



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU U NIŠU



BUKA I VIBRACIJE

- PREZENTACIJA PREDAVANJA -

IZOLACIONA MOĆ PREGRADE

Dr Darko Mihajlov, vanr. prof.

Dr Momir Praščević, red. prof.

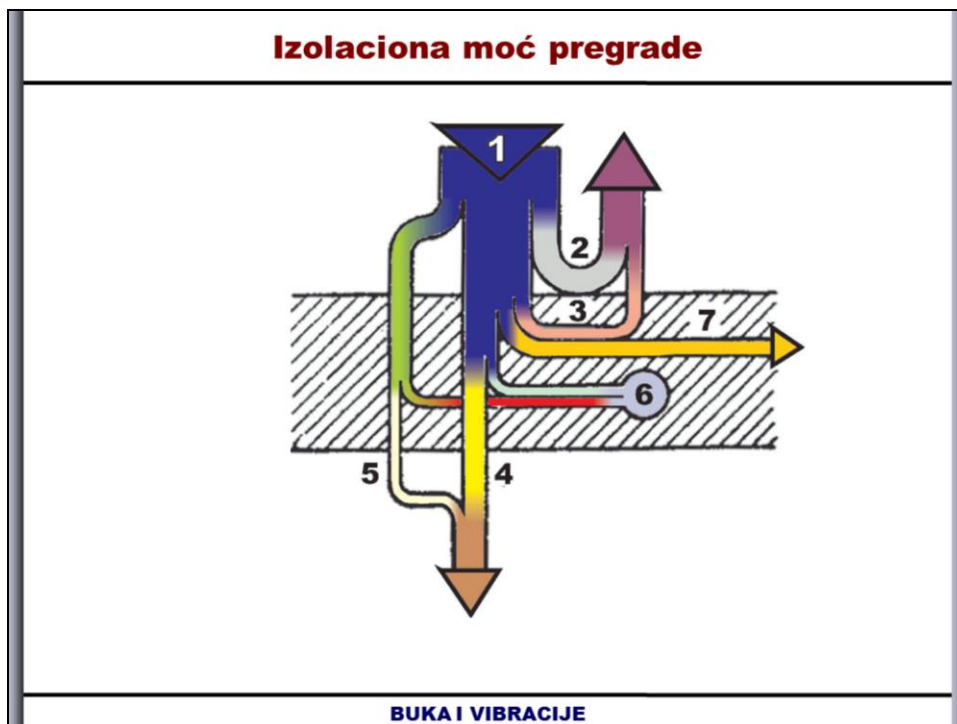
IZOLACIONA MOĆ PREGRADE

SADRŽAJ

- ♦ Izolaciona moć pregrade;
- ♦ Zvučna izolacija prostorije.



BUKA I VIBRACIJE



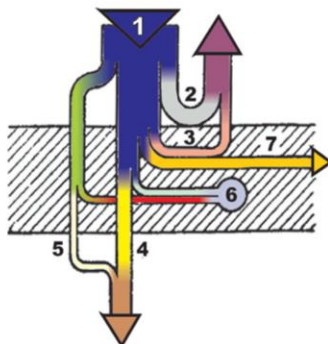
Procesi koji nastaju kada zvučni talas naiđe na pregradu:

1. Ukupna zvučna energija koja padne na pregradu.
2. Deo zvučne energije koja se reflektuje usled diskontinuiteta sredine.
3. Deo zvučne energije koja se reflektuje zbog vibriranja pregrade ka strani nailaska zvučnih talasa.
4. Deo zvučne energije koja se prenosi na drugu stranu pregrade u obliku longitudinalnih i fleksionih talasa usled vibriranja pregrade.
5. Deo zvučne energije koja se direktno prenosi na drugu stranu pregrade zbog njene porozne strukture.
6. Deo zvučne energije koja se apsorbuje pregradom usled prostiranja talasa kroz poroznu strukturu pregrade i vibriranja pregrade.
7. Deo zvučne energije koja se vibriranjem prenosi na druge elemente konstrukcije.

Izolaciona moć pregrade

Posledica Zakona o održanju energije:

$$1 = 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7$$



BUKA I VIBRACIJE

Izolaciona moć pregrade

- ♦ Energija koja se reflektuje od pregrade određena je koeficijentom refleksije:

$$r = \frac{P_2 + P_3}{P_1} \quad 0 \leq r \leq 1$$

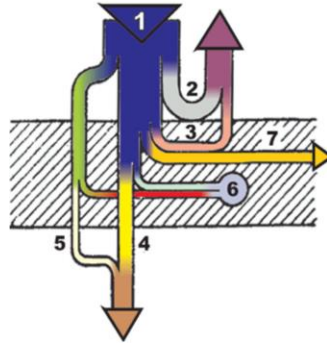
- ♦ Energija koja se apsorbuje u pregradi određena je koeficijentom apsorpcije:

$$\alpha = \frac{P_6 + P_7}{P_1} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

- ♦ Energija koja se prenese na drugu stranu pregrade određena je koeficijentom transmisije:

$$\tau = \frac{P_4 + P_5}{P_1} \quad 0 \leq \tau \leq 1$$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 \Rightarrow r + \alpha + \tau = 1$$



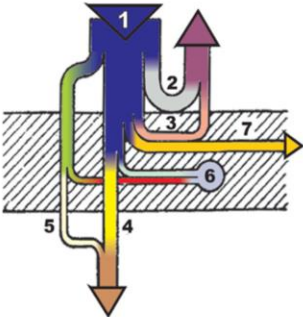
BUKA I VIBRACIJE

Izolaciona moć pregrade

Koeficijent transmisije: $\tau = 10^{-5}$

Recipročna vrednost koeficijenta transmisije: $1/\tau = 100\,000$

IZOLACIONA MOĆ PREGRADE: $R = 10\log(1/\tau) = 50\text{ dB}$



Izolaciona moć pregrade R [dB]:

$$R = 10\log\frac{1}{\tau} = 10\log\frac{P_1}{P_4 + P_5}$$

Izolaciona moć pregrade je frekvencijski zavisna veličina.

BUKA I VIBRACIJE

Koeficijent transmisije je bezdimenzionalna, frekvencijski zavisna veličina, koja definiše propustljivost pregrade u odnosu na zvučnu energiju.

- ❑ Koeficijent transmisije ima za uobičajene pregrade vrednosti znatno manje od jedinice (reda 10^{-2} ÷ 10^{-6}): **Izraz 1**
- ❑ Za definisanje izolacije pregrade u odnosu na zvučnu energiju, a ne definisanje propustljivosti, koristi se recipročna vrednost koeficijenta transmisije: **Izraz 2**
- ❑ Recipročna vrednost koeficijenta transmisije daje vrednosti mnogo veće od jedinice. Da bi se sistem velikih brojeva zamenio sistemom malih brojeva (recimo u opsegu 0÷100), uvodi se logaritamska veličina za izražavanje izolacije pregrade – **IZOLACIONA MOĆ PREGRADE**: **Izraz 3**

Izolaciona moć pregrade

$$\frac{1}{\tau} = \frac{S_1\tau_1 + S_2\tau_2 + \dots + S_n\tau_n}{S}$$

$$S = \sum_{i=1}^n S_i$$

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} = 10 \log \frac{S}{S_1\tau_1 + S_2\tau_2 + \dots + S_n\tau_n}$$



S – ukupna površina pregrade, [m²];

τ_i – koeficijent transmisije i -tog segmenta pregrade;

R_i – izolaciona moć i -tog segmenta pregrade, [dB].

BUKA I VIBRACIJE

U praksi se često umesto homogene (jedinstvene) pregrade sreće pregrada sastavljena od delova različitih koeficijenata transmisije, odnosno izolacione moći. Na primer, pregrada sa prozorima ili vratima, ili i sa prozorima i vratima.

U tom slučaju se definiše **srednji koeficijent transmisije zvučne energije**, na način kako je dato 1. izrazom na slajdu.

Izolaciona moć pregrade, sačinjene od više segmenata (prozor, vrata, zid, ...), definiše se 2. izrazom na slajdu.

Izolaciona moć pregrade

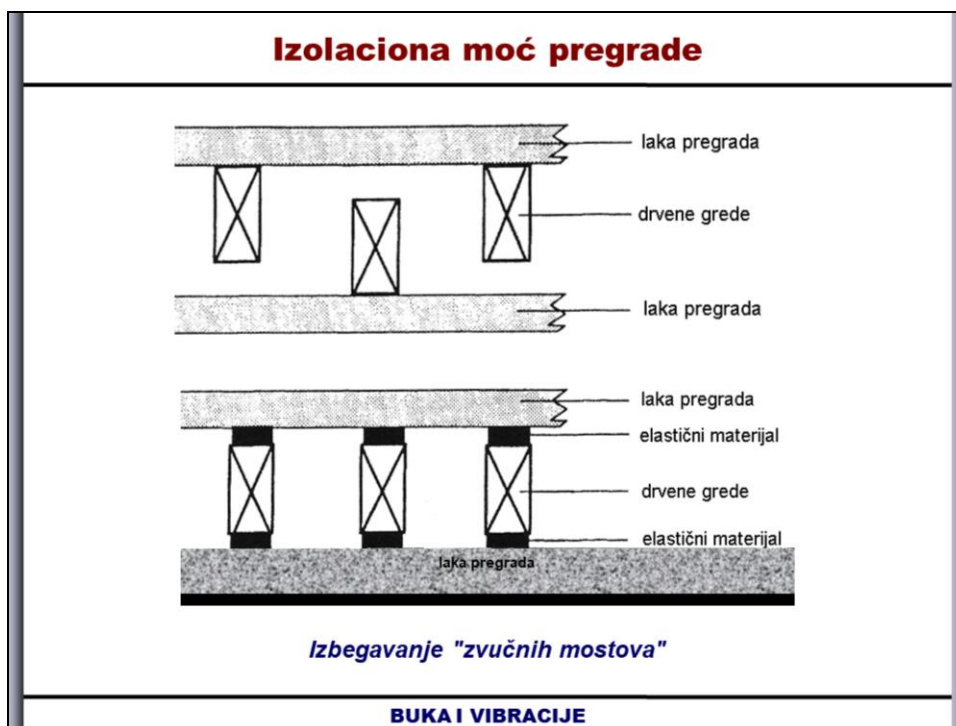


Uticaj vazdušnih procepa u pregradi za pregradu izolacione moći $R = 45$ dB:

Procenat vazdušnih otvora u pregradi, [%]	0	0.01	0.1	0.5	1	5	10	20	50	75	100
Rezultujuća izolaciona moć pregrade, R[dB]	45	39	30	23	20	13	10	7	3	1	0
Smanjenje izolacione moći, ΔR [dB]	0	6	15	22	25	32	35	38	42	44	45

BUKA I VIBRACIJE

Najmanji otvori i procepi u pregradi mogu značajno da smanje efikasnost pregrade u izolaciji zvuka.

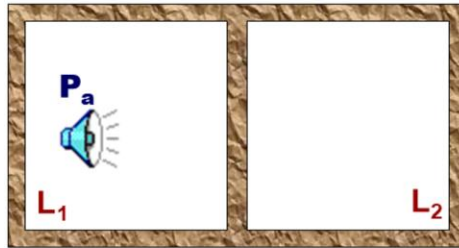


Na izolacionu moć pregrade može značajno da utiče i postojanje čvrste veze između pregrada (npr. kod dvostrukih pregrada od gips-kartonskih ploča) preko konstrukcije koja povezuje pregrade (drvene grede npr.), kontaktnih zavrtnjeva, cevovoda ili ventilacionih kanala.

Čvrsta veza između pregrada stvara "zvučne mostove" preko kojih se zvučna energija vibracijama prenosi gotovo bez slabljenja na drugu stranu.

To se može izbeći npr. raspoređivanjem konstrukcije (drvenih gerda) u šahovskom rasporedu, ili izolacijom konstrukcije od pregrada.

Zvučna izolacija



L_1 – nivo zvuka u predajnoj prostoriji, [dB]

L_2 – nivo zvuka u prijemnoj prostoriji, [dB]

$$D = L_1 - L_2$$

BUKA I VIBRACIJE

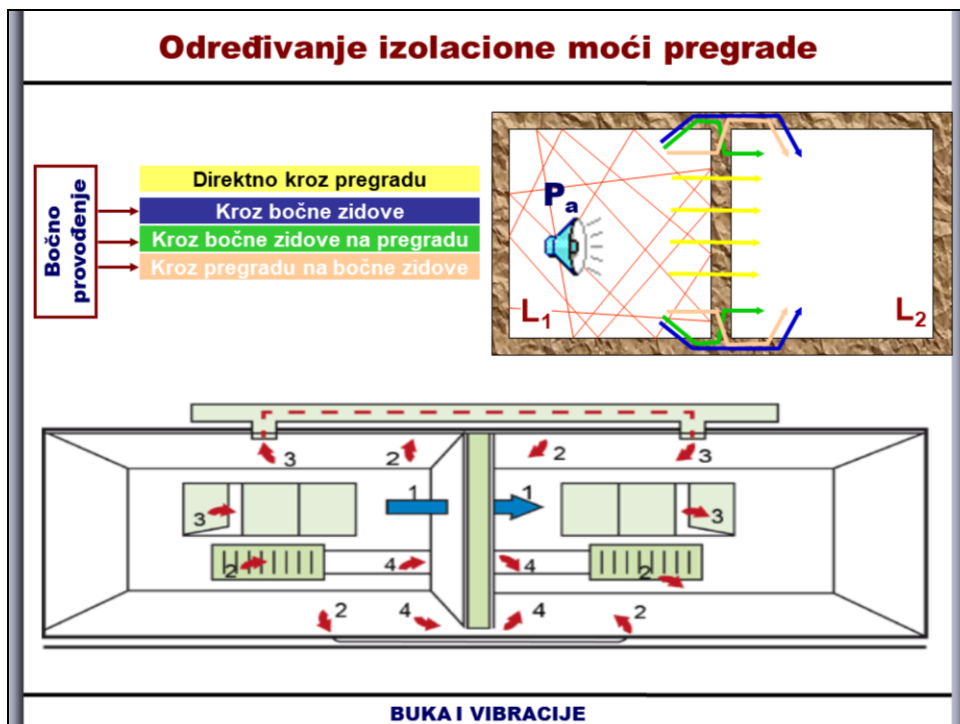
Zvučna izolacija se definiše za prostorije koje su međusobno odvojene pregradom.

Prostorija u kojoj se nalazi izvor zvuka naziva se **predajna prostorija**.

Prostorija u koju se prenosi zvučna energija naziva se **prijemna prostorija**.

Zvučna izolacija D [dB] predstavlja karakteristiku zvučne izolovanosti između dve prostorije i definiše se kao razlika nivoa zvuka u predajnoj i prijemnoj prostoriji.

Zvučni izvor zvučne snage P_a , smešten u predajnoj prostoriji, emituje zvučnu energiju koja u prostoriji formira *homogeno difuzno zvučno polje*.



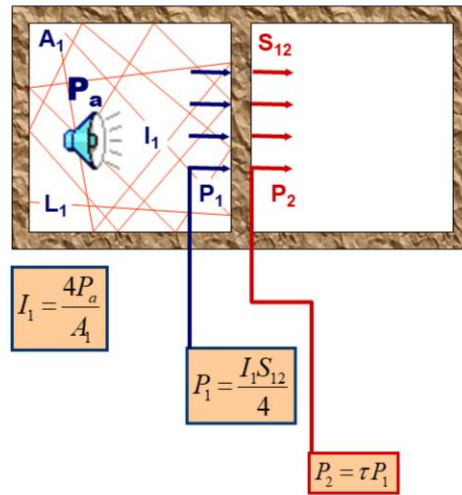
Zvučna energija se iz predajne u prijemnu prostoriju prenosi različitim putevima:

1. Direktno kroz pregradu i
2. Bočnim provođenjem.

Bočno provođenje zvuka iz predajne u prijemnu prostoriju može biti:

1. Kroz bočne zidove,
2. Kroz bočne zidove na pregradu,
3. Kroz pregradu na bočne zidove.

Određivanje izolacione moći pregrade



BUKA I VIBRACIJE

Ako se zanemari efekat bočnog provođenja energije, zvučna energija se iz predajne u prijemnu prostoriju prenosi samo direktnim putem kroz pregradu.

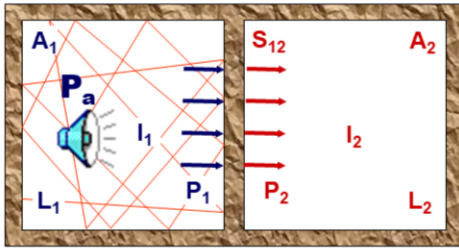
Zvučni izvor zvučne snage P_a formira u predajnoj prostoriji homogeno difuzno zvučno polje sa jednakim intenzitetom zvuka I_1 u svim tačkama.

Energija u jedinici vremena koja u predajnoj prostoriji padne na pregradu površine S_{12} iznosi P_1 .

Deo energije koji se direktnim putem prenosi u prijemnu prostoriju određen je koeficijentom transmisije i iznosi P_2 .

U prijemnoj prostoriji pregrada preuzima ulogu izvora zvuka, čija je zvučna snaga upravo P_2 .

Određivanje izolacione moći pregrade



$$I_2 = \frac{4P_2}{A_2}$$

A_2 [m²] - apsorpciona površina
prijemne prostorije

$$P_2 = \frac{I_2 A_2}{4}$$

$$R = 10 \log \frac{P_1}{P_2} = 10 \log \frac{\frac{I_1 S_{12}}{4}}{\frac{I_2 A_2}{4}} = 10 \log \left(\frac{I_1 S_{12}}{I_2 A_2} \right) = \boxed{10 \log \frac{I_1}{I_2}} + 10 \log \frac{S_{12}}{A_2} \Rightarrow \boxed{R = D + 10 \log \frac{S_{12}}{A_2}}$$

$$\boxed{D = L_1 - L_2}$$

BUKA I VIBRACIJE

Pregrada kao izvor zvuka formira u prijemnoj prostoriji homogeno difuzno zvučno polje sa jednakim intenzitetom zvuka I_2 u svim tačkama.

Zvučna energija koja se u jedinici vremena izrači sa pregrade u prijemnu prostoriju iznosi P_2 .

Kada su definisane zvučne energije P_1 i P_2 , moguće je izračunati izolacionu moć pregrade između predajne i prijemne prostorije R na način kako je to predstavljeno na slajdu.

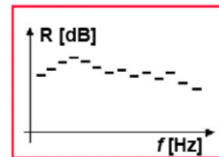
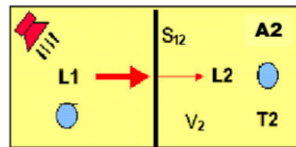
Određivanje izolacione moći pregrade

Metod određivanja izolacione moći pregrade R podrazumeva:

♦ Merenje L_1
 ♦ Merenje L_2
 ♦ Merenje T_2

$$R = D + 10 \log \frac{S_{12}}{A_2} =$$

$$= L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S_{12} T_2}{0.162 \cdot V_2}$$



Rezultati:

*Tercni spektar
izolacione moći
pregrade*

BUKA I VIBRACIJE

Metod određivanja izolacione moći pregrade R podrazumeva:

1. Merenje nivoa buke u predajnoj prostoriji, L_1
2. Merenje nivoa buke u prijemnoj prostoriji, L_2
3. Merenje vremena reverberacije prijemne prostorije T_2 radi određivanja njene apsorpcije A_2 (Sabinov obrazac).

Merenja se vrše primenom terčnih filtara sa centralnim frekvencijama u opsegu $100 \div 3150$ Hz, sa izvorom zvuka u predajnoj prostoriji.

Kao rezultat se dobija terčni spektar izolacione moći pregrade.

Pitanja za proveru znanja



1. Navesti procese koji nastaju kada zvučni talas naiđe na pregradu.
2. Kako se objašnjava koeficijent transmisije zvučne energije?
3. Objasniti vezu između koeficijenta transmisije i izolacione moći pregrade.
4. U kojim slučajevima se definiše srednji koeficijent transmisije zvučne energije?
5. Kako glasi izraz za izolacionu moć pregrade sačinjene od više segmenata?
6. Koji konstruktivni faktori negativno da utiču na izolacionu moć pregrade?
7. Šta predstavlja zvučna izolacija prostorija?
8. Koji su putevi prenošenja zvučne energije iz predajne u prijemnu prostoriju?
9. Objasniti postupak izračunavanja izolacione moći pregrade.
10. Koje aktivnosti podrazumeva određivanje izolacione moći pregrade?

BUKA I VIBRACIJE