

UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU

PREDMET: ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJA

PROJEKTNI ZADATAK
ZAŠTITA OD BUKE U RADNOJ SREDINI

Predmetni nastavnik:
dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

Kandidat:
Petar Petrović, M1234

Niš, 2025.

U radionici se nalazi izvor buke - mašina koja u toku rada stvara nivo buke L' .

Budući da buka koju stvara mašina ugrožava zaposlene u radionici, kao i da se prenosi u susednu prostoriju (kancelariju), potrebno je preduzeti mere za smanjenje nivoa buke koji se u radionici stvara tokom rada date mašine.

ZADATAK

Izračunati smanjenje nivoa buke u radionici koje se postiže sledećim metodama:

1. Oklapanjem mašine;
2. Akustičkim tretmanom prostorije;

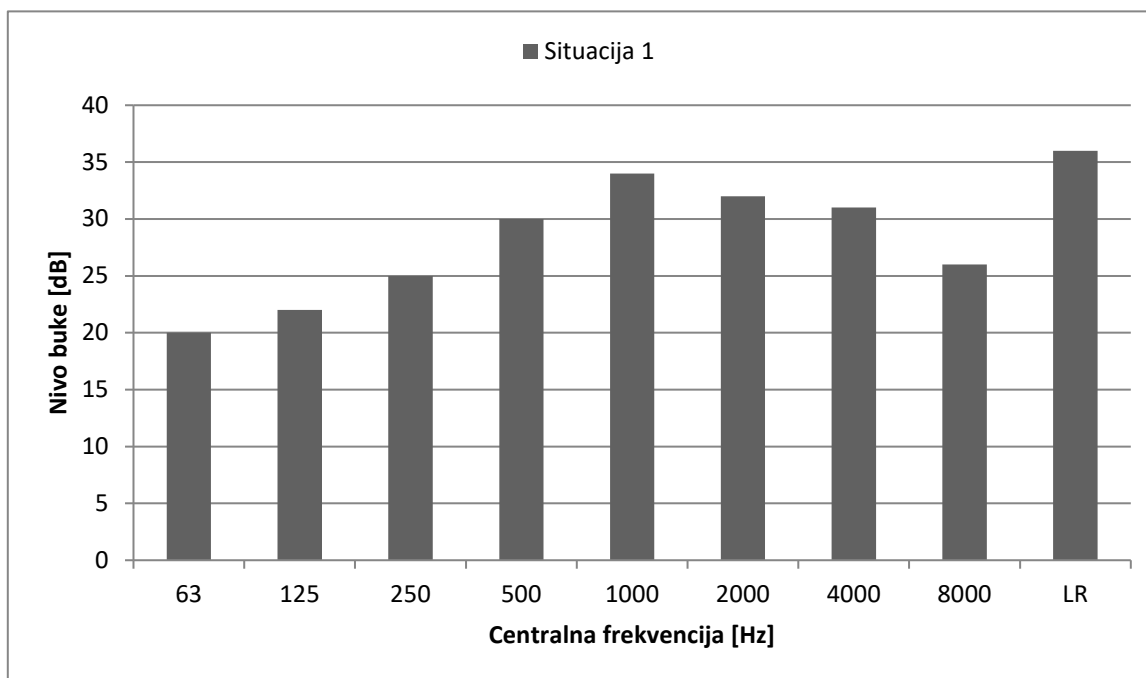
Uslovi za realizaciju zadatka podrazumevaju sledeće:

- Mašinu (izvor buke) predstavlja kućni aparat - usisivač;
- Radionica je bilo koja soba u stanu. Vrata i prozori u sobi tokom merenja buke moraju biti zatvoreni;
- Za merenje buke se kao merni instrument koristi mobilni telefon sa aplikacijom *Sound Analyzer App* koja se besplatno preuzima sa *Play Store prodavnice*. Uputstvo za preuzimanje i korišćenje aplikacije se nalazi u prilogu dokumenta;

Postupak merenja nivoa rezidualne buke u prostoriji (Situacija 1):

- 1) U uslovima kada je usisivač **isključen** izvršiti jedno merenje oktavnih nivoa rezidualne buke u sredini prostorije u trajanju od 3 [min.]; Visina mikrofona (telefona) od poda treba da bude 1.5 [m].
- 2) Rezultate merenja ekvivalentnih nivoa rezidualne buke po oktavama i ekvivalentnog nivoa rezultujuće buke L_{Rres} očitati sa ekrana telefona i prikazati tabelarno i grafički;

f_0 [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L_{Rres} [dB]
L_{res} [dB]									

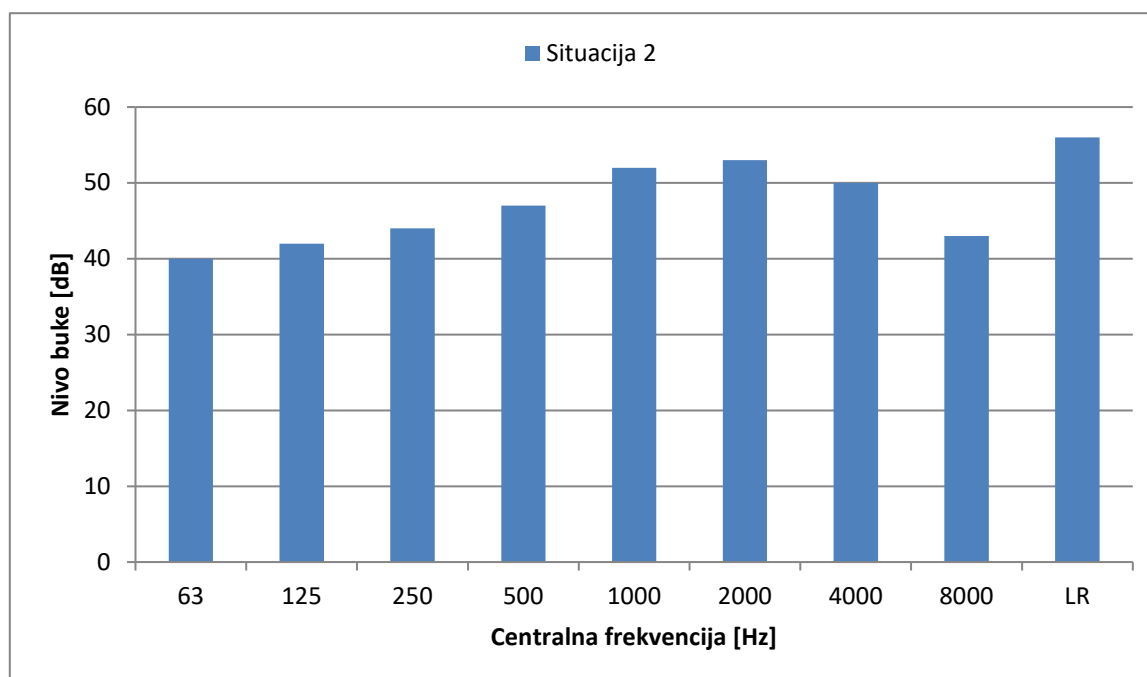


Postupak merenja nivoa ukupne buke u prostoriji (Situacija 2):

- 1) Postaviti usisivač na sredinu poda prostorije;
- 2) Izvući crevo iz usisivača;
- 3) Pustiti usisivač da radi u režimu sa najvećim brojem obrtaja elektromotora;
- 4) U datom režimu rada usisivača izvršiti tri merenja oktavnih nivoa ukupne buke u prostoriji, na rastojanju 1 [m] od izvora buke, u trajanju po 1 [min.]. Za merenje koristiti A-ponderacionu frekvencijsku krivu i **Fast** ponderacionu vremensku karakteristiku. Visina mikrofona od poda 1.5 [m].
- 5) Rezultate merenja ekvivalentnih nivoa buke po oktavama i ekvivalentnih nivoa rezultujuće buke za svako merenje očitati sa ekrana telefona i prikazati tabelarno;

f_0 [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L'_{Ri} [dB]
L'_1 [dB]									
L'_2 [dB]									
L'_3 [dB]									
L' [dB]									

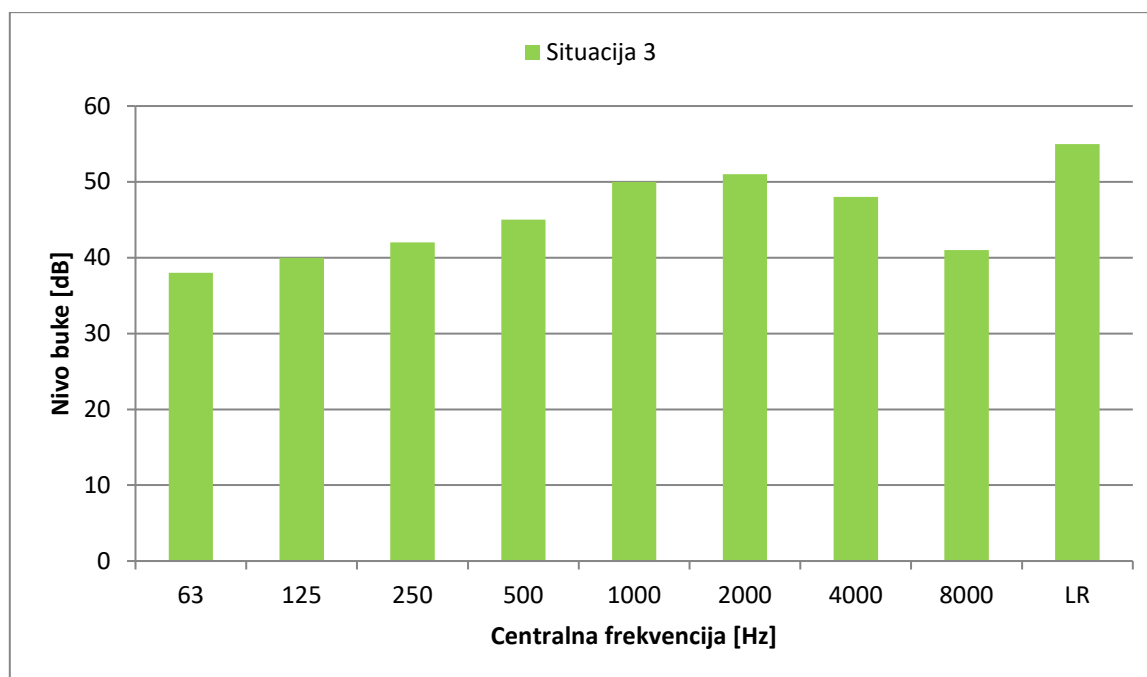
- 6) U poslednju (petu) vrstu tabele upisati *srednje vrednosti rezultata merenja*, koje će biti merodavne za dalju analizu;
- 7) Rezultate merenja predstaviti grafički na osnovu podataka iz prve (sive) i pete (žute) vrste tabele;



1. SMANJENJE NIVOA BUKE U PROSTORIJI METODOM OKLAPANJA IZVORA BUKE

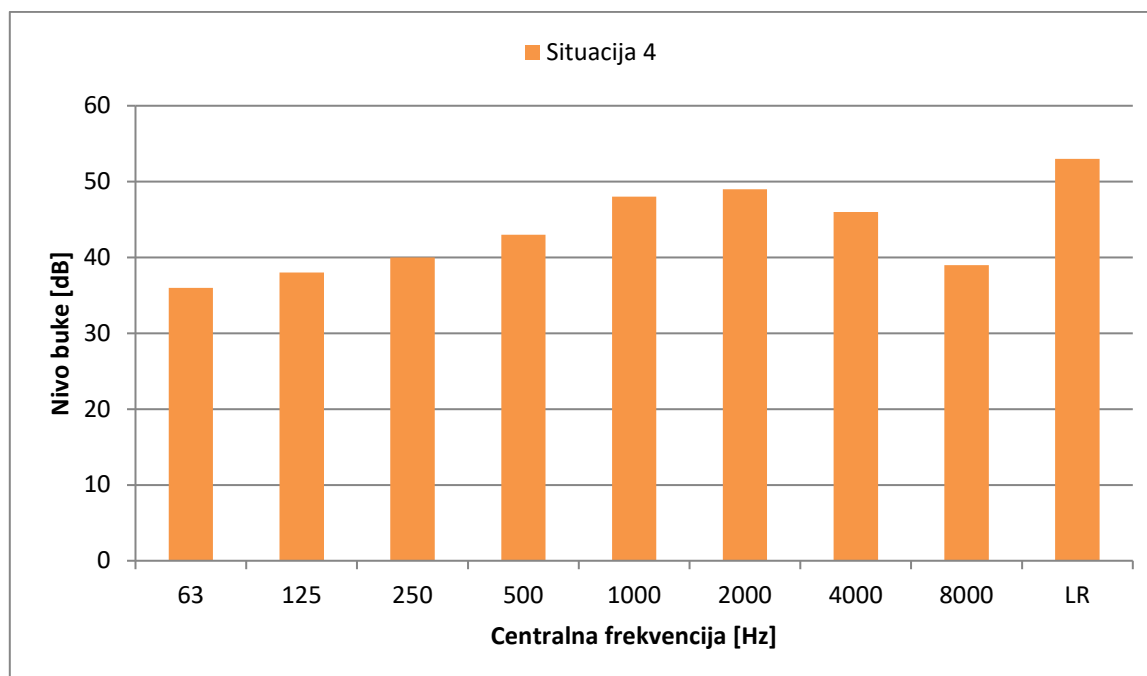
- 1) Pustiti usisivač da radi u režimu sa najvećim brojem obrtaja elektromotora;
- 2) Postaviti kartonsku kutiju preko usisivača;
- 3) U datim okolnostima (Situacija 3) izvršiti jedno merenje oktavnih nivoa ukupne buke u prostoriji, na rastojanju 1 [m] od izvora buke, u trajanju od 1 [min.]; Visina mikrofona od poda 1.5 [m].
- 4) Rezultate merenja ekvivalentnih nivoa buke po oktavama i rezultujućeg ekvivalentnog nivoa buke očitati sa ekrana telefona i prikazati tabelarno i grafički;

f_0 [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L_R'' [dB]
L'' [dB]									

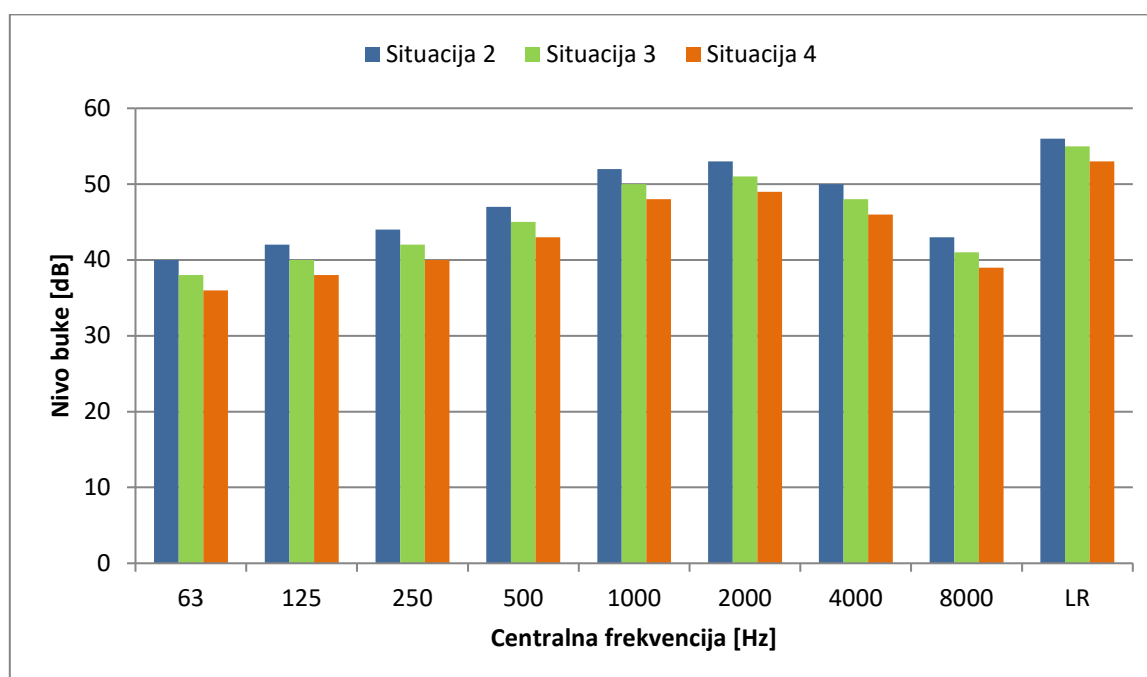


- 5) Merenje ponoviti u uslovima kada je preko kutije prebačen veći i teži peškir, lakše ćebe ili prekrivač za krevet (Situacija 4);
- 6) Rezultate merenja ekvivalentnih nivoa buke po oktavama i ekvivalentnog nivoa rezultujuće buke očitati sa ekrana telefona i prikazati tabelarno i grafički;

f_0 [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L_R''' [dB]
L''' [dB]									



- 7) Rezultate smanjenja nivoa buke po oktavama i nivoa rezultujuće buke, postignute oklapanjem izvora kutijom (Situacija 3) i dodatno čebetom (Situacija 4) predstaviti grafički;



2. SMANJENJE NIVOA BUKE U PROSTORIJI METODOM AKUSTIČKOG TRETMANA PROSTORIJE

- 1) Za potrebe predmetnog istraživanja smatrati da soba nije opremljena nameštajem i da su površine pregradnih površina sobe od sledećih materijala:
 - a) pod - parket na betonskoj podlozi;
 - b) zidovi i plafon - malter, masa za gletovanje, farba za zid;
 - c) prozori - dvostruko staklo debljine 4 [mm];
 - d) vrata - drvo.
- 2) Izmeriti:
 - a) dužinu, širinu i visinu sobe;
 - b) širinu i visinu svakog prozora u sobi;
 - c) širinu i visinu svih vrata u sobi;
- 3) Na osnovu dobijenih podataka izračunati:
 - a) površinu poda S_p [m²], površinu plafona S_{pl} [m²] i površinu svih zidova umanjenu za površine prozora i vrata S_z [m²];
 - b) površinu svih prozora u sobi S_{pr} [m²];
 - c) površinu svih vrata u sobi S_v [m²];
- 4) Na osnovu vrednosti koeficijenata apsorpcije zvuka pojedinih materijala na određenim centralnim frekvencijama oktava (vrednosti su date u tabeli na narednoj strani) i karakterističnih površina sobe, izračunati:

4.1. Apsorpcionu površinu prostorije A_1 [m²] u postojećim uslovima, definisanim u tački 1):

$$A_1 = \sum_{i=1}^n (S_i \cdot \alpha_i) = S_p \cdot \alpha_p + S_{pl} \cdot \alpha_{pl} + S_{pr} \cdot \alpha_{pr} + S_v \cdot \alpha_v + S_z \cdot \alpha_z$$

4.2. Apsorpcionu površinu prostorije A_2 [m²] ukoliko se zidovi površine S_z oblože mineralnom vunom debljine 5 [cm] čije su vrednosti koeficijenta apsorpcije α_{MV} u zavisnosti od frekvencije date u tabeli:

$$A_2 = \sum_{i=1}^n (S_i \cdot \alpha_i) = S_p \cdot \alpha_p + S_{pl} \cdot \alpha_{pl} + S_{pr} \cdot \alpha_{pr} + S_v \cdot \alpha_v + S_z \cdot \alpha_{MV}$$

Opisani uslovi predstavljaju Situaciju 5 u predmetnom istraživanju.

- 5) Izračunati postignuto smanjenje nivoa buke u za svaku oktavu primenom izraza:

$$\Delta L_i = 10 \log \frac{A_{2i}}{A_{1i}}, \quad i = 1 \div 8$$

- 6) Vrednosti oktavnih nivoa buke, dobijene merenjem u Situaciji 2, umanjiti za prethodno izračunate vrednosti ΔL_i ($i = 1 \div 8$);
- 7) Energijskim sabiranjem redukovanih vrednosti oktavnih nivoa buke $L_{red,i}$ izračunati vrednost nivoa rezultujuće buke u prostoriji L_R^* , postignutog akustičkim tretmanom prostorije:

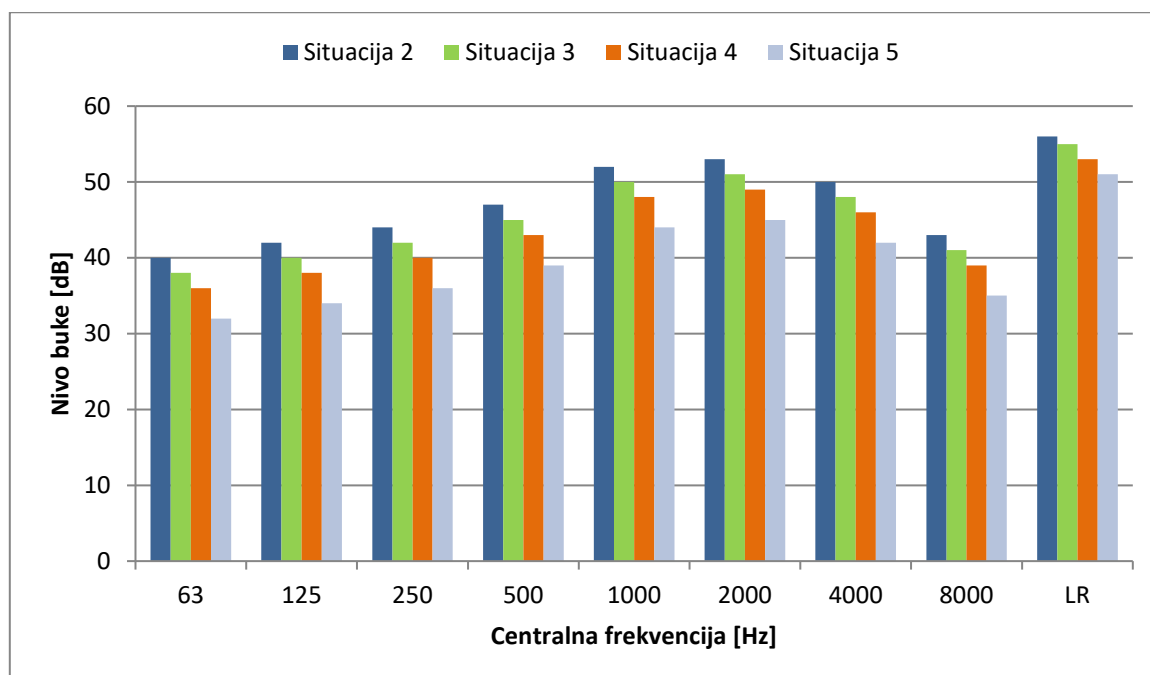
$$L_R^* = 10 \log \sum_{i=1}^8 10^{L_{red,i}/10}$$

- 8) Izračunati očekivano smanjenje nivoa rezultujuće buke u prostoriji ukoliko bi se prostorija akustički obradila na opisani način:

$$\Delta L = L'_R - L_R^*$$

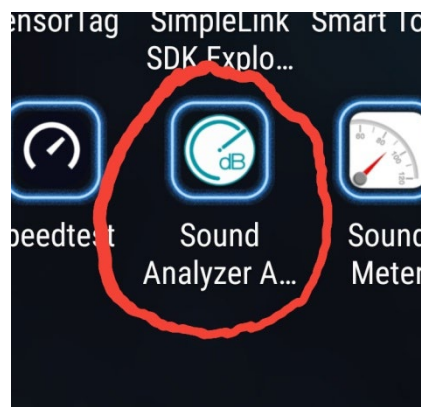
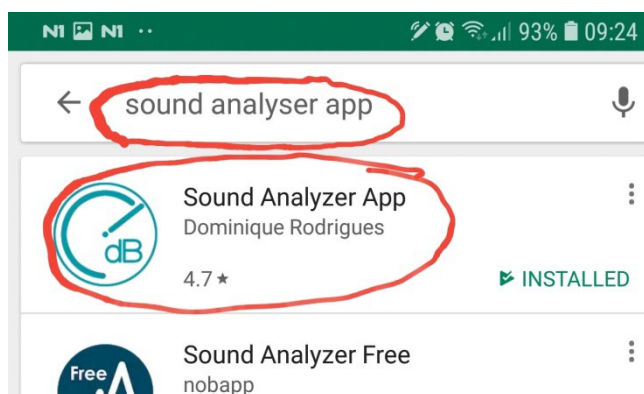
R.b.	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1.	α_p	0.03	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	0.08
2.	α_{pl}	0.10	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.08
3.	α_{pr}	0.09	0.10	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
4.	α_v	0.15	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10
5.	α_z	0.03	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	0.08
6.	α_{MV}	0.10	0.15	0.70	0.60	0.60	0.85	0.90	0.90
7.	$S_p \cdot \alpha_p$								
8.	$S_{pl} \cdot \alpha_{pl}$								
9.	$S_{pr} \cdot \alpha_{pr}$								
10.	$S_v \cdot \alpha_v$								
11.	$S_z \cdot \alpha_z$								
12.	$S_z \cdot \alpha_{MV}$								
13.	$A_1(f)$								
14.	$A_2(f)$								
15.	ΔL_i								
16.	$L_{red,i} = L'_i - \Delta L_i$								
17.	L_R^*								
18.	$\Delta L = L'_R - L_R^*$								

9) Grafički predstaviti rezultate postignute akustičkim tretmanom prostorije i uporediti ih sa rezultatima koji su postignuti oklapanjem izvora buke.



PRILOG: UPUTSTVO ZA KORIŠĆENJE MOBILNE APLIKACIJE

- 1) Instalirati i pokrenuti aplikaciju *Sound Analyzer App* sa *Google Play* prodavnice. Aplikacija je besplatna;



- 2) Odabrati opciju *SPECTRUM ANALYZER* (korak 1) i prekinuti merenje koje automatski počinje startovanjem aplikacije (korak 2);
- 3) Iz prvog padajućeg menija odabrati opciju *Octave bands* (korak 3);
- 4) Iz drugog padajućeg menija odabrati opciju *A-Weighting* (korak 4);
- 5) Iz trećeg padajućeg menija odabrati opciju *Equivalent continuous SPL (Leq)* (korak 5);
- 6) Započeti merenje pritiskom na *Play* ikonicu (korak 6);
- 7) Izvršiti merenje nivoa buke u trajanju definisanim zadatkom (Korak 7). Aplikacija automatski vrši merenje i proračun A-ponderisanog ekvivalentnog nivoa buke po oktavama (slika levo, gde je na svakoj oktavi označena frekvencija oktave i izmereni oktavni nivo buke), kao i A-ponderisanog ekvivalentnog nivoa rezultujuće buke (slika desno, gde je u aplikaciji označena kao *Global*). Izvršiti očitavanja nivoa buke za svaku od 8 oktava pritiskom na grafički element koji označava izmerene vrednosti;
- 8) Nakon svakog merenja resetovati merni proces pritiskom na ikonicu (zakrivljena strelica ↶) u donjem centralnom delu ekrana mobilnog telefona.

