

## Звук и бука

1

---

---

---

---

---

---

---

---

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

2

---

---

---

---

---

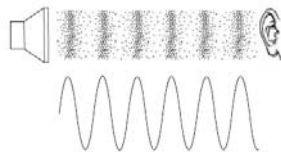
---

---

---

## 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.

$$\lambda = \frac{u}{\nu}, \quad u = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}, \quad I = \frac{E}{St}$$

3

---

---

---

---

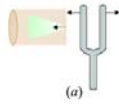
---

---

---

---

## Осећај звука - спектар



- тон (периодичан)
  - прост
  - сложен – може да се разложи на просте
- шум – није периодичан и не може да се разложи на просте тоне
  
- 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 тона
  - више фреквенција – сложени тон

4

---

---

---

---

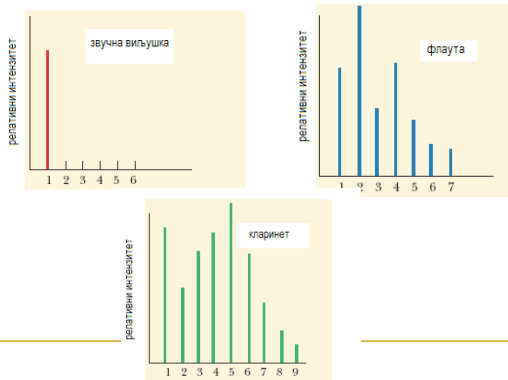
---

---

---

---

### Хармонијска анализа – откривање хармоника који су садржани у тону



5

---

---

---

---

---

---

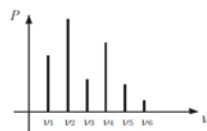
---

---

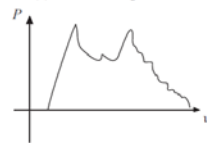
## Осећај звука

- Инфразвук и ултразвук

(a) линијски спектар сложеног звука



(b) континуални спектар шума



Slika 7.2: Spektri složenog tona i šuma.

6

---

---

---

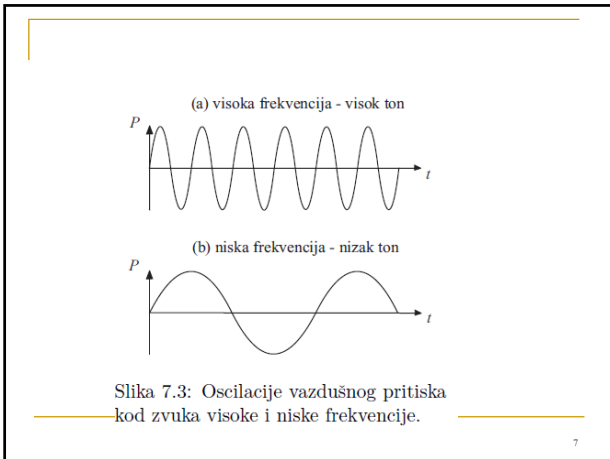
---

---

---

---

---




---

---

---

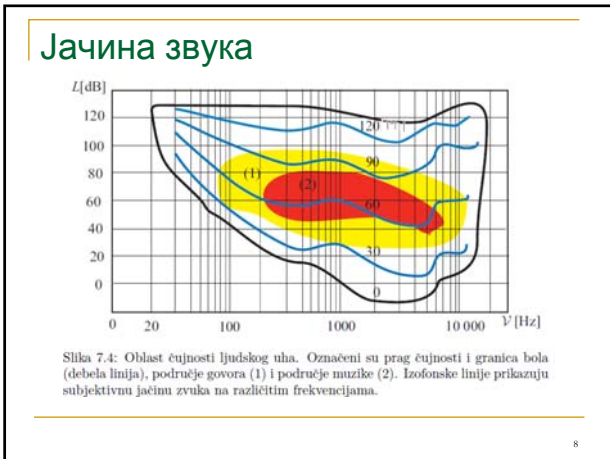
---

---

---

---

---




---

---

---

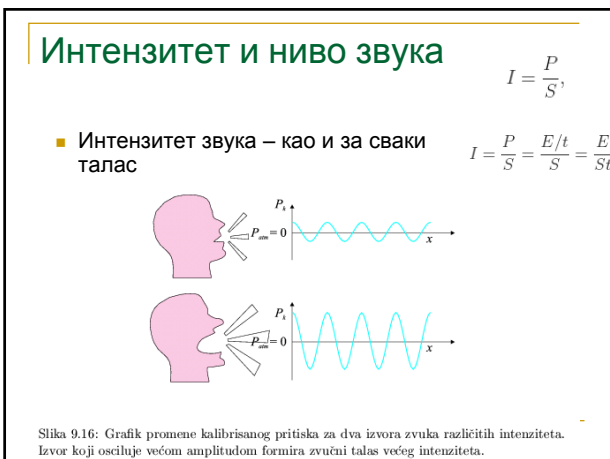
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 уха 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

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

10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

primer/efekat

	$I$ ( $\text{W/m}^2$ )	$L$ (dB)
праг чујности	$1 \times 10^{-12}$	0
шуштанje лишћа	$1 \times 10^{-11}$	10
шaпутанje на 1 m удаљености	$1 \times 10^{-10}$	20
тишина у кући	$1 \times 10^{-9}$	30
просечна бука у кући	$1 \times 10^{-8}$	40
просечна бука у канцеларији, лагана музика	$1 \times 10^{-7}$	50
разговор	$1 \times 10^{-6}$	60
бучна канцеларија, густ саобраћај	$1 \times 10^{-5}$	70
гласно одвртнo радио	$1 \times 10^{-4}$	80
унутрашњост метроа (последиче приликом дузе изложености)	$1 \times 10^{-3}$	90
најбућније фабрике (последиче приликом изложености 8 h дневно)	$1 \times 10^{-2}$	100
последиче приликом изложености 30 min дневно	$1 \times 10^{-1}$	110
праг бола, гласни рок концерти, пнеуматски чекић удаљен 2 m		
(последиче приликом изложености у трајању од секунде)	1	120
млазни авион на 30 m удаљености	$1 \times 10^2$	140
пучање бубне опне	$1 \times 10^4$	160

---

---

---

---

---

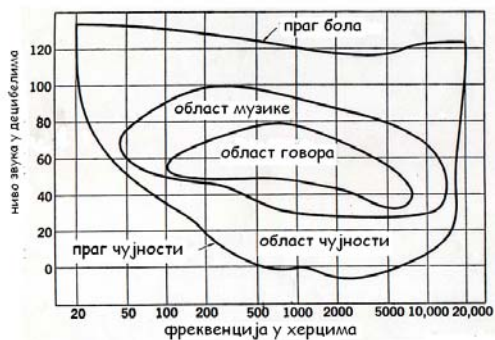
---

---

---

---

---



12

---

---

---

---

---

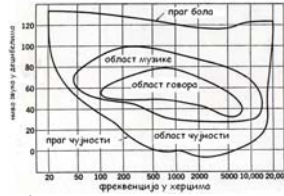
---

---

---

---

---



- 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**

13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Субјективна јачина звука

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

14

---

---

---

---

---

---

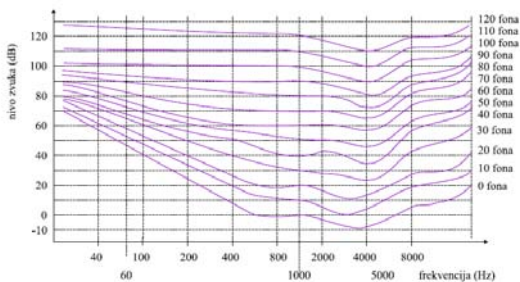
---

---

---

---

## 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.

---

---

---

---

---

---

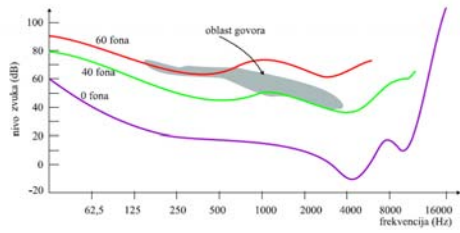
---

---

---

---

## Крива гласности звука



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

16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 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 )

17

---

---

---

---

---

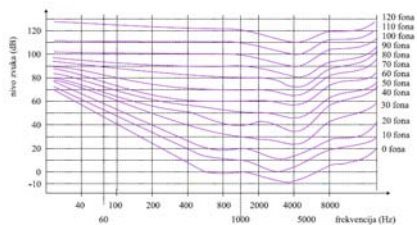
---

---

---

---

---



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

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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.

19

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ризици од буке

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

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Заштита од буке

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

22

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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.

23

---

---

---

---

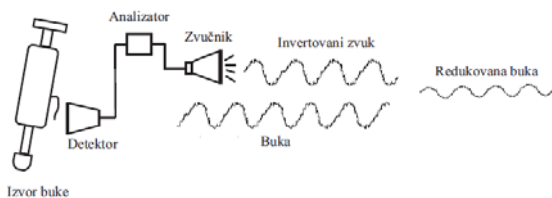
---

---

---

---

## Заштита од буке – активна редукција буке



Slika 7.7: Aktivna redukcija buke.

24

---

---

---

---

---

---

---

---