**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 .

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 | [dB] |
|  [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 | [dB] |
| [dB] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [dB] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [dB] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| [dB] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. U poslednju (petu) vrstu tabele upisati *srednje vrednosti rezultata merenja*, koje će biti merodavne za dalju analizu;
2. Rezultate merenja predstaviti grafički na osnovu podataka iz prve (sive) i pete (žute) vrste tabele;
3. **SMANJENJE NIVOA BUKE U PROSTORIJI
METODOM OKLAPANJA IZVORA BUKE**
4. Pustiti usisivač da radi u režimu sa najvećim brojem obrtaja elektromotora;
5. Postaviti kartonsku kutiju preko usisivača;
6. 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].
7. 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 | [dB] |
| [dB] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Merenje ponoviti u uslovima kada je preko kutije prebačen veći i teži peškir, lakše ćebe ili prekrivač za krevet (Situacija 4);
2. 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 | [dB] |
| [dB] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Rezultate smanjenja nivoa buke po oktavama i nivoa rezultujuće buke, postignute oklapanjem izvora kutijom (Situacija 3) i dodatno ćebetom (Situacija 4) predstaviti grafički;
2. **SMANJENJE NIVOA BUKE U PROSTORIJI
METODOM AKUSTIČKOG TRETMANA PROSTORIJE**
3. Za potrebe predmetnog istraživanja smatrati da soba nije opremljena nameštajem i da su površine pregradnih površina sobe od sledećih materijala:
	1. pod - parket na betonskoj podlozi;
	2. zidovi i plafon - malter, masa za gletovanje, farba za zid;
	3. prozori - dvostruko staklo debljine 4 [mm];
	4. vrata - drvo.
4. Izmeriti:
	1. dužinu, širinu i visinu sobe;
	2. širinu i visinu svakog prozora u sobi;
	3. širinu i visinu svih vrata u sobi;
5. Na osnovu dobijenih podataka izračunati:
	1. površinu poda Sp [m2], površinu plafona Spl [m2] i
	površinu svih zidova umanjenu za površine prozora i vrata Sz [m2];
	2. površinu svih prozora u sobi Spr [m2];
	3. površinu svih vrata u sobi Sv [m2];
6. 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:
	1. Apsorpcionu površinu prostorije A1 [m2] u postojećim uslovima, definisanim u tački 1):



* 1. Apsorpcionu površinu prostorije A2 [m2] ukoliko se zidovi površine Sz oblože mineralnom vunom debljine 5 [cm] čije su vrednosti koeficijenta apsorpcije αMV u zavisnosti od frekvencije date u tabeli:



Opisani uslovi predstavljaju Situaciju 5 u predmetnom istraživanju.

1. Izračunati postignuto smanjenje nivoa buke u za svaku oktavu primenom izraza:



1. Vrednosti oktavnih nivoa buke, dobijene merenjem u Situaciji 2, umanjiti za prethodno izračunate vrednosti Δ*Li* (*i* =1÷8);
2. Energijskim sabiranjem redukovanih vrednosti oktavnih nivoa buke  izračunati vrednost nivoa rezultujuće buke u prostoriji , postignutog akustičkim tretmanom prostorije:



1. Izračunati očekivano smanjenje nivoa rezultujuće buke u prostoriji ukoliko bi se prostorija akustički obradila na opisani način:



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R.b. | *f* [Hz] | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|  | *αp* | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.08 |
|  | *αpl* | 0.10 | 0.10 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.08 | 0.08 |
|  | *αpr* | 0.09 | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
|  | *αv* | 0.15 | 0.14 | 0.10 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
|  | *αz* | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.08 |
|  | *αMV* | 0.10 | 0.15 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 0.85 | 0.90 | 0.90 |
|  | *Sp*·*αp* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Spl*·*αpl* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Spr*·*αpr* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Sv*·*αv* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Sz*·*αz* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Sz*·*αMV* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | A1 ( *f* ) |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | A2 ( *f* ) |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Δ*Li* |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. 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;

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

1. Odabrati opciju *SPECTRUM ANALYZER* (korak 1) i prekinuti merenje koje automatski počinje startovanjem aplikacije (korak 2);
2. Iz prvog padajućeg menija odabrati opciju *Octave bands* (korak 3);
3. Iz drugog padajućeg menija odabrati opciju *A-Weighting* (korak 4);
4. Iz trećeg padajućeg menija odabrati opciju *Equivalent continuous SPL (Leq)* (korak 5);
5. Započeti merenje pritiskom na *Play* ikonicu (korak 6);
6. 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;
7. Nakon svakog merenja resetovati merni proces pritiskom na ikonicu (zakrivljena strelica ⭯) u donjem centralnom delu ekrana mobilnog telefona.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |