

Звук и бука

1

1

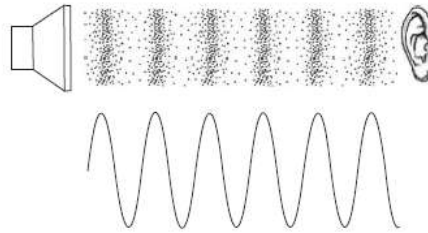
- Звук
 - Карактеристике звука
 - Осећај звука
- Бука
 - Карактеристике и врсте буке
 - Ризици од буке
 - Заштита од буке

2

2

Карактеристике звука

- Таласна дужина
- Фреквенција
- Брзина звука
- Енергија звука и интензитет



Slika 7.1: Prostiranje zvučnog talasa od izvora do uha, praćeno prostoperiodičnim oscilacijama gustine i pritiska u sredini.

$$\lambda = \frac{u}{\nu}$$

$$u = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

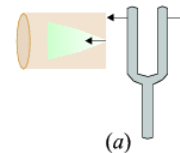
$$I = \frac{E}{St}$$

3

3

Осећај звука - спектар

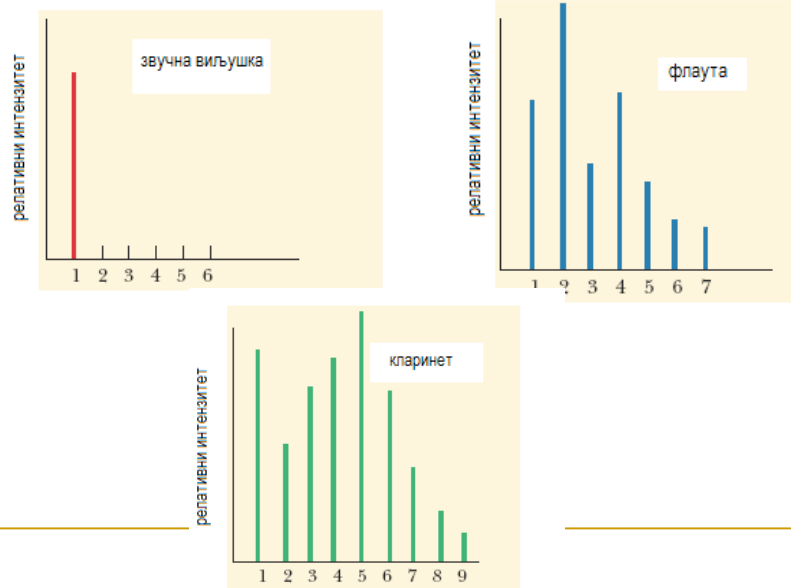
- **тон** (периодичан)
 - прост
 - сложен – може да се разложи на просте
- **шум** – није периодичан и не може да се разложи на просте тонове
- разлагањем се добија **спектар**
- ако нас интересују амплитуде за разне фреквенције добија се **амплитудни спектар**
- тон – спектар је линијски – једна или више фреквенција
 - једна фреквенција- прост тон
 - више фреквенција – сложени тон



4

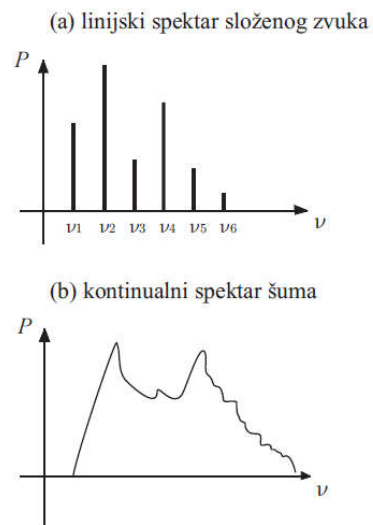
4

Хармонијска анализа – откривање хармоника који су садржани у тону



5

Осећај звука



Slika 7.2: Spektri složenog tona i šuma.

6

6

Инфразвук и ултразвук

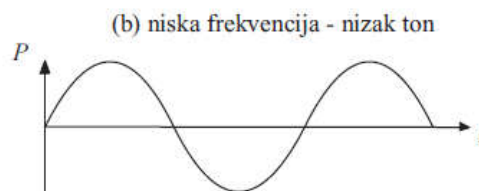
- Ултразвук, изнад 20 000 Херца



- Инфразвук, испод 20 Херца



7

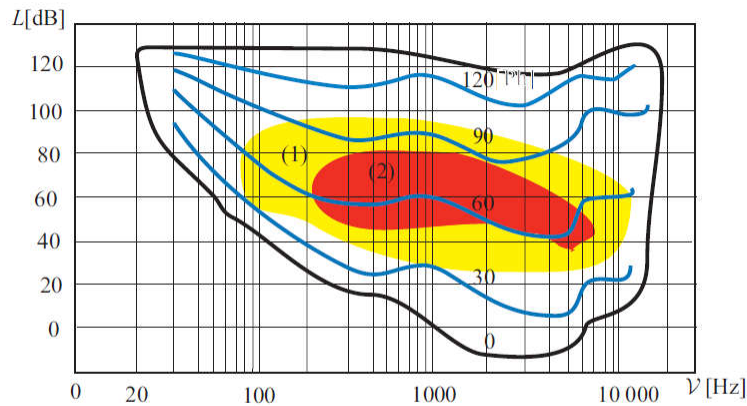


Slika 7.3: Oscilacije vazdušnog pritiska kod zvuka visoke i niske frekvencije.

8

8

Јачина звука – грешка на слици. Области (1) и (2) треба да замене место



Slika 7.4: Oblast čujnosti ljudskog uha. Označeni su prag čujnosti i granica bola (debeli linija), područje govora (1) i područje muzike (2). Izofonske linije prikazuju subjektivnu jačinu zvuka na različitim frekvencijama.

9

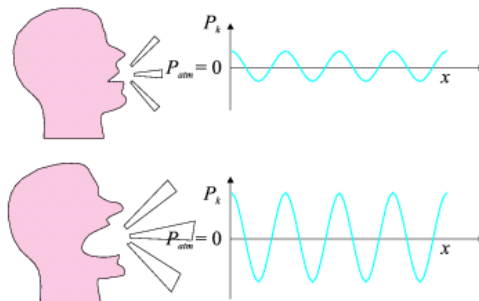
9

ИНТЕНЗИТЕТ И НИВО ЗВУКА

$$I = \frac{P}{S},$$

- Интензитет звука – као и за сваки талас

$$I = \frac{P}{S} = \frac{E/t}{S} = \frac{E}{St}$$



Slika 9.16: Grafik promene kalibrisanog pritiska za dva izvora zvuka različitih intenziteta. Izvor koji osciluje većom amplitudom formira zvučni talas većeg intenziteta.

10

Интензитет звука и ниво звука

- граничне вредности интензитета
 - праг чујности (на 1000 Hz) $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.
 - праг бола $I = 1 \text{ W/m}^2$.
- реакција људског ува није таква да може да прави разлику у толиком распону и на такав начин (преко интензитета – распон је 10^{12})
- људско уво реагује логаритамски – уводи се нова величина – ниво звука

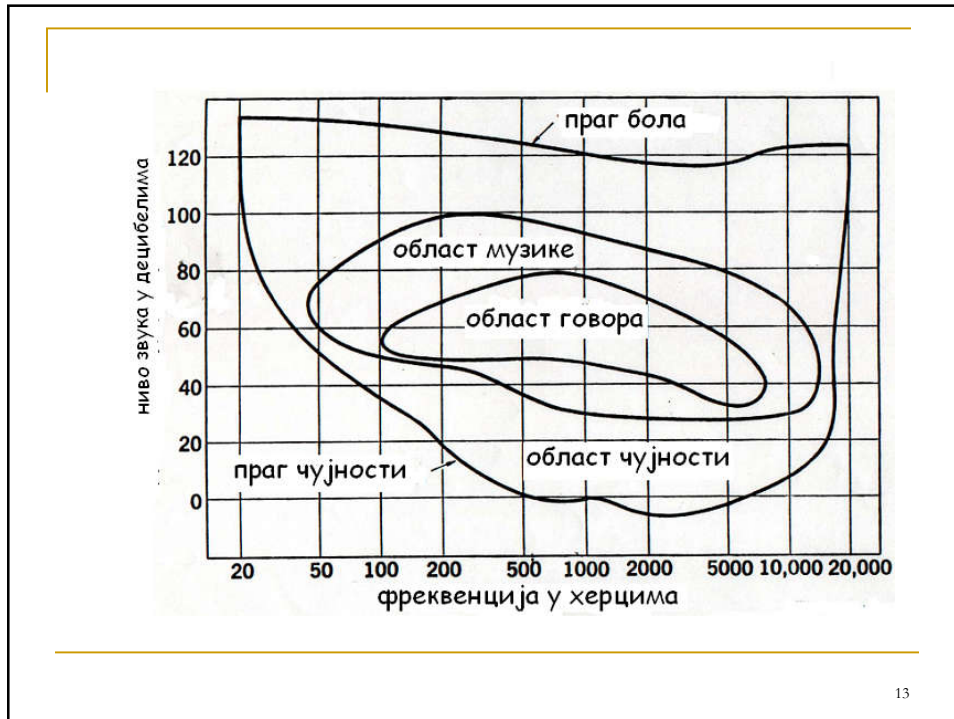
$$L(\text{dB}) = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right),$$

11

11

primer/efekat	I (W/m^2)	L (dB)
prag чујности	1×10^{-12}	0
šuštanje lišća	1×10^{-11}	10
šaputanje na 1 m udaljenosti	1×10^{-10}	20
tišina u kući	1×10^{-9}	30
prosečna buka u kući	1×10^{-8}	40
prosečna buka u kancelariji, lagana muzika	1×10^{-7}	50
razgovor	1×10^{-6}	60
bučna kancelarija, gust saobraćaj	1×10^{-5}	70
glasno odvrnut radio	1×10^{-4}	80
unutrašnjost metroa (posledice prilikom duže izloženosti)	1×10^{-3}	90
najbučnije fabrike (posledice prilikom izloženosti 8 h dnevno)	1×10^{-2}	100
posledice prilikom izloženosti 30 min dnevno	1×10^{-1}	110
prag бола, glasni rok koncerti, pneumatski чекић udaljen 2 m (posledice prilikom izloženosti u trajanju od sekunde)	1	120
mlazni avion na 30 m udaljenosti	1×10^2	140
pucanje bubne opne	1×10^4	160

12



13

A smaller version of the graph described above, showing the same relationships between sound level, frequency, and human perception regions.

- Скала у dB одговара само приближно субјективном осећају промене јачине звука
- Разлог је у фреквентној зависности прага чујности (и бола)
- Мерење – два звука истог нивоа од 20 dB,
 - на фреквенцији 100 Hz не чујемо
 - на фреквенцији 1000 Hz спада у област чујности
 - **Закључак: треба увести нову величину која описује субјективну реакцију на одређене звукове**

14

Субјективна јачина звука

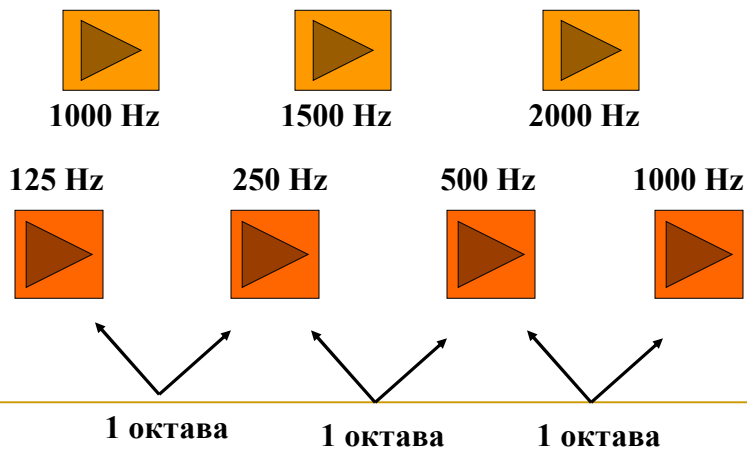
- Јединица је фон.
- Звучни таласи које перцепирамо као једнако гласне имају исту вредност субјективне јачине звука (имају једнак број фона)

15

15

Субјективна јачина звука

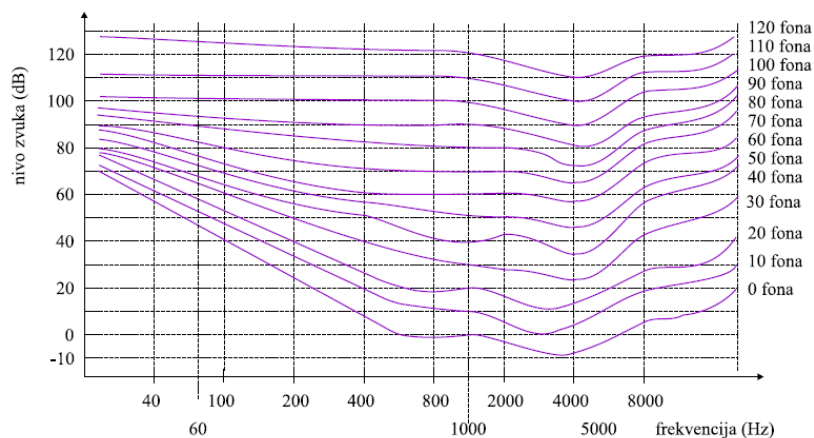
- ниво звука није права мера јер осећај јачине зависи и од фреквенције звука!



16

16

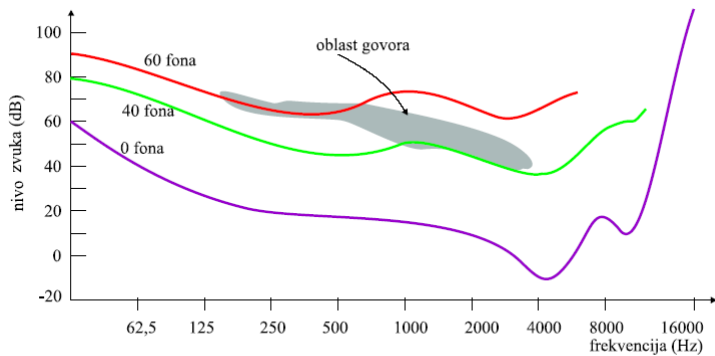
Крива гласности звука



Slika 9.32: Veza subjektivne jačine zvuka u fonima i nivoa zvuka u decibelima za osobu koja normalno čuje. Fon i decibel su, po definiciji, jednaki na frekvenciji od 1 000 Hz.

17

Крива гласности звука



Slika 9.33: Osenčena oblast odgovara frekvencijama i nivou intenziteta normalnog govora.

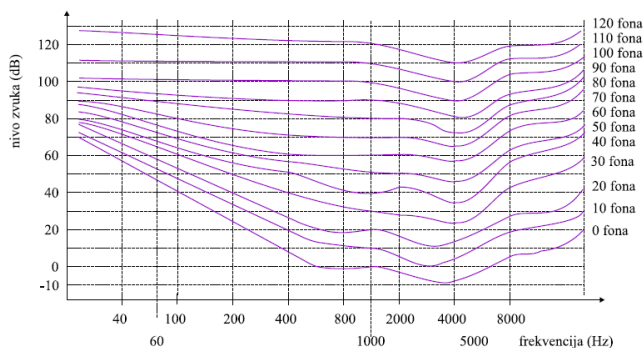
18

18

- Тонове испод 0 фона већина људи не чује (звук нивоа 60 dB и 40 Hz се практично не чује)
- Крива од 0 фона представља границу изнад које просечан човек чује
- Можемо да чујем чак и звук нивоа испод 0 dB али само на одређеним фреквенцијама! (нпр. -3 dB и 5 000 Hz)

19

19



Slika 9.32: Veza subjektivne jačine zvuka u fonima i nivoa zvuka u decibelima za osobu koja normalno čuje. Fon i decibel su, po definiciji, jednaki na frekvenciji od 1 000 Hz.

- Све криве гласности имају минимум између 2 000 и 5 000 Hz
 - Чуло слуха је ту најосетљивије

20

20

Бука

- Физичка разлика звука и буке не постоји
- Акустичка енергија која неповољно утиче на људе – нежељен и непријатан звук
 - Природни и
 - Вештачки извори



Slika 7.5: Fonometar.

21

Дозвољени нивои звука/буке

Tabela 13.7

Vrsta delatnosti	L (dB)
najgrublji fizički rad	90
rutinski rad mentalnog karaktera	70
rad koji zahteva koncentraciju	55
vrhunska intelektualna delatnost	35

22

21

22

Ризици од буке

- Ефекти изложености буци
 - Узнемиреност
 - Физиолошки ефекти
 - Оштећење слуха
 - Смањење радних перформанси
 - Утицај на нервни систем
 - Неиспаваност
 - Оштећење материјала

23

23

Заштита од буке

- Закон о заштити од буке у животној средини, Службени гласник Републике Србије, број 36/09 и 88/10.

24

24

Заштита од буке

- Контрола на извору буке
 - Редукција нивоа буке из уређаја у домаћинству
 - Редовно одржавање и подмазивање машина
 - Контрола производње звука
 - Забрана употребе јаких звучника
 - Оптималан избор машина и алата
 - Регулација саобраћаја
- Звучне препреке
- Употреба заштитних материјала
 - Апсорбују звук/буку

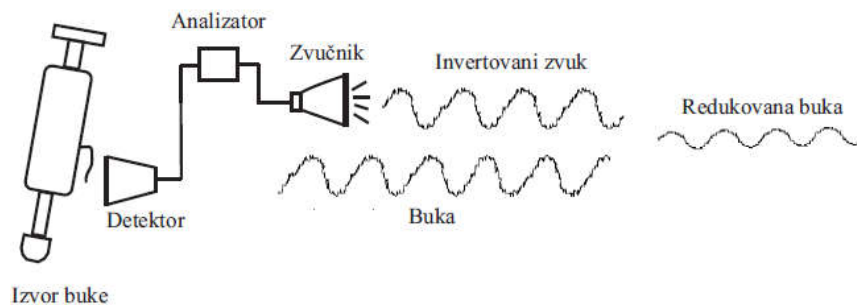


Slika 7.6: Zvučna prepreka duž auto-puta.

25

25

Заштита од буке – активна редукција буке



Slika 7.7: Aktivna redukcija buke.

26

26

- Четвртак 28.мај и 4. јун у 8.15 термин за поправни колоквијум и одбране семинарских радова.

27

27