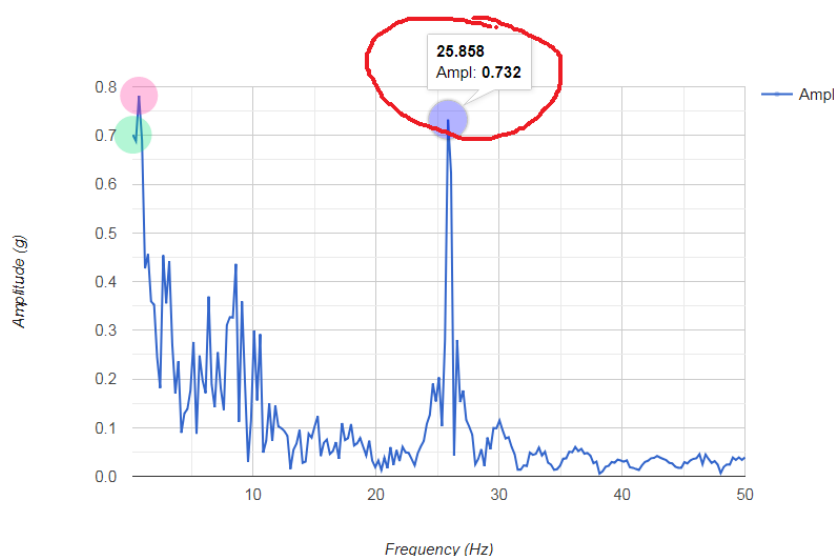
<https://www.mecanocaucho.com/en-GB/calculation-app-measurement/3939/>

Contact name: Mer1

Slika 1.

- 2) Na prikazanom grafiku uočiti najveću vrednost krive i zabeležiti parametre ubrzanja A_g (prevlačenjem miša preko najveće vrednosti očitava se amplituda ubrzanja izražena kroz ubrzanje G) i frekvencije f_m (parametar se za odgovarajuću vršnu vrednost čita iz tabele iznad grafika). Snimiti rezultat na hard disk u .pdf formatu odabirom dugmeta EXPORT TO PDF (videti sliku 2). Fajl nazvati **Mi** (i predstavlja redni broj merenja). Grafike iz pdf-a treba obavezno priložiti u radu, i to za svako merenje.

Contact	Mer1
Date:	11/28/2018 10:39 AM
Frequency 1 (Hz)	0.74 Hz
Frequency 2 (Hz)	25.86 Hz
Frequency 3 (Hz)	0.25 Hz



Slika 2

- 3) Na osnovu ubeležene vrednosti ubrzanja (A_g) i frekvencije izračunati za svih 5-10 merenja ubrzanje A_a [m/s²], brzinu A_v (f_m) [m/s] i pomeraj A_z (f_m) [m] prema formulama:

Ubrzanje	Brzina	Pomeraj	Kružna frekvencija pobudne sile
$A_a = 9.81 \cdot A_g$	$A_v = \frac{A_a}{\Omega}$	$A_z = \frac{A_v}{\Omega}$	$\Omega = 2\pi \cdot f_m$

- 4) Na osnovu proračunatih vrednosti iz koraka 3) odrediti srednje kvadratnu vrednost i standardnu devijaciju za svaku od veličina A_a , A_v , A_z prema sledećim izrazima:

Srednja kvadratna vrednost	Standardna devijacija
$A_{a,rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{ai}^2}$	$A_{a,srednje} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{ai} ; \sigma_a = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{a,i} - A_{a,srednje})^2}$
$A_{v,rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{vi}^2}$	$A_{v,srednje} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{vi} ; \sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{v,i} - A_{v,srednje})^2}$
$A_{z,rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{zi}^2}$	$A_{z,srednje} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{zi} ; \sigma_z = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{z,i} - A_{z,srednje})^2}$

Za dalji proračun koristiti vrednosti $A_{a,rms}$, $A_{v,rms}$ i $A_{z,rms}$.

3. Proračun parametara vibroizolacione podloge i smanjenja uticaja vibracija

ZADATAK: Odrediti parametre vibroizolacione podloge (krutost k , otpornost c i prigušenje ξ) koja bi imala efikasnost izolacije $\varepsilon = 30 \%$, ako se rezonansa u radu mašine javlja pri rotaciji bubnja od $n = 700$ obrtaja u minuti. Pretpostaviti da mašina ima masu 100 kg, a da je masa bubnja 20 kg. Za slučaj tako izolovane mašine odrediti vrednosti pomeraja A_z^* , brzine A_v^* i ubrzanja vibracija A_a^* .

1) U rešavanju zadatka se za određivanje nepoznatih veličina koriste sledeći izrazi:

Veličina	Izraz	Vrednost veličine
f_m - Pobudna frekvencija	-	Dobijeno merenjem
f_n - Sopstvena frekvencija	$f_n = \frac{n}{60}$	Dato u zadatku: $n = 700$ ob./min
Ω - Pobudna kružna frekvencija	$\Omega = 2 \cdot \pi \cdot f_m$	Izračunati
ω_n - Sopstvena kružna frekvencija	$\omega_n = 2 \cdot \pi \cdot f_n; \quad \omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$	k - krutost [N/m], izračunati; m_m - masa mašine [kg], dato.
ε - Efikasnost izolacije	$\varepsilon = (1 - p) \cdot 100\%$	p izračunati; ε dato u zadatku.
ψ - Odnos pobudne i sopstvene kružne frekvencije	$\psi = \frac{\Omega}{\omega_n}$	ψ izračunati.
p - Koeficijent prenosivosti vibracija	$p = \sqrt{\frac{1 + (2 \cdot \xi \cdot \psi)^2}{(1 - \psi^2)^2 + (2 \cdot \xi \cdot \psi)^2}}$	p se izračunava iz ε . ξ izračunati.
ξ - Prigušenje	$\xi = \frac{c}{2\sqrt{k \cdot m_m}}$	c - otpornost [Ns/m], izračunati.
F_0 - Amplituda pobudne sile	$F_0 = m_b \cdot A_{a,rms}$	m_b - masa bubnja [kg], dato.
F_{pr} - Amplituda prenete sile	$F_{pr} = \sqrt{F_k^2 + F_c^2}; \quad F_{pr} = p \cdot F_0$	F_{pr} izračunati.
F_k - Sila krutosti	$F_k = k \cdot A_z^*$	A_z^* - pomeraj posle izolacije [m], izračunati.
F_c - Sila otpornosti	$F_c = c \cdot \omega \cdot A_z^*$	

- 2) Koristiti sledeći tok proračuna na osnovu informacija datih u sekciji 1):
- a) Na osnovu izmerene frekvencije odrediti *pobudnu kružnu frekvenciju*;
 - b) Na osnovu zadatog broja obrtaja u režimu rezonanse odrediti *sopstvenu frekvenciju*, a zatim i *sopstvenu kružnu frekvenciju*;
 - c) Odrediti krutost k na osnovu sopstvene kružne frekvencije i mase mašine;
 - d) Odrediti koeficijent prenosivosti vibracija na osnovu podatka o efikasnosti izolacije;
 - e) Na osnovu podataka o *sopstvenoj i pobudnoj kružnoj frekvenciji* odrediti parametar Ψ ;
 - f) Na osnovu koeficijenta prenosivosti vibracija i Ψ , izvesti izraz i odrediti koeficijent prigušenja;
 - g) Odrediti otpornost vibroizolacione podloge na osnovu izračunatog koeficijenta prigušenja;
 - h) Odrediti amplitudu pobudne sile;
 - i) Odrediti amplitudu prenete sile na osnovu koeficijenta prenosivosti vibracija i amplitude pobudne sile;
 - j) Kombinovanjem jednačina za silu krutosti, silu otpornosti i prenetu silu, odrediti pomeraj posle izolacije;
 - k) Na osnovu *pomeraja posle izolacije*, izračunati *brzinu i ubrzanje posle izolacije*;
 - l) Uporediti vrednosti sa izmerenim podacima i dati zaključak.

Struktura projektnog zadatka

1) Metoda merenja:

- Objasniti merni proces;
- Naveći okolnosti u kojima je merenje urađeno (broj ponavljanja merenja, tip veš mašine, broj obrtaja na koji je podešena centrifuga, starost mašine, subjektivni osećaj jačine vibracija, da li su nožice mašine nivelisane i sl.);

2) Obrada podataka

- Prikazati tabelarno podatke dobijene na osnovu merenja i proračuna (pomeraj, brzina i ubrzanje);
- U programu *Excel* skicirati grafik za pomeraj, brzinu i ubrzanje, tako što će na x -osi biti redni broj merenja, a na y -osi vrednost za svako merenje;
- Prikazati neki (ili sve) od reprezentativnih grafika sirovih podataka dobijenih na osnovu merenja;
- Objasniti značaj i proceduru proračuna srednje kvadratne vrednosti i standardne devijacije i u tabeli (ili grafički) prikazati dobijene vrednosti.

3) Proračun parametara vibroizolacione podloge

- Opisati matematički aparat za izračunavanje veličina prema uputstvu iz sekcije 3.

4) Zaključak

- Dati retrospektivu na urađeni projekat i kratak zaključak na osnovu dobijenih rezultata.