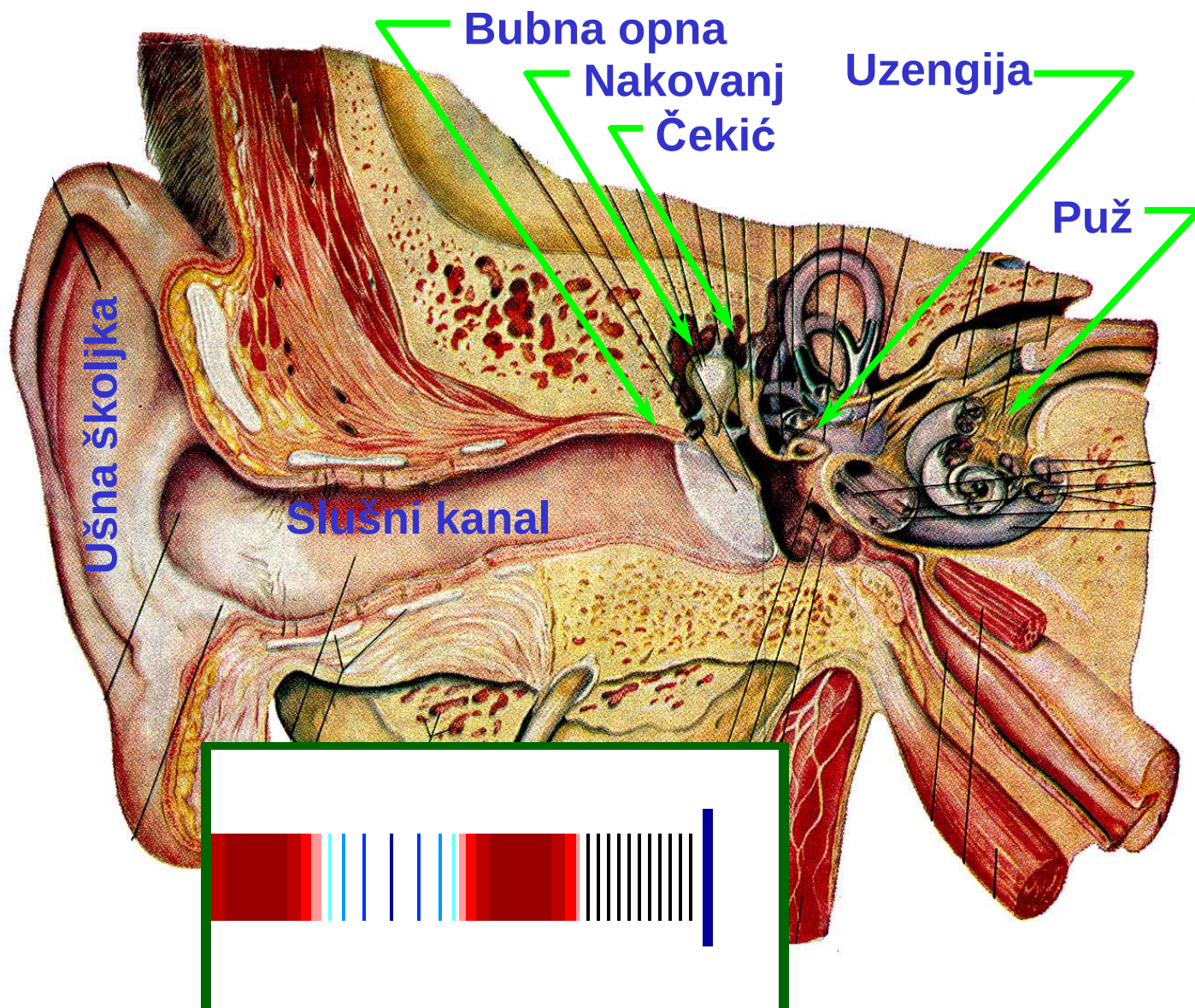


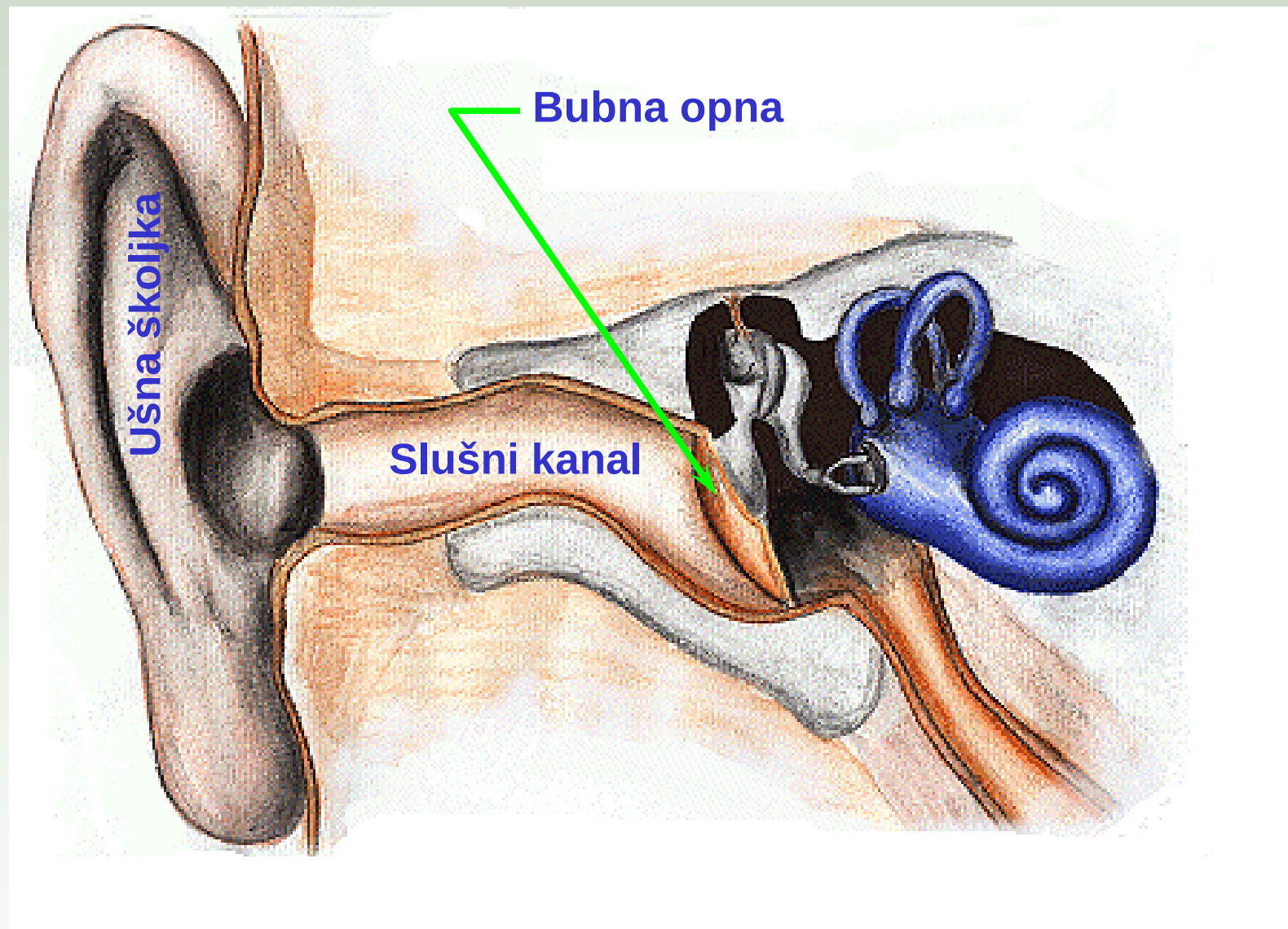


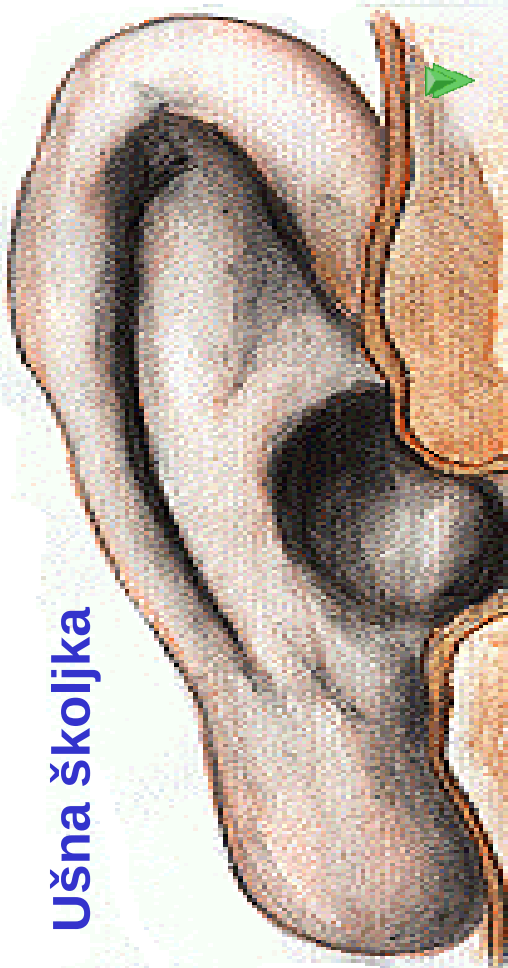
Štetno dejstvo buke i principi zaštite



- Uvo je najosetljiviji senzorni organ.
- Osnovni zadatak je obrada (ne)korisnih i (ne)prijetnih zvučnih informacija.
Čovek sluhom dobija 86% svih informacija.
- Organ sluha je non-stop aktivan.
Organ sluha nikad ne spava!
- Organ sluha je vrlo selektivan frekvencijski analizator.
- Registruje frekvencijski opseg širine 10 oktava.





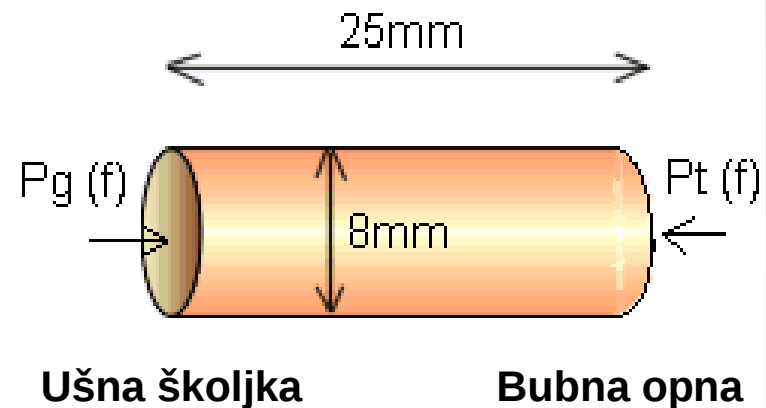
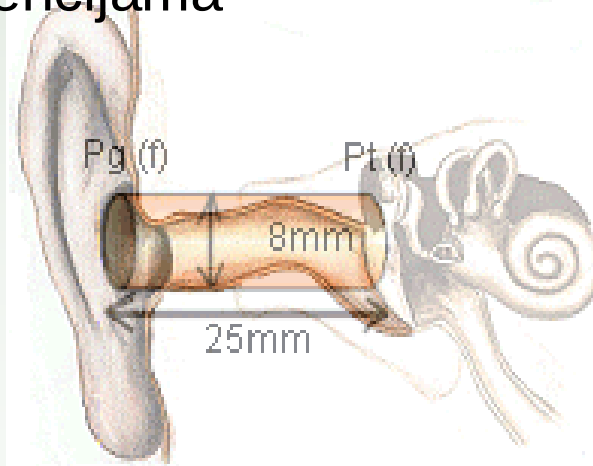
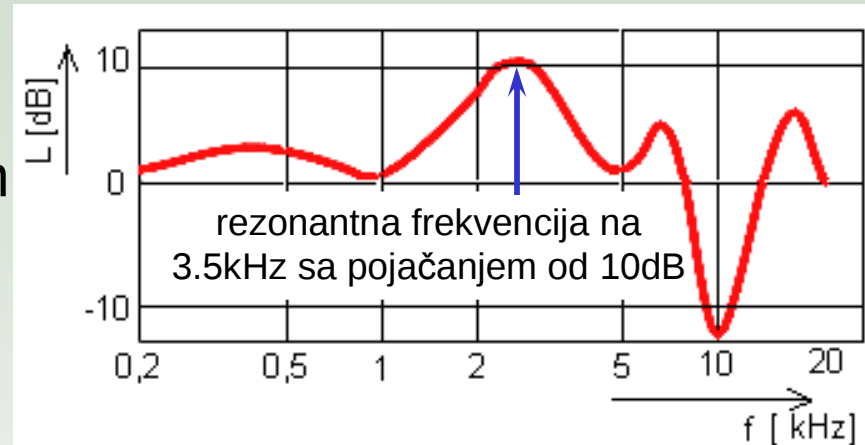


Osnovne funkcije:

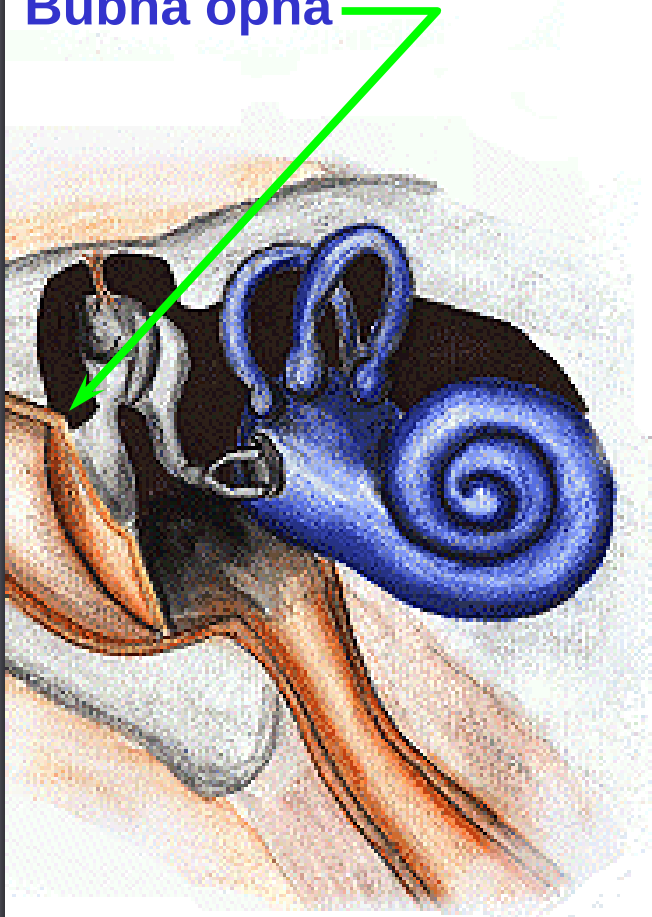
- prikupljanje zvučne energije na ulazu u slušni kanal i usmeravanje ka slušnom kanalu
- bolja orijentacija u prostoru
- sakupljanje i prenos zvučnih oscilacija koštanim putem do unutrašnjeg uva
- sprečavanje povratnog dejstva sopstvenog glasa

▶ Slušni kanal:

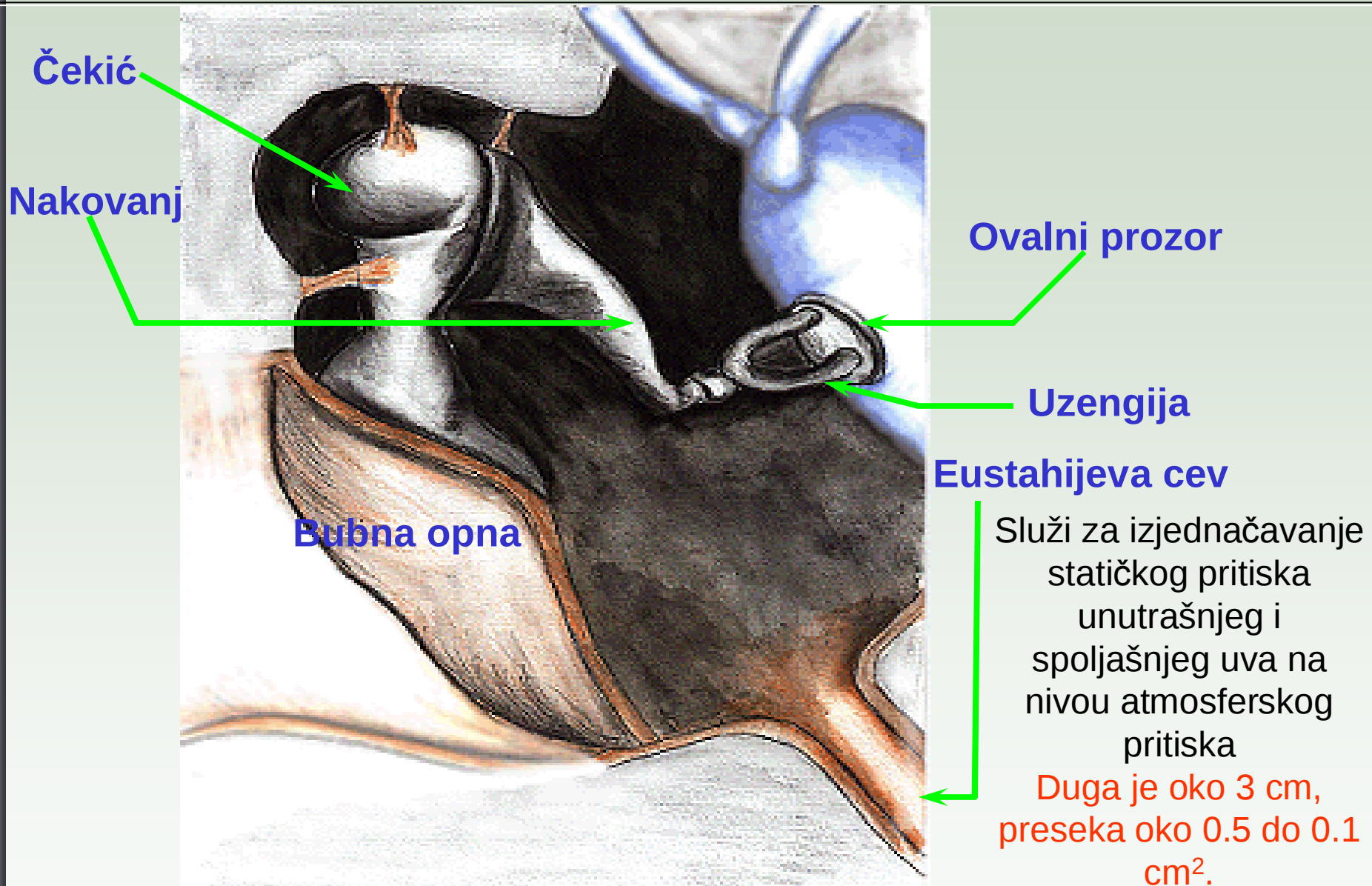
- dužina 25 do 27mm, poprečni presek površine 30 do 35mm²
- kroz kanal se prostiru longitudinalni talasi
- zajedno sa ušnom školjkom čini sklop sličan levku sa rezonatornim osobinama
- pojačava zvuk na srednjim i visokim frekvencijama



Bubna opna

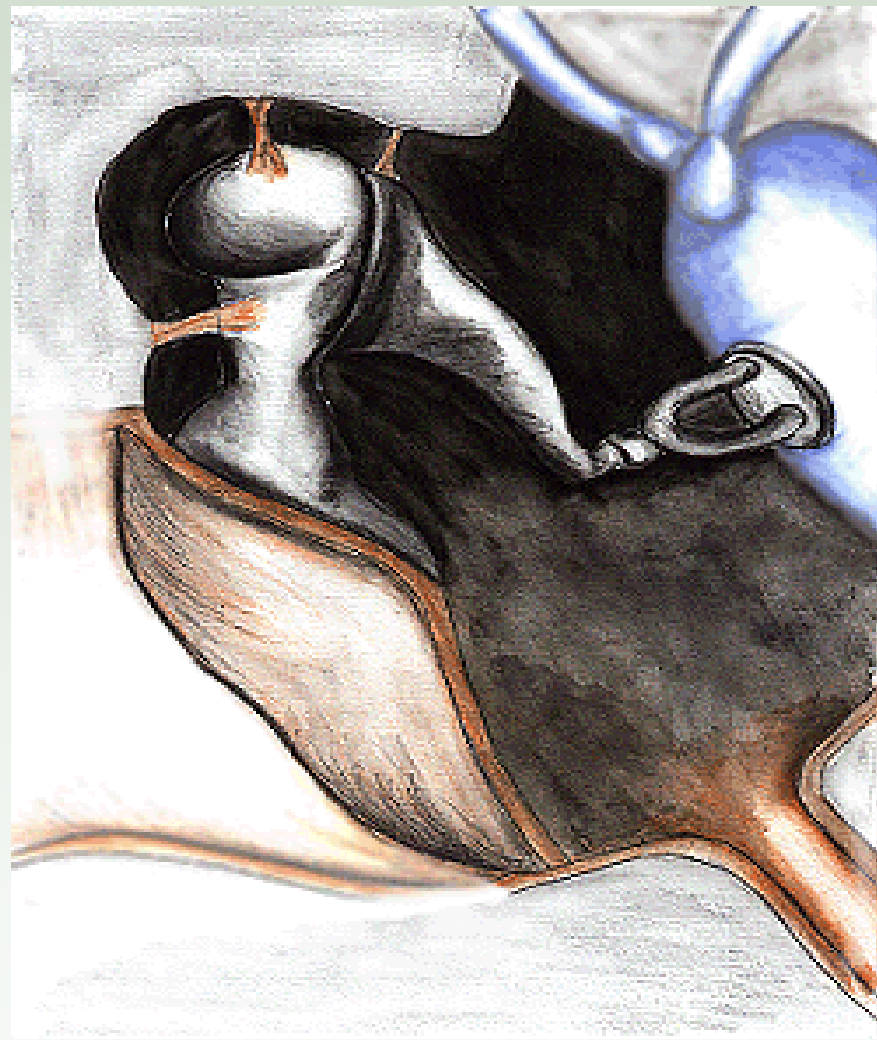


- Osnovna namena:
 - prijem, transformacija i prenos zvučne energije iz spoljašnjeg uva ka srednjem uvu
- Osnovne karakteristike bubne opne:
 - eliptična membrana debljine oko 0.1mm
 - veća osa elipse 1cm, manja osa 0.85cm
 - rezonantna frekvencija između 1.2kHz – 1.4kHz

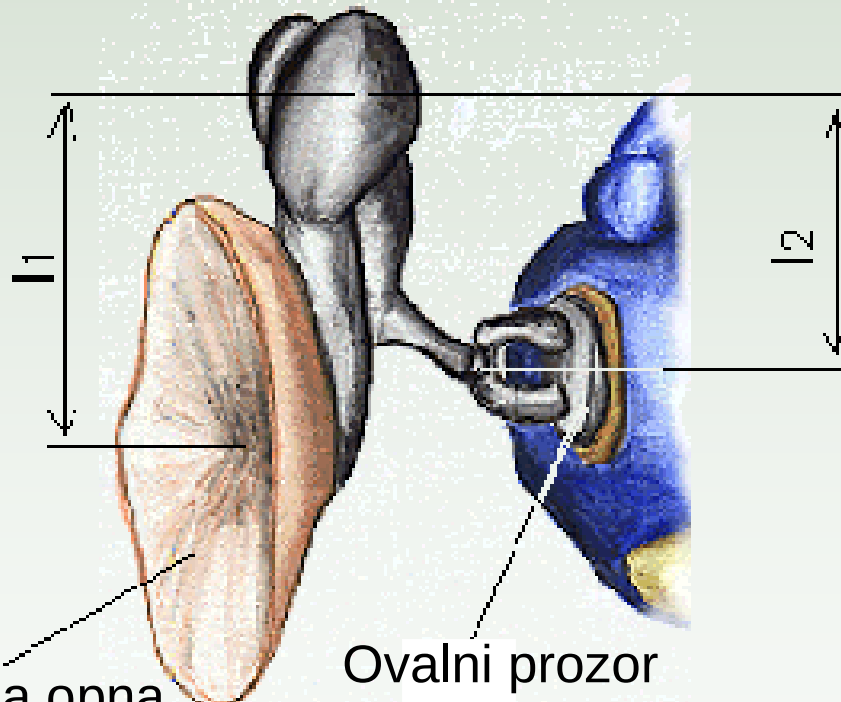


► Osnovna namena srednjeg uva je

- verodostojni prenos i pojačanje zvučnog signala iz slušnog kanala do unutrašnjeg uva,
- zaštita za osetljive delove unutrašnjeg uva od naglog prodiranja zvučnih oscilacija visokog intenziteta.



- **Sistem slušnih koščica** premošćuje šupljinu srednjeg uva, povezuje bubnu opnu i ovalni prozor i vrši prilagođenje male impedanse vazduha u slušnom kanalu i velike impedanse lifne tečnosti u srednjem uvu, čime se obezbeđuje potpun prenos zvučne energije.

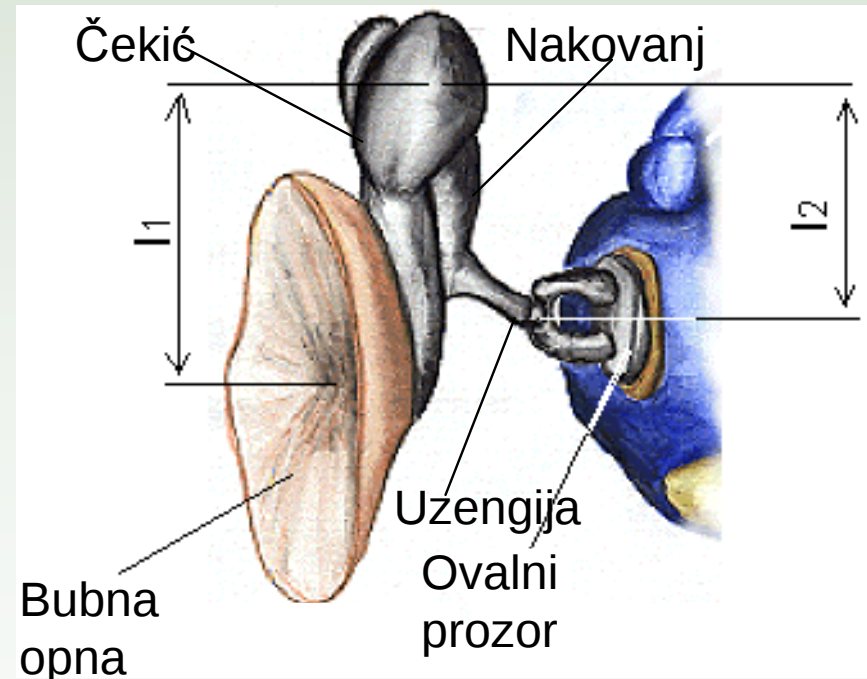


Bubna opna

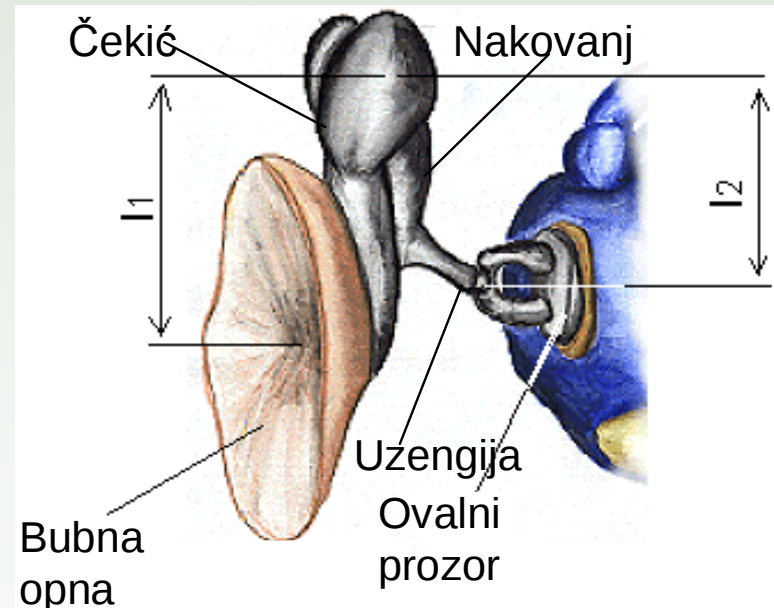
Ovalni prozor

- Rezonatna frekvencija sistema slušnih koščica iznosi 1.2kHz.

- ▶ Prva slušna košćica, **čekić** ($m=23\text{mg}$, $l=6\text{mm}$), spojena je sa sredinom bubne opne pa se sa njom zajedno pokreće usled zvučnih oscilacija u slušnom kanalu.
- ▶ Oscilacije čekića prenose se na drugu slušnu košćicu, **nakovanj** ($m=27\text{mg}$, $l=7\text{mm}$), koja je povezana sa trećom slušnom košćicom, **uzengijom** ($m=2.5\text{mg}$, $l=4\text{mm}$).
- ▶ Uzengija je povezana sa ovalnim prozorom, što omogućuje prenos energije do unutrašnjeg uva.

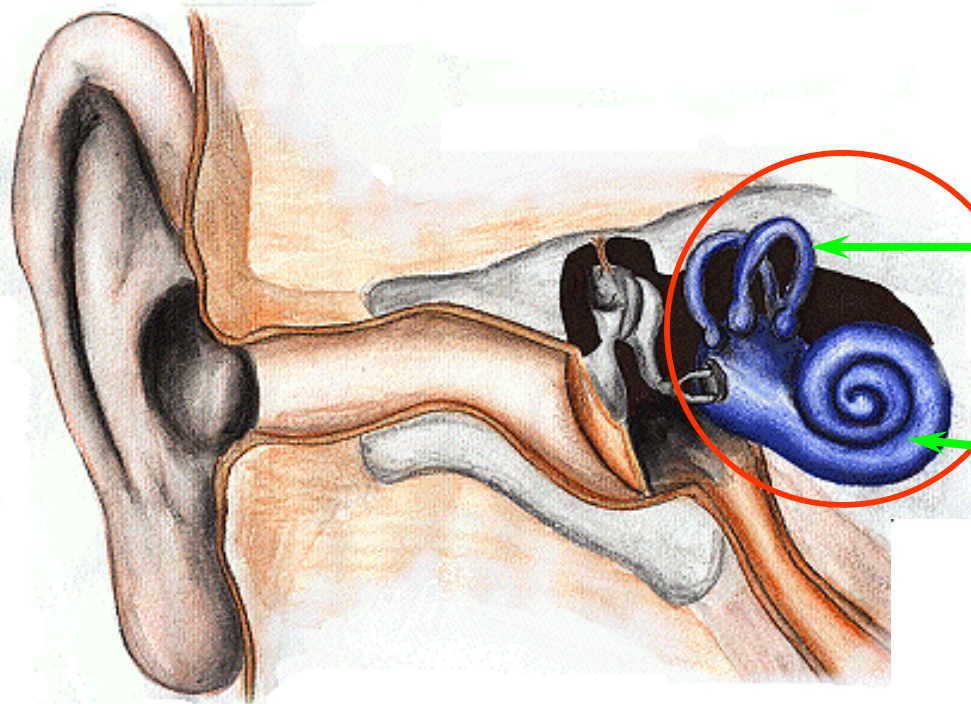


- ▶ **Mehanička sila** sa bubne opne se povećava putem slušnih košćica između 35 i 80 puta. Veliko pojačanje potiče od odnosa površine bubne i površine ovalnog prozora ($3:80\text{mm}^2$).
- ▶ Na frekvenciji 100Hz, **zvučni pritisak** u unutrašnjem uvu je 10 puta veći od zvučnog pritiska na bubnoj opni (na frekvenciji između 200 i 2400Hz pojačanje iznosi 15 puta)



Unutrašnje uvo

Fizički parametri radne i životne sredine
Prof. dr Dragan Cvetković



Vestibularni organ

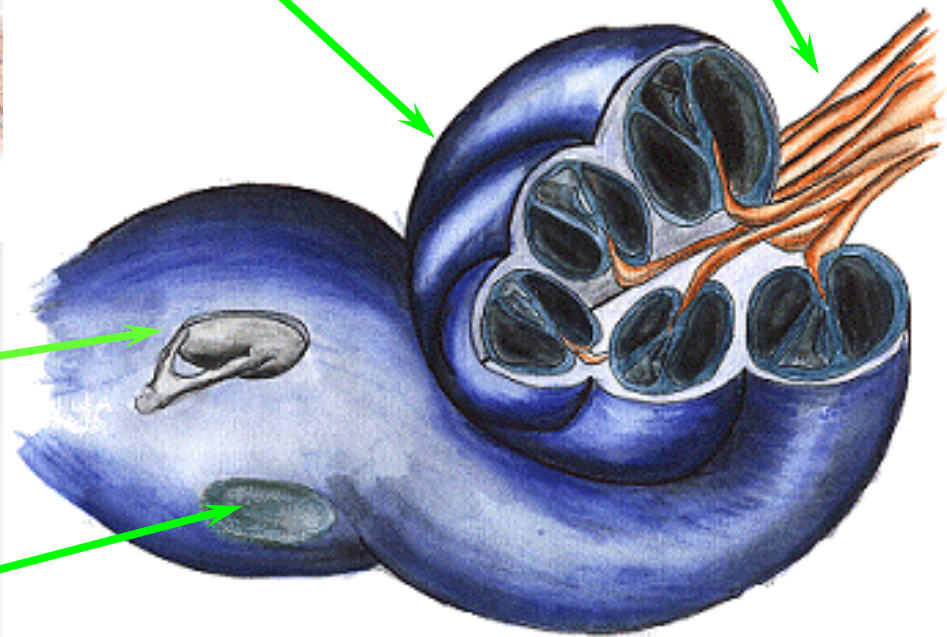
Sistem malih kesica i kanala gde je smešten sistem za ravnotežu. Nije znatnije povezan sa prenosom zvučne energije

Puž

Slušni živac

Uzengija sa ovalnim prozorom

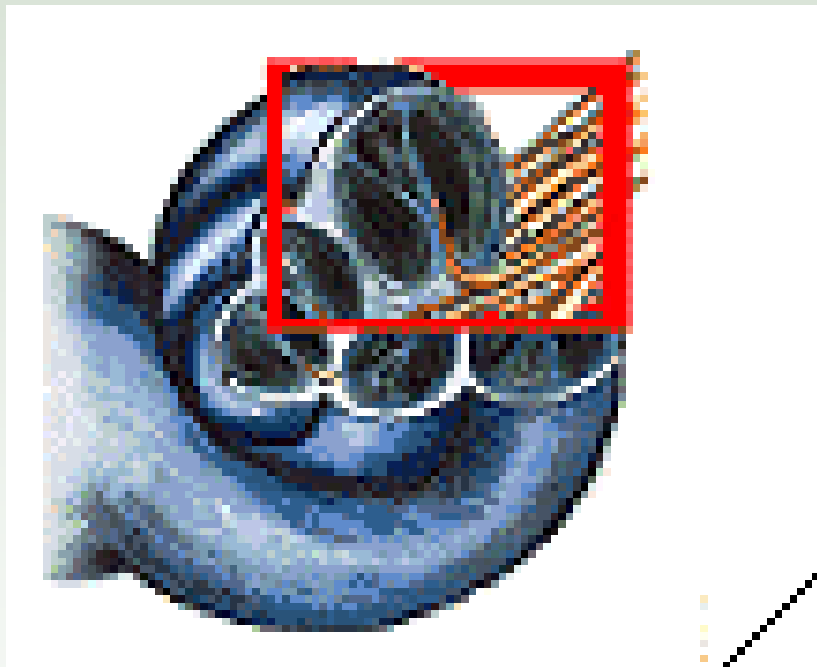
Okrugli prozor



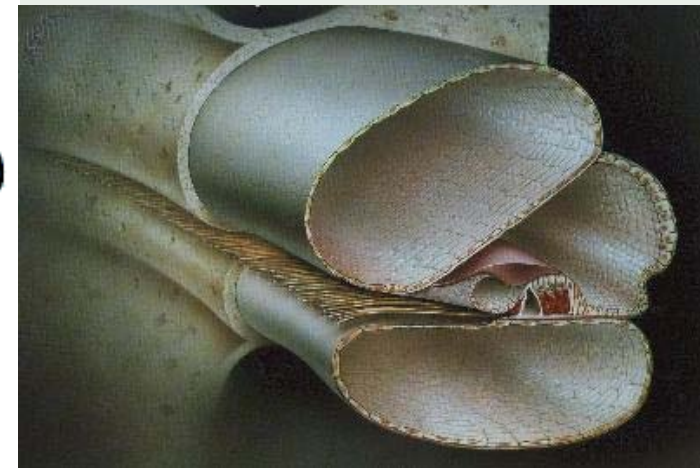
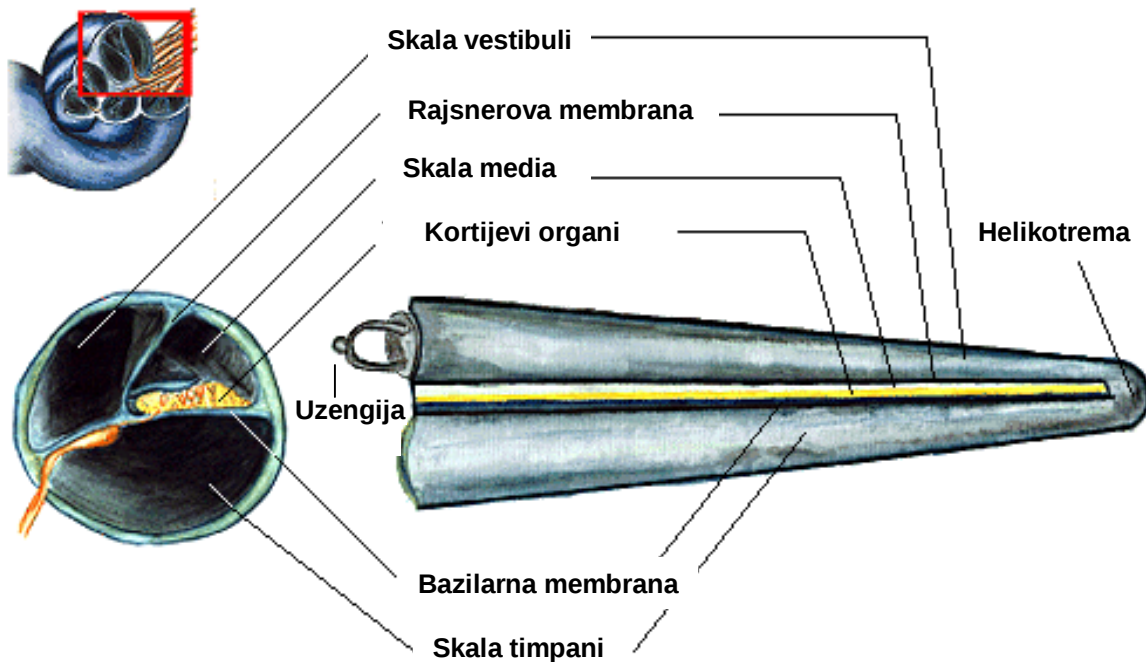
Štetno dejstvo buke i principi zaštite



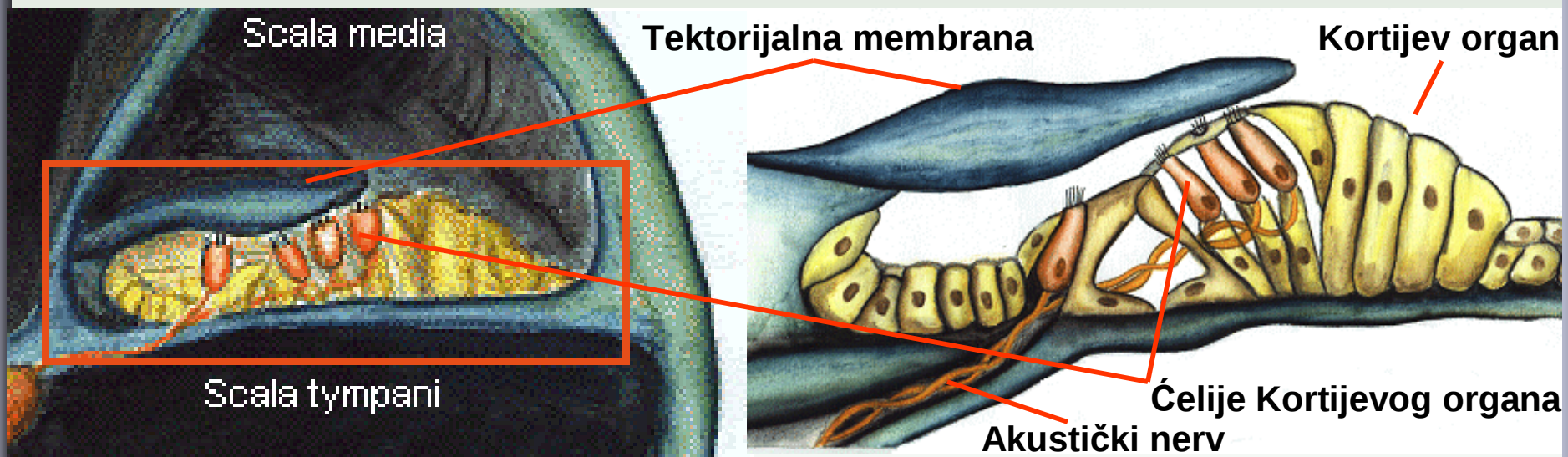
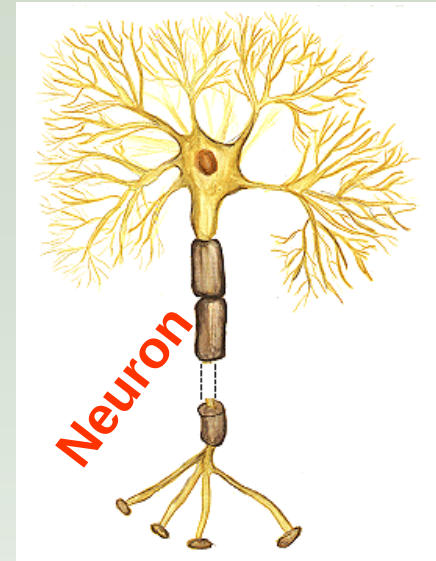
- ▶ **Puž (kohlea)** je koštani kanal, debljine 1-2mm, dužine 32-35mm, savijen 2.5 puta u obliku pužastog tela, okruglog je poprečnog preseka prečnika koji se od 3.3cm² na početku sužava idući prema kraju.



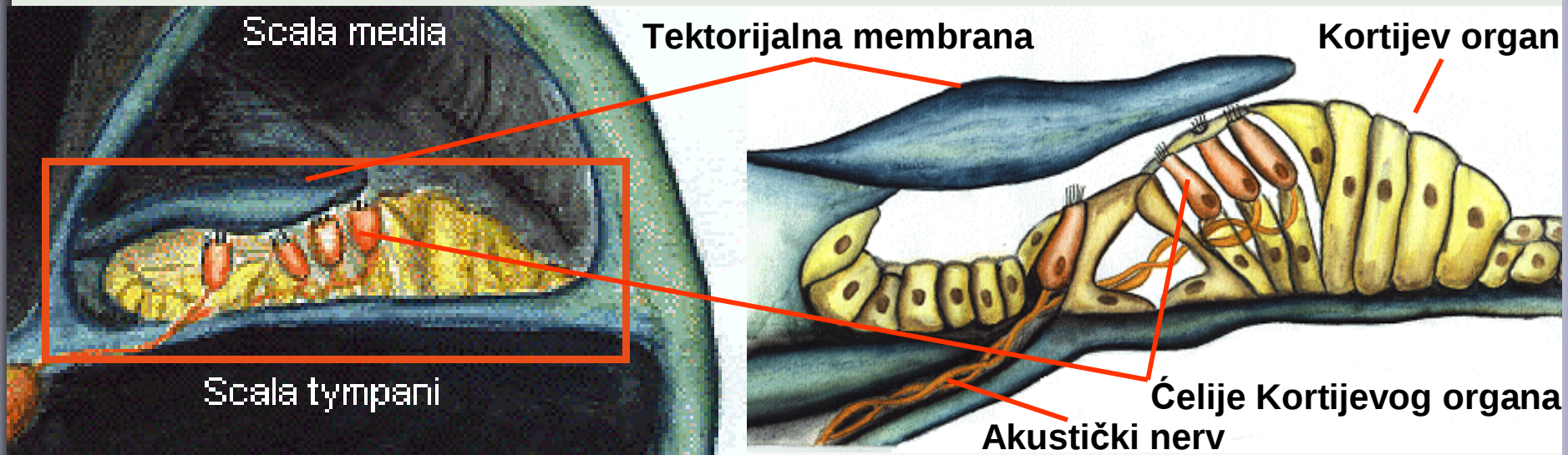
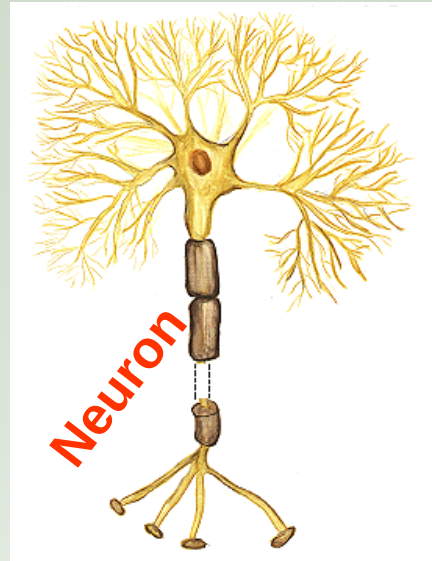
- Kanal je podeljen po celoj dužini **Bazilarnom** i **Rajsnerovom** membranom, na tri dela: *skala vestibuli*, *skala timpani* i *skala media*. Na vrhu kanala se nalazi otvor, **helikotrema**, koji spaja donji i gornji kanal koji hidrodinamički funkcioniše kao jedan (Rajsnerova membrana veoma tanka).



- ▶ Iznad bazilarne membrane nalazi se sam pretvarač, **Cortijev organ**, koji se sastoji od oko 23500 ćelija. Iz svake ćelije vire po tri dlačice u kojima se nalaze završeci akustičkih nerava koji vode do mozga.

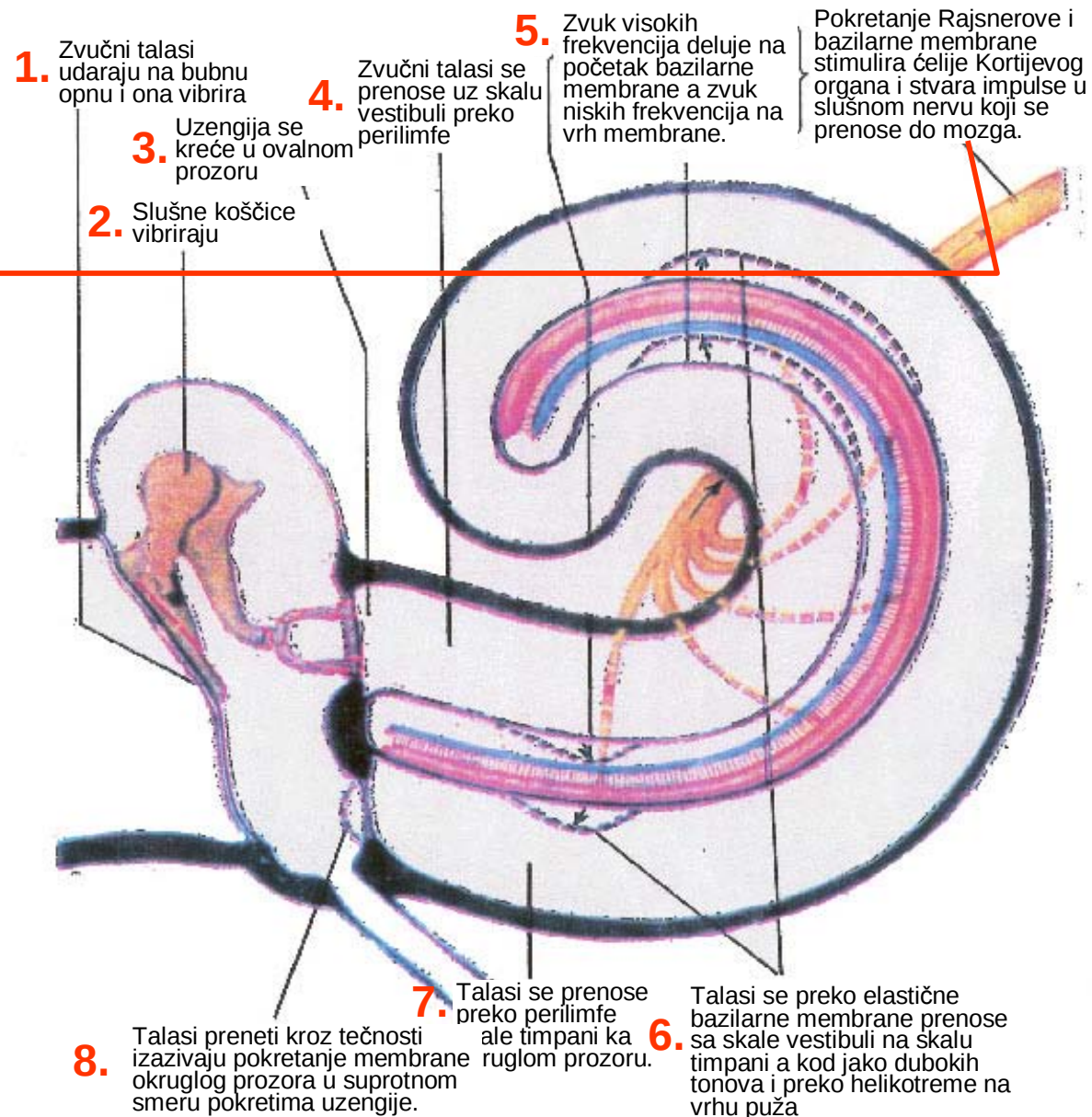


- Neposredno iznad ćelija nalazi se **tektorijalna membrana** koja uzrokuje savijanje dlačica kada se pomera bazilarna membrana. Savijanje dlačica transformiše pomeranje čestica u nervne (električne) impulse koji se preko nervnog snopa prenose brzinom od **30m/s** do mozga koji ih analizira.



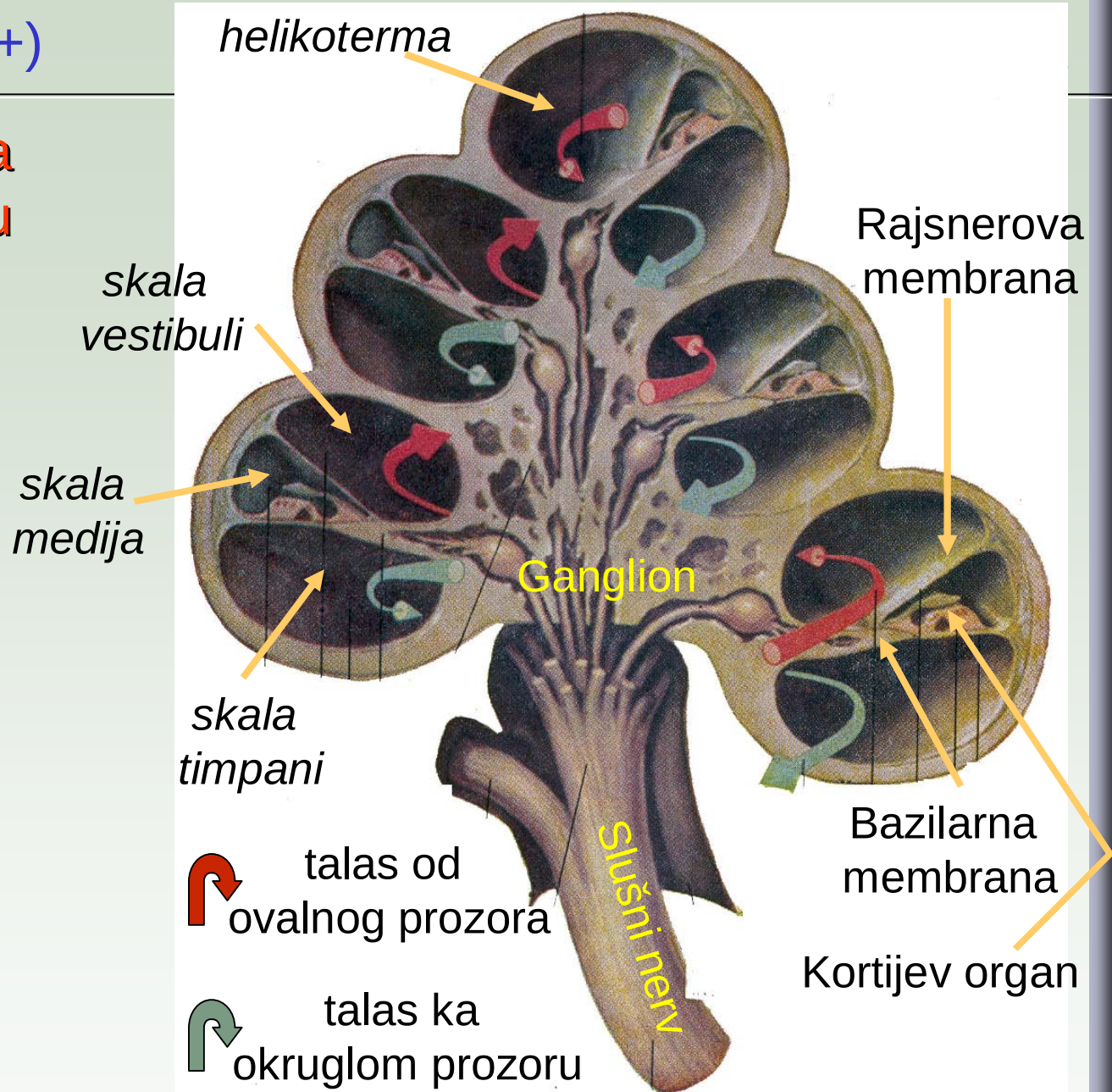
Prenošenje zvuka

Generisanje impulsa zavisi od veličine pomeraja bazilarne membrane, odnosno jačine signala, dok frekvencija signala određuje broj impulsa koji generiše jedna ćelija. Ćeliji treba **1 do 3ms** da se osposobi za novo okidanje, tako da iznad 500Hz broj impulsa ne raste srazmerno frekvenciji, pa je potrebna dodatna informacija mozgu za zaključivanje o frekvenciji.

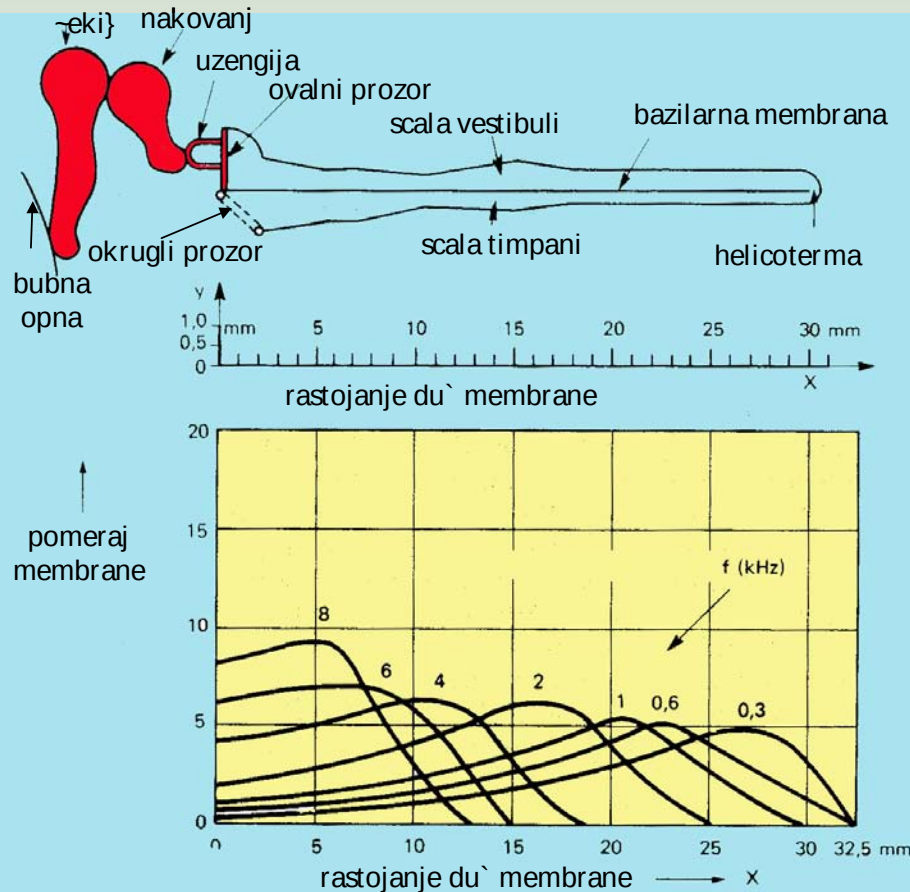


Prenošenje zvuka (+)

Putevi prenošenja zvuka kroz kohleu

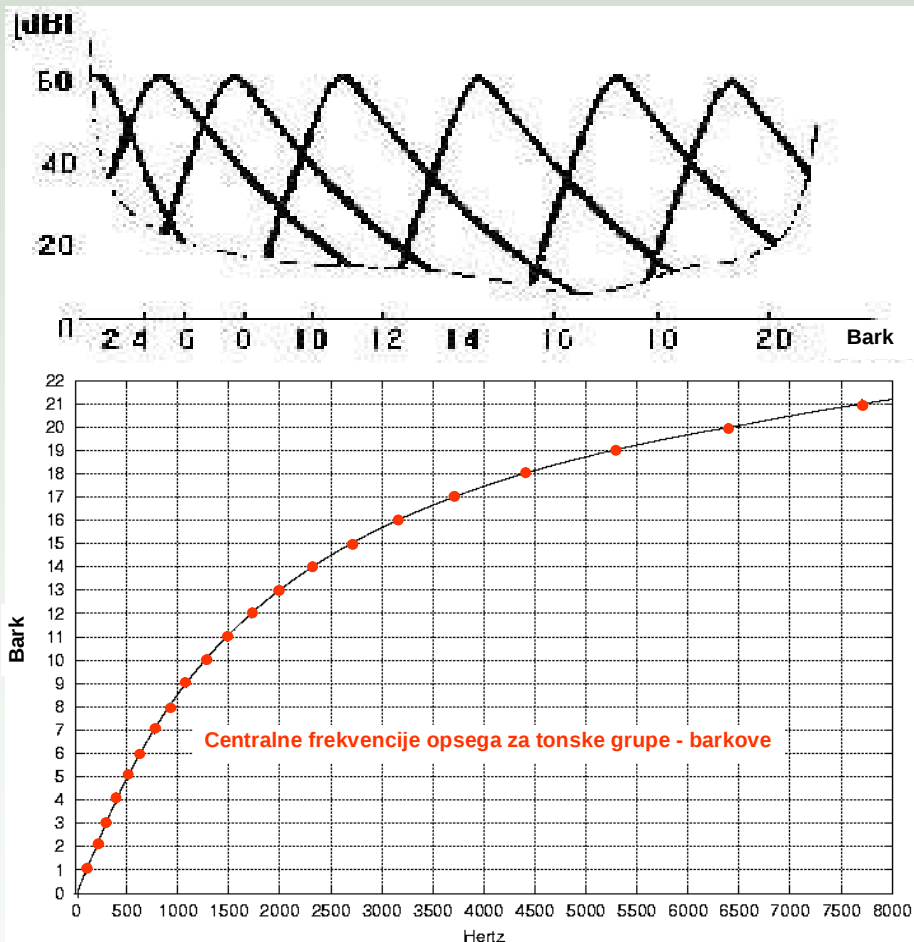


- Bazilarna membrana je na početnom delu tanka, kruta i zategnuta, a na kraju je debela i elastična. Zato će visoke frekvencije izazvati najveće pomeraje na početnom, a niske na završnom delu membrane.



Maksimalni pomeraj bazilarne membrane javlja se na različitim mestima za različite frekvencije pobudnog signala. Maksimalna amplituda pomera se ka ovalnom prozoru za više frekvencije.

- Na ovaj način se kompleksni zvučni signal prostorno razlaže u sinusne komponente (**spektralni analizator**) čime se daje dodatna informacija mozgu o frekvenciji signala

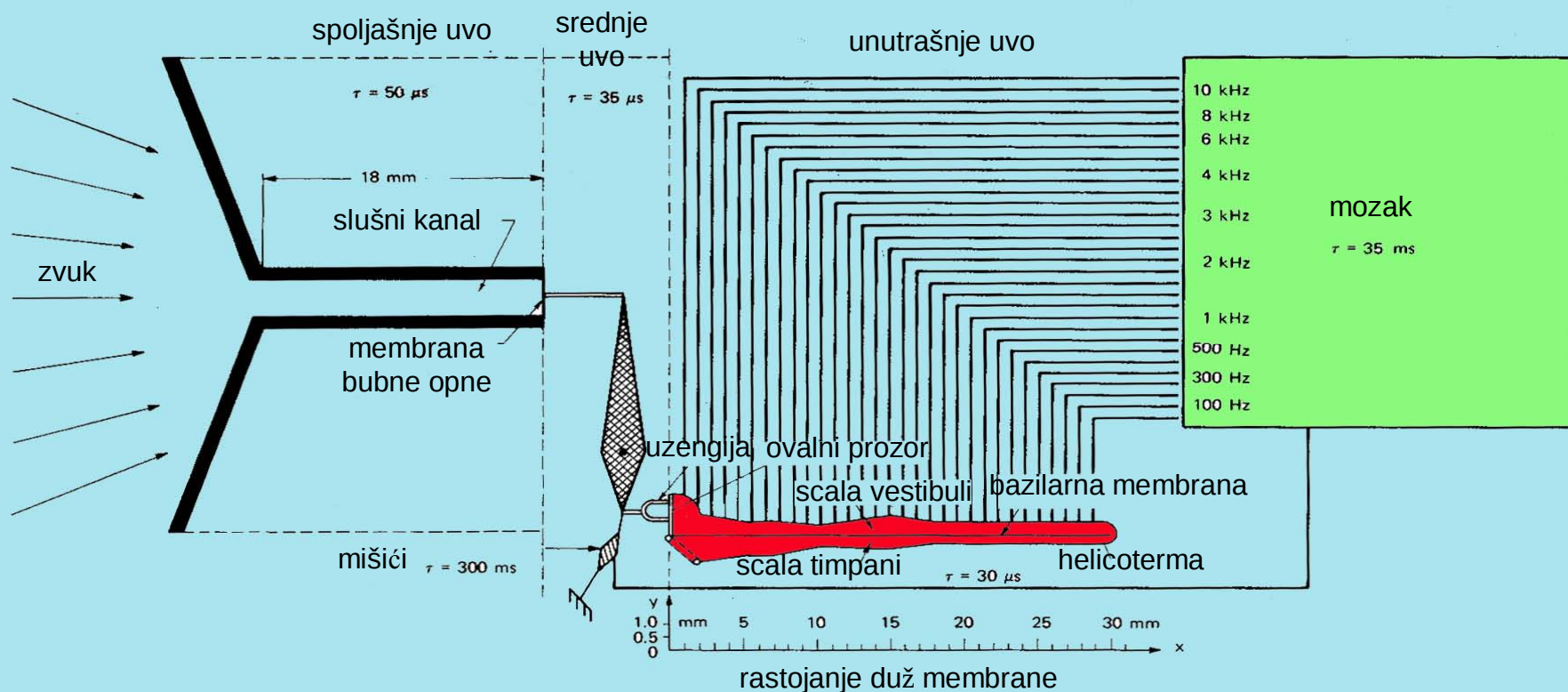


Bazilarna membrana osciluje frekvencijski selektivno. Može se podeliti po dužini na 24 radne grupe ćelija svaka dužine od oko 1.3mm. **Frekvencijski opseg koji pobuđuje odgovarajuću radnu grupu naziva se bark.** Frekvencijski opsezi imaju do oko 500 Hz pojasnu širinu od oko 100 Hz, a iznad 500 Hz širina im je približno jednaka širini tercnog pojasa

- Bazilarna membrana ne osciluje samo na mestu maksimalne pobude, već se oscilovanje proteže na šire područje čija širina zavisi kako od jačine signala tako i od frekvencije.



- Za visoke frekvencije osciluje samo deo membrane blizu ovalnog prozora, dok za niske frekvencije osciluje cela membrana. Energija zvuka na niskim frekvencijama raspoređena je po celoj dužini membrane, dok se energija visokim frekvencijama koncentriše u delu membrane blizu ovalnog prozora.



Šematski prikaz prenosa i obrade zvučnih informacija

1. Funkcija i karakteristike spoljašnjeg uva
2. Funkcija i karakteristike srednjeg uva
čekić, nakovanj, uzengija
3. Funkcija i karakteristike unutrašnjeg uva
4. Raspodela energije na bazilarnoj membrani



➤ Uzroci oštećenja sluha:

- oštećenje sluha koje nije povezano sa dejstvom buke
 - staračka nagluvost
 - zvonjava
 - gluvoća

Oštećenje sluha koje je direktno povezano sa dejstvom buke

➤ Dejstvo buke:

- **auditivno** – dejstvo na organ sluha
- **ekstraauditivno** – dejstvo na ostale organe i ponašanje čoveka

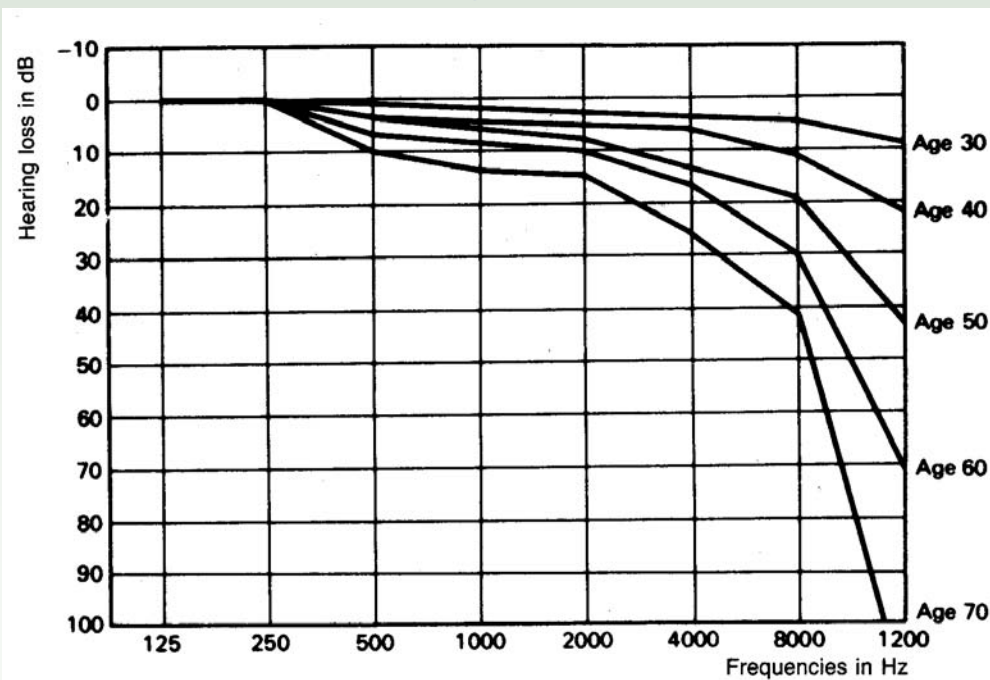
➤ **Staračka nagluvost** – gubitak sluha kao posledica kumulativnog uticaja godina posebno na visokim frekvencijama.

Postoje različita mišljenja da li je staračka nagluvost posledica godina ili dejstva svakodnevne buke u životnoj sredini kojoj je čovek izložen.

Audiometrijski testovi pokazuju da su gubici sluha sedamdesetogodišnjaka u indijanskom plemenu slični sa gubicima sluha prosečnog Amerikanca od 30 godina.

Ponekad je teško odvojiti gubitak sluha usled godina i dejstva buke.

Tipičan gubitak sluha usled godina



- **Zvonjava** – percepcija zvuka ljudskim uvom i bez prisustva spoljašnjeg izvora. Ovoj pojavi je ljudsko uvo povremeno izloženo i često se opisuje kao zvonjenje, zujanje, šištanje ili brujanje u jednom ili oba uva čak i u glavi.

Ako se pojava često javlja često se za to može “optužiti” i neki izvor kao što je deo neke mašine.

- **Gluvoća** – postoje tri tipa gluvoće:

- ⊕ **konduktivna gluvoća** – defekti koji nastaju u spoljašnjem uvu – slušnom kanali i bubnoj opni; npr. zadebljenje bubne opne, zatvaranje kanala ušnom mašću i sl.
- ⊕ **nervna gluvoća** – smanjenje osetljivosti senzornih ćelija ili oštećenje slušnih kanala.
- ⊕ **kortikalna gluvoća** – oštećenje centra u mozgu, najčešće kod starijih osoba.

▶ Oštećenja sluha usled dejstva buke:

- ⊕ privremeni pad praga čujnosti (**TTS**)

temporary threshold shift

- ⊕ trajni pad praga čujnosti (**PTS**)

permanent threshold shift

▶ Oštećenja sluha usled dejstva buke su zavisna od frekvencije.

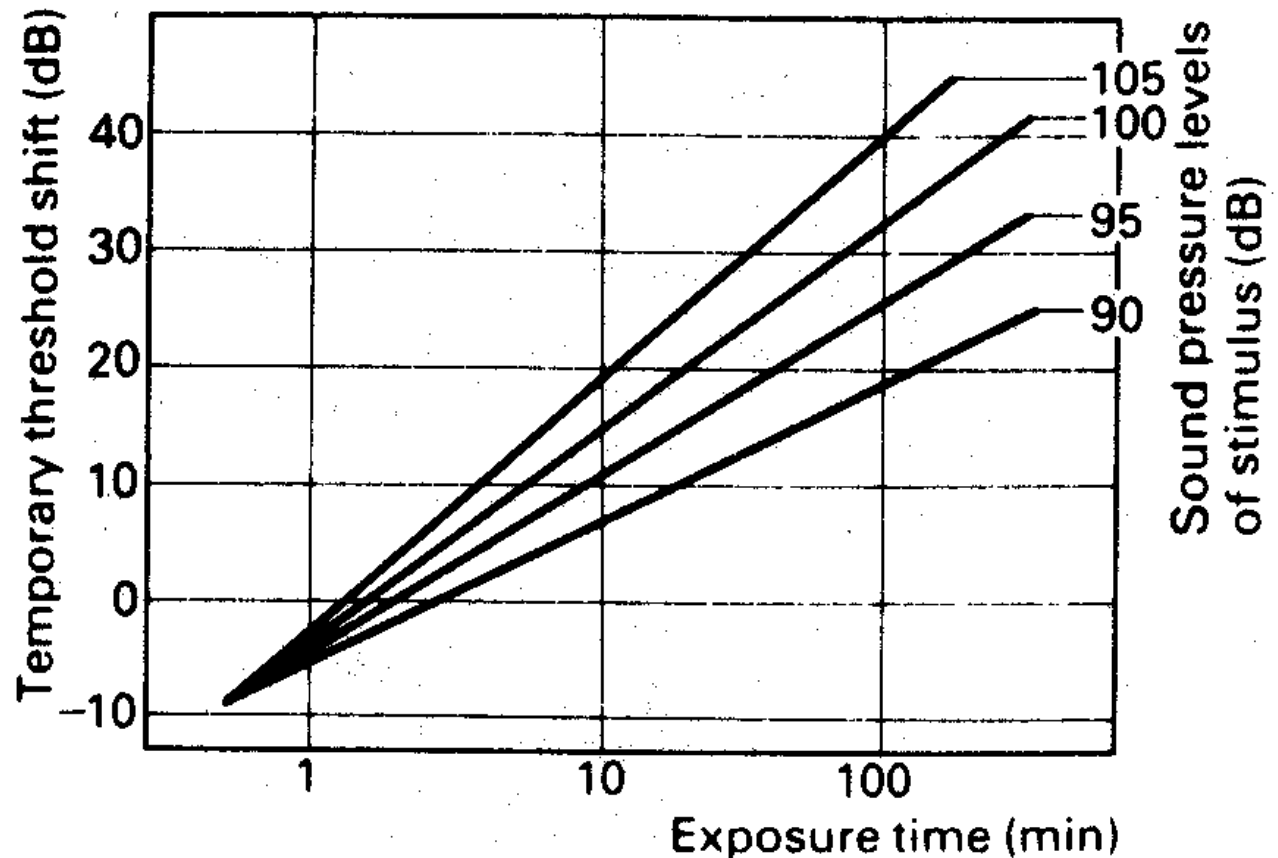
- ⊕ Uskopojasna buka je štetnija od širokopojasne buke.

- ⊕ Visoke frekvencije su opasnije od niskih frekvencija.

▶ Oštećenja sluha utvrđuju se ispitivanjima koji rezultiraju audiogramom koji pokazuje pad praga čujnosti u funkciji frekvencije.

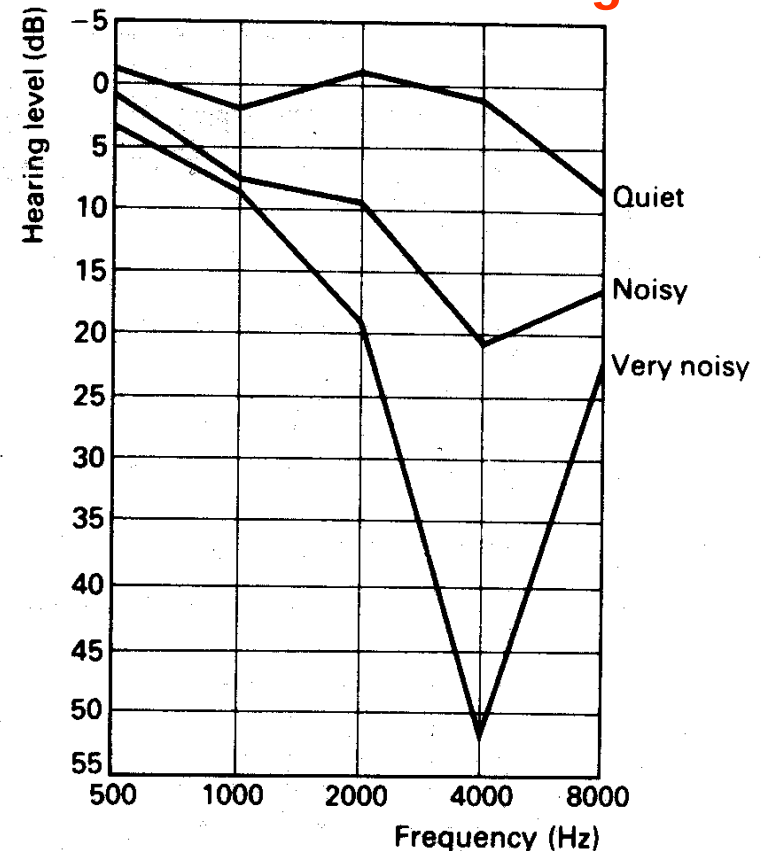
- **Privremeni pad praga čujnosti** je javlja kao posledica privremenog gubitka slušne osetljivosti kada je osoba normalnog sluha izložena duži period visokim nivoima buke.

Privremeni pad praga čujnosti na 4kHz, 2min nakon izlaganja buci u oktavnom opsegu od 1200-2400Hz.



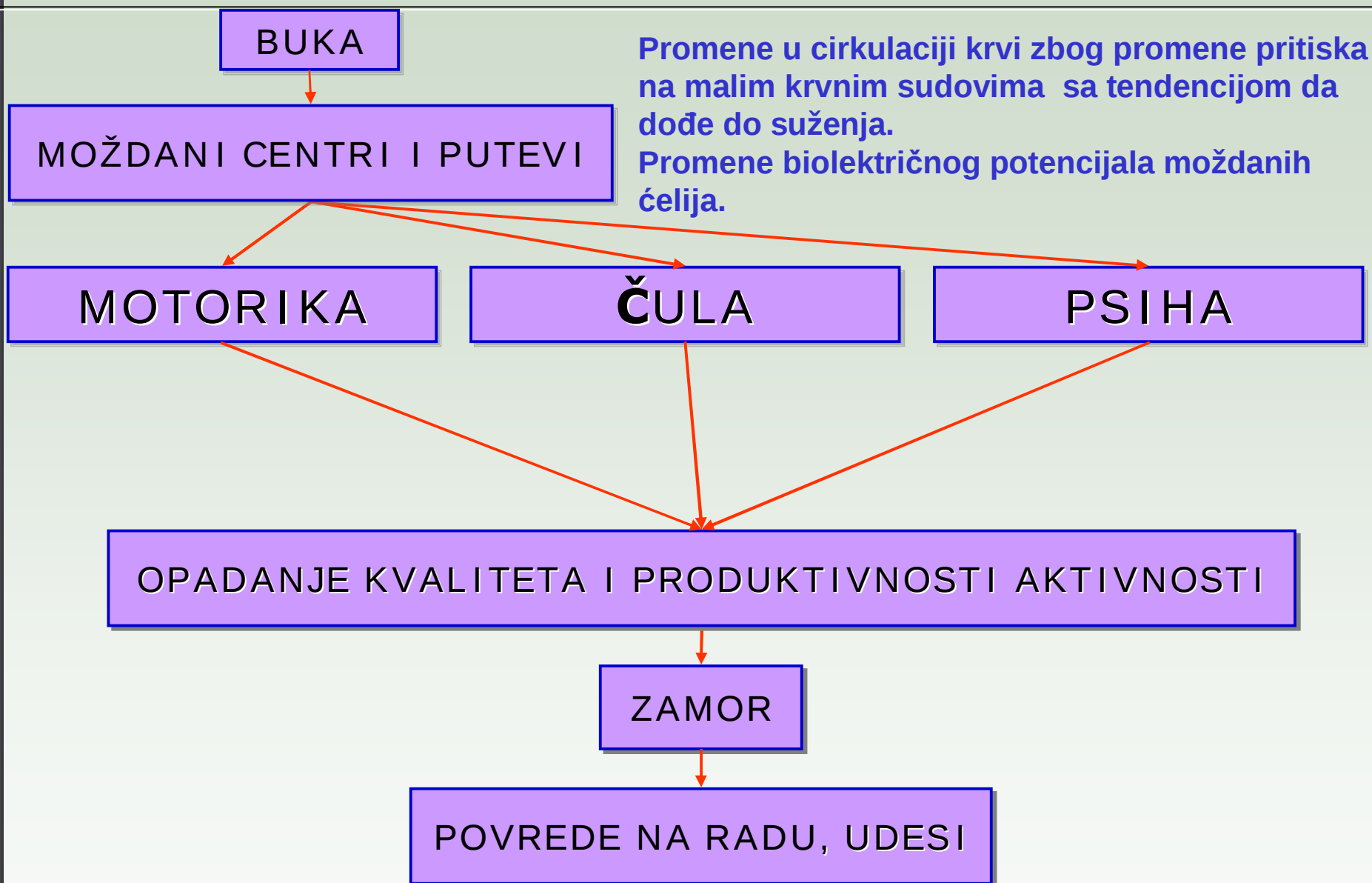
- U slučaju kada je godinama osoba izložena visokim nivoima buke u toku radnog vremena i nema dovoljno vremena za oporavak od privremenog pada praga čujnosti dolazi do dugotrajnog pada čujnosti.
- Dugotrajni pad može dovesti i do **trajnog oštećenja**.
- Trajne promene sluha mogu se indikovati kroz otupelost organa sluha ili pojavom zvonjave u ušima nakon izlaganja buci.
- Gubitak sluha usled dejstva buke najizraženiji je na 4kHz.

Izloženost osoba buci 10godina.



BROJ LJUDI SA OŠTEĆENIM SLUHHOM **12%-700 mil. st.**





MOTORIKA

Teškoće u psihomotornim reakcijama i celoj psihomotornoj sferi sa nedovoljno preciznim i usporenim pokretima.

ČULO VIDA

Zbog problema u cirkulaciji može se zapaziti slabije raspoznavanje boja, suženje vidnog polja, sporija adaptacija na intenzitet svetlosti – naročito na tamu, usporavanje vizuelnih reakcija i uočavanja detalja.

PSIHIČKA SFERA

Poremećaj ponašanja - razdražljivost
Nesanica
Loše raspoloženje
Strah
Apatija

SISTEM ZA RAVNOTEŽU

Ravnoteža se održava pomoću vestibularnog organa u unutrašnjem uvu i organa vida. Svaki od sistema dejstvom buke može biti doveden u stanje smanjene ili povećane aktivnosti što dovodi do vrtoglavice, nestabilnosti, pada, mučnine, povraćanja.

KARDIOVASKULARNI SISTEM

Dejstvo buke dovodi do ubrzanja srčanog rada, povećanjem prvo gornjeg srčanog pritiska a zatim i donjeg, usled suženja krvnih sudova.

GLAS I GOVOR

Usled buke glas i govor trpe ne samo zbog potrebe komunikacije glasnijim govorom već i zbog poremećaja korelacija koje postoje između sluha i govora.

ENDOKRINI SISTEM

Preko centralnog nervnog sistema buka deluje na žlezde sa unutrašnjim lučenjem tako da se npr. može javiti povećano lučenje adrenalina iz nadbubrežnih žlezdi, što je jedan od glavnih uzroka kontrakcije krvnih sudova.

DIGESTIVNI SISTEM

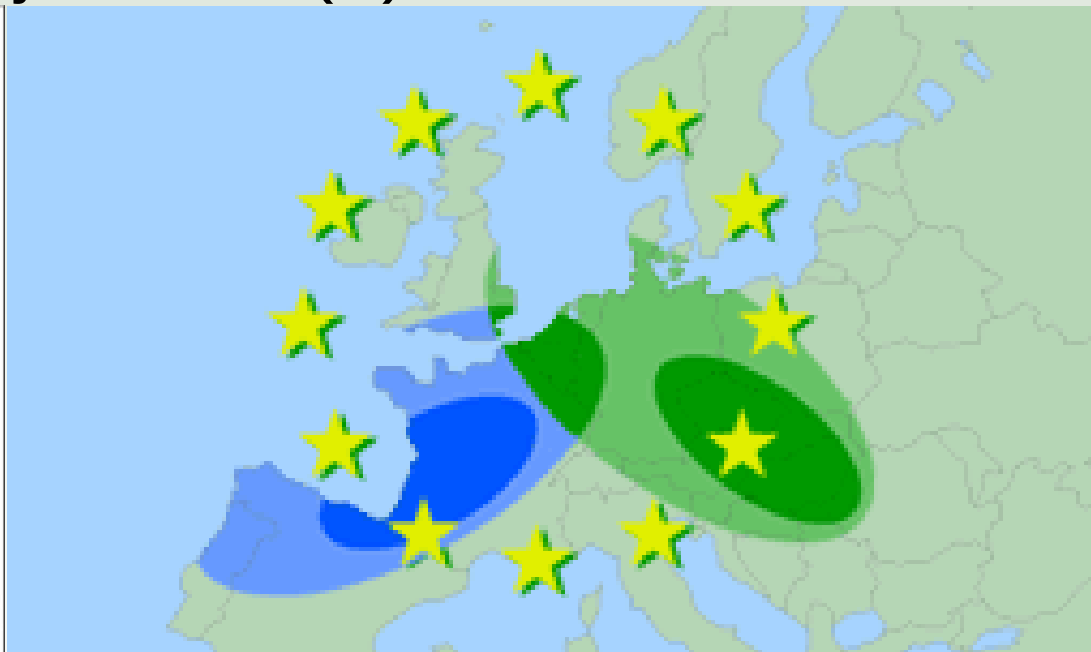
Usled dejstva buke u želucu i crevima mogu se javiti grčevi, što izaziva poremećaje u varenju, praćene ponekad veoma jakim bolovima.

GRAVIDITET I REPRODUKTIVNA FUNKCIJA

Neka istraživanja (na pacovima) pokazuju da buka može povećati sterilitet odnosno smanjiti fertilitet (rodnost).

Situacija u EU - 2004

- 100.000.000 izloženo neprihvatljivim nivoima buke
 - iznad 65dB(A) danju, odnosno 55dB(A) noću
- 300.000.000 izloženo “ometajućim” nivoima buke
 - iznad 55dB(A) danju i 45dB(A) noću



“Jednog dana čovek će se boriti protiv buke, kao protiv opasnog neprijatelja svoga zdravlja, isto onako kao što se nekada borio protiv kuge i kolere..”

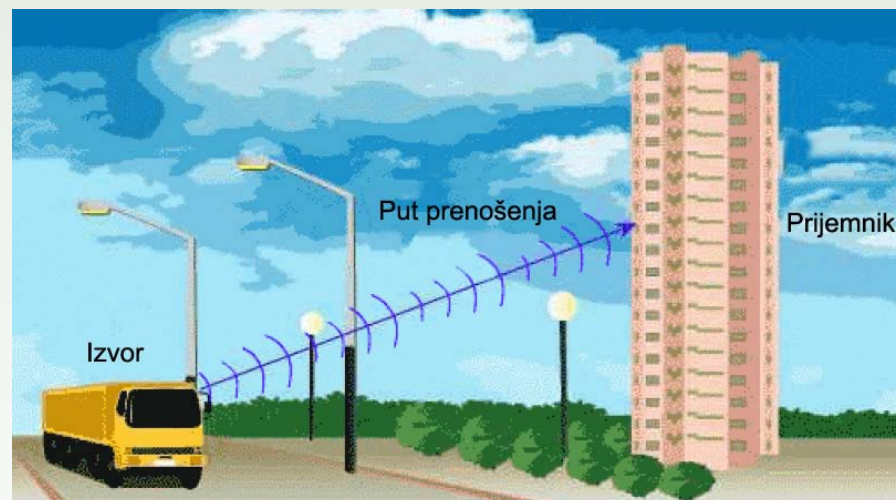
Robert Koch

NewmanPaper 05/1999

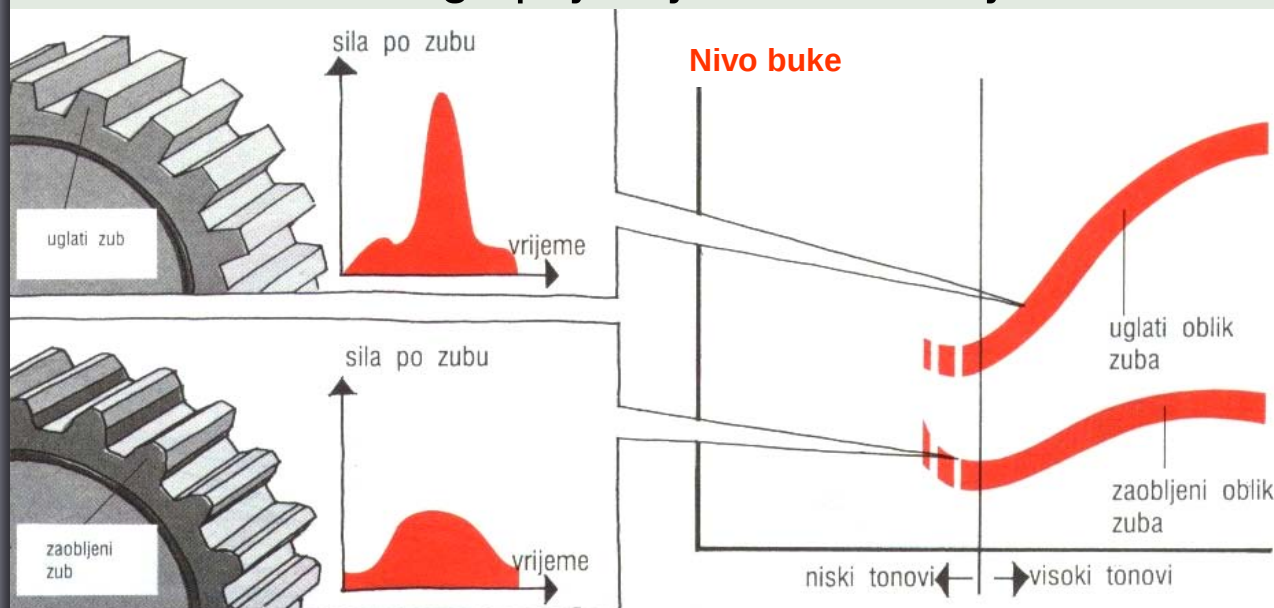
1. Poremećaji sluha nevezani za buku
2. Auditivno dejstvo buke
3. TTS i PTS
4. Ekstra-auditivni efekti buke

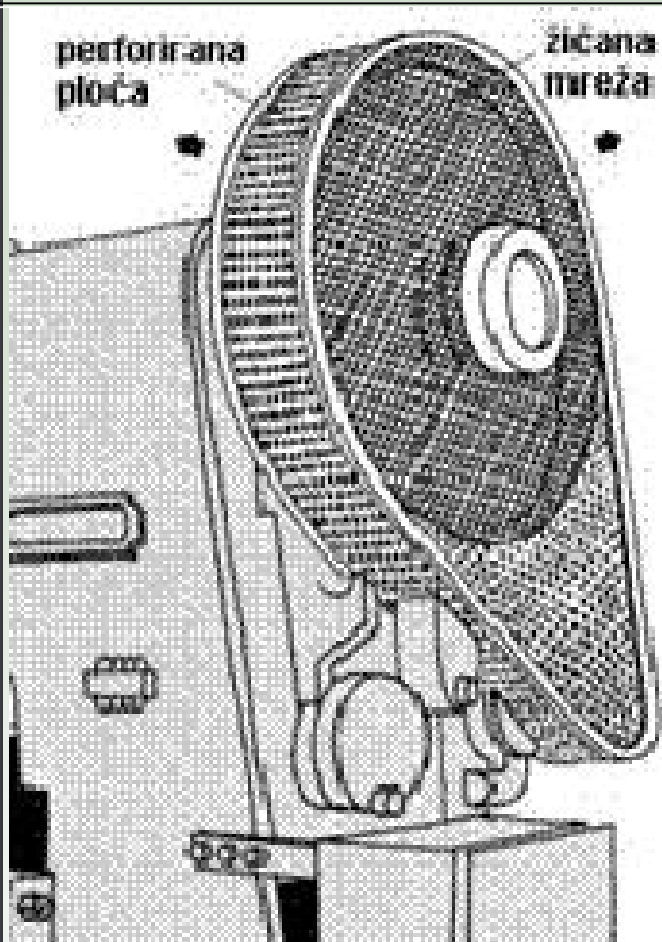


- ▶ Buka koja se generiše na mestu izvora buke prostire se i prenosi ka prijemniku, putanjama koje ne moraju uvek biti iste. Na mestu prijemnika buka se doživljava kao problem ukoliko su nivoi buke visoki ili ukoliko remeti osnovne ljudske aktivnosti: rad, odmor, spavanja ...
- ▶ Nivo buke na mestu prijemnika zavisi od:
 - ⊕ Zvučne snage izvora (automobili, kamioni, vozovi ...)
 - ⊕ Dužine putanje kojom se buka prostire, odnosno rastojanja između izvora buke i prijemnika.
 - ⊕ Okruženja u kome se nalazi prijemnik.
- ▶ Osnovni principi zaštite od buke:
 - ⊕ Redukcija na samom izvoru buke ili njegovoj blizini.
 - ⊕ Redukcija na putevima prenošenja.
 - ⊕ Redukcija na mestu prijemnika.

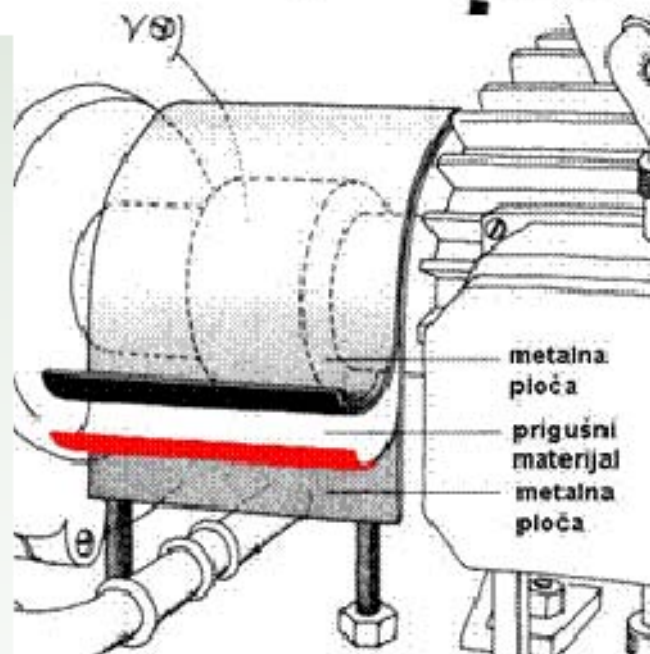
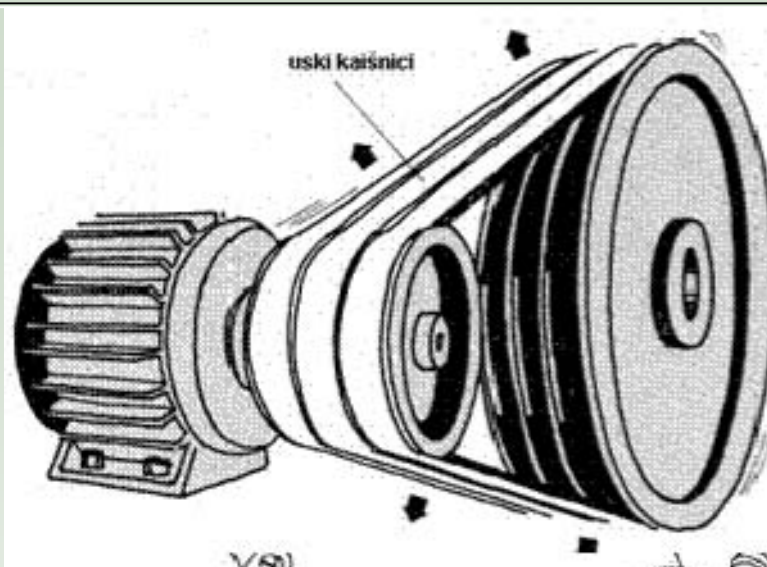


- Primarna mera je redukcija buke na samom izvoru. Pri samom projektovanju i proizvodnji mogu se koristiti metode i tehnologije koje će obezbediti tihi rad izvora buke.
- Nove i tihe tehnologije mogu omogućiti da neke građevinske mašine budu mnogo tiše od konvencionalne bučne opreme. Na primer korišćenje hidrauličnih mašina za rušenje i razbijanje, umesto pneumatskih mašina i čekića, može biti mnogo prijatnije za okruženje.





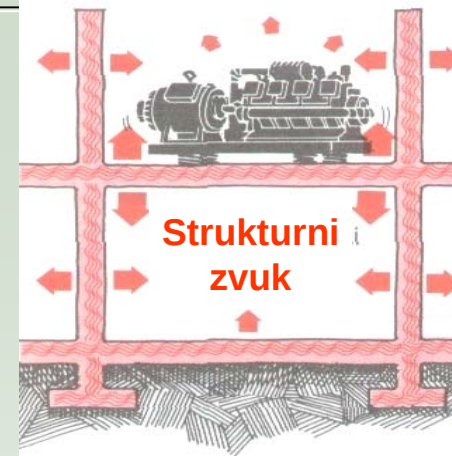
Primena perforiranih ploča



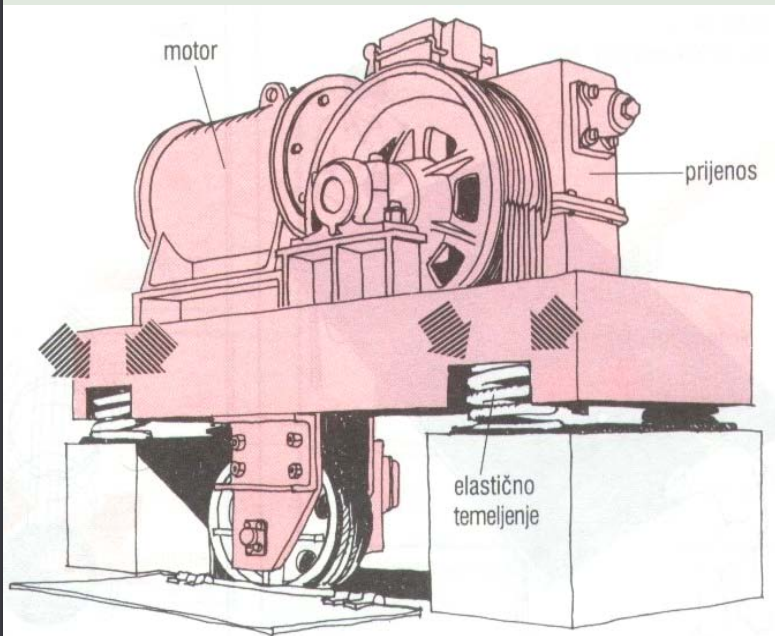
Korišćenje
više užih
umesto
jedne šire
remenice

Oblaganje
zaštitinih
ploča

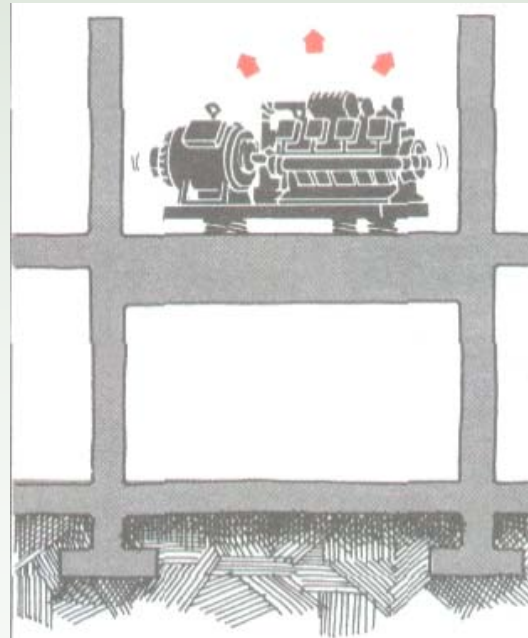
- Buka izvora može se smanjiti izolacijom vibracija koje mogu izazvati generisanje strukturalnog zvuka, oslanjanjem na elastične podmetače, pojačanim temeljom (nosačem) ili odvajanjem od ostale strukture.



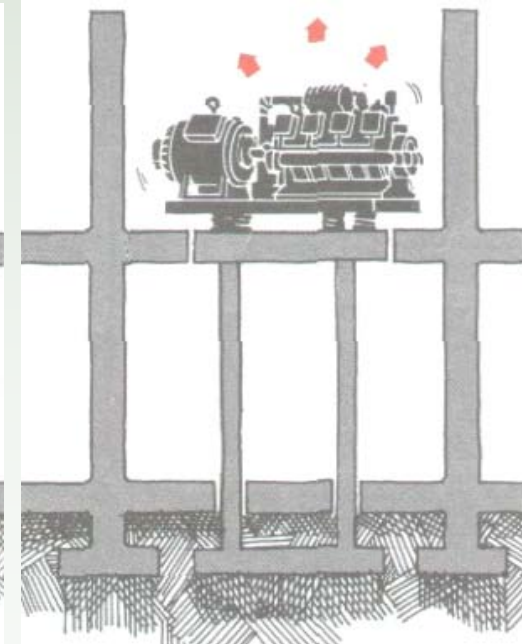
Elastično oslanjanje na betonski fundamnet



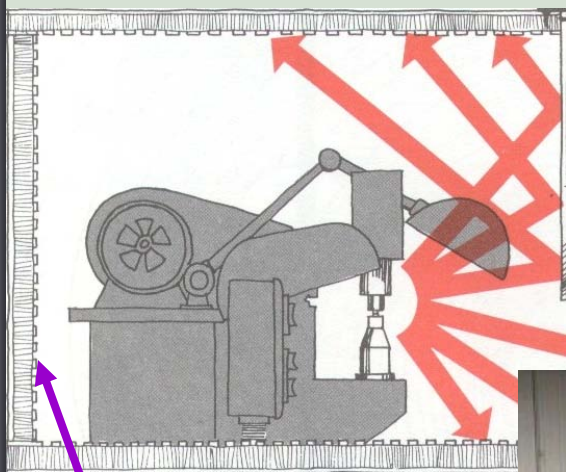
Pojačani temelj



Odvajanje od zgrade

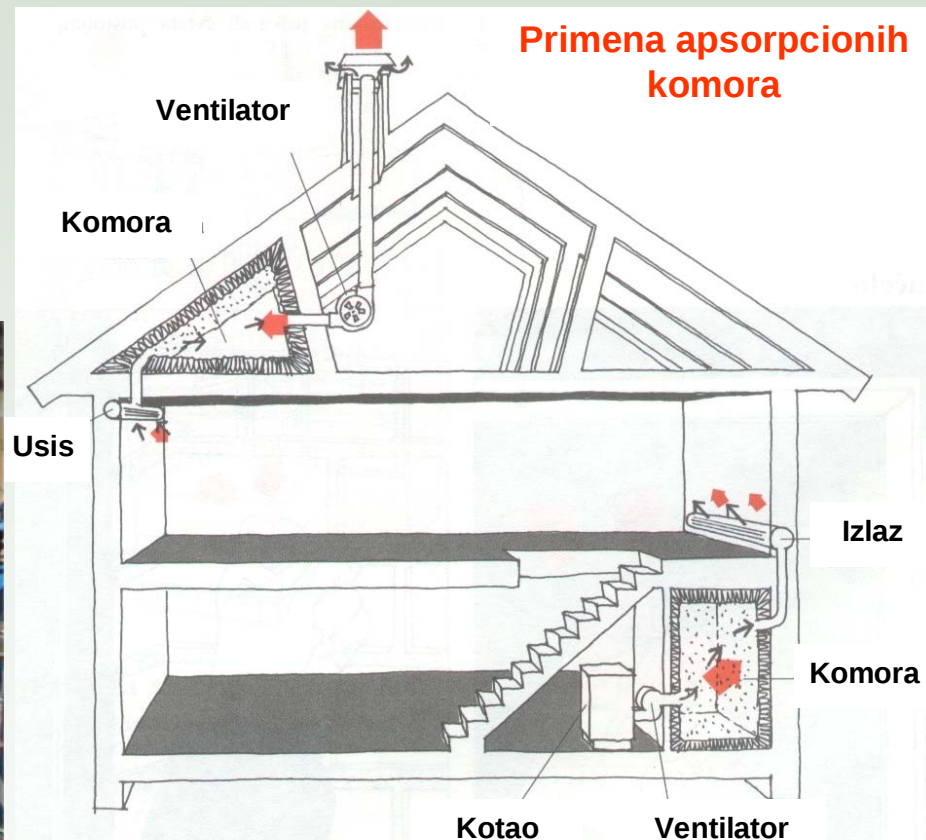


- Buka izvora može se smanjiti oklapanjem izvora buke ili akustičkom obradom prostorije (apsorpciona komora) gde se izvor nalazi.
- Spoljašnji deo oklopa je obično metalni, dok je unutrašnji oklop perforiran a međuprostor ispunjen apsorpcionim materijalom.



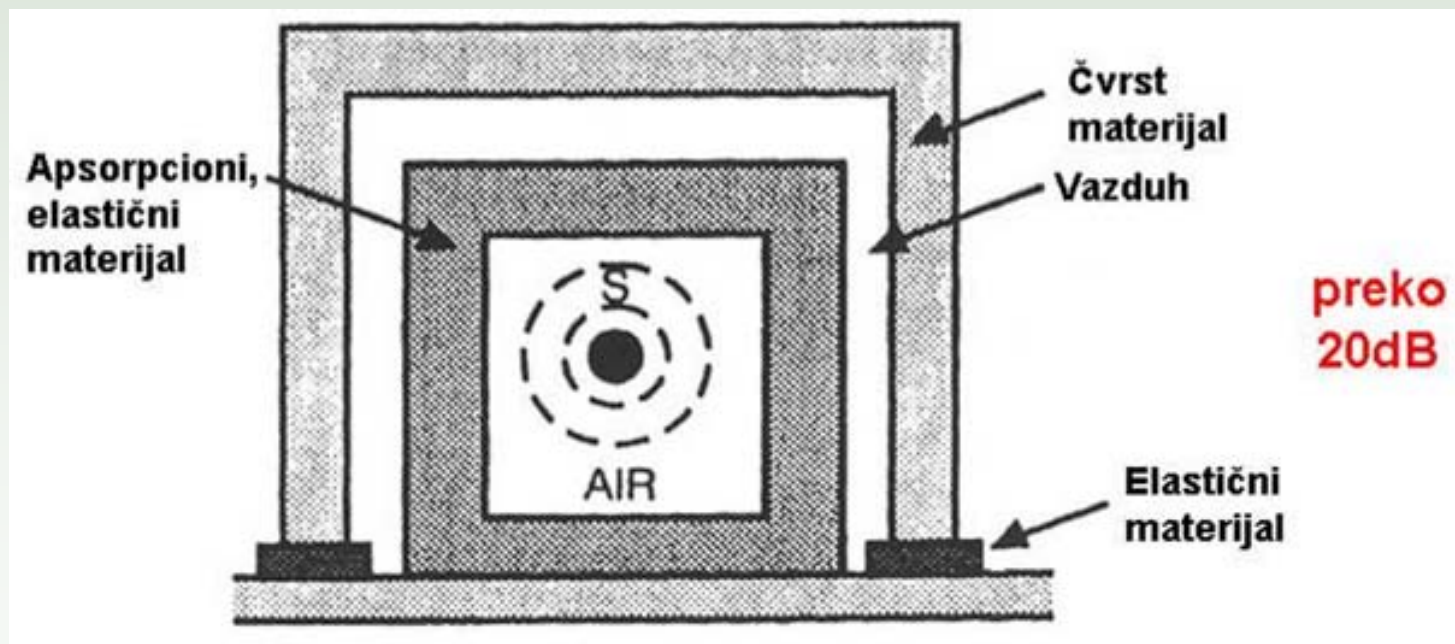
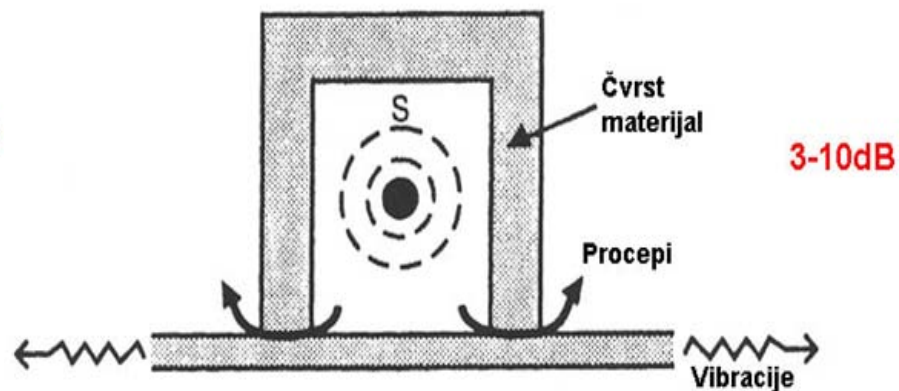
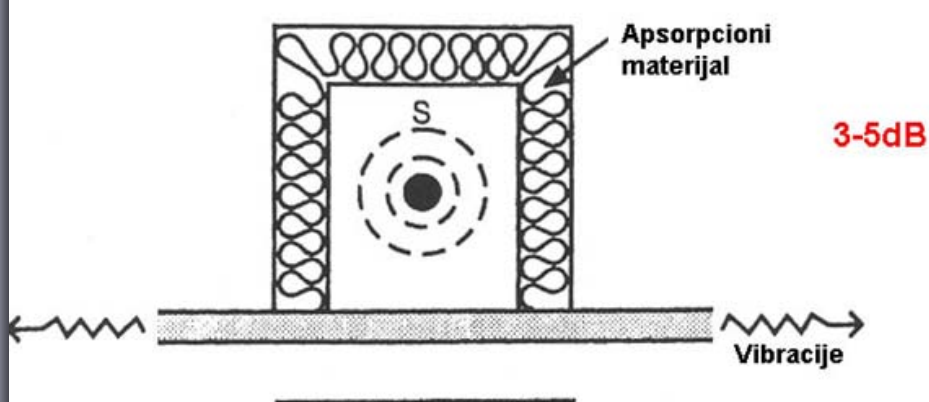
Zaštitno
ogledalo

Apsorpcioni
materijal



Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine
Prof. dr Dragan Cvetković



- ▶ Očigledan način za smanjenje nivoa buke je odvajanje izvora buke od osetljivih zona na buku preduzimanjem odgovarajućih mera za sprečavanje širenja buke na samim putevima prostiranja.
- ▶ Sprečavanje širenja buke koje dovodi do redukcije nivoa buke može se ostvariti primenom:
 - ⊕ Barijera (ili ekrani)
 - ⊕ Tunela
 - ⊕ Prirodnih prepreka (zemljani nasipi) u kombinaciji sa barijerama
 - ⊕ Kombinacije navedenih načina redukcije
- ▶ Primena navedenih mera nije uvek moguća, naročito u gusto naseljenim gradovima sa višespratnicama.

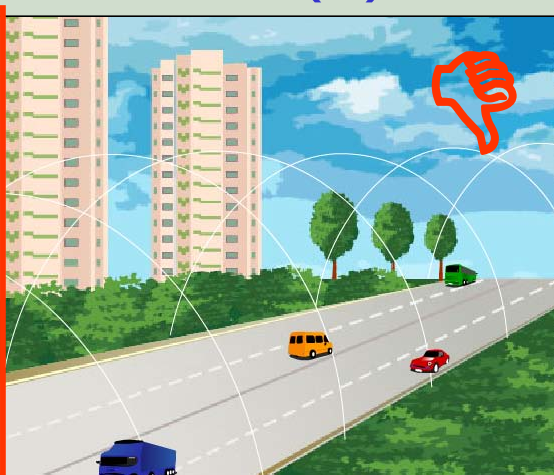
- ▶ Barijere (akustički ekrani) redukuju nivo buke sprečavanjem prostiranja zvučnih talasa kroz barijere. Pravilnim konstrukcijom i izborom materijala dominantan uticaj na mestu prijemnika imaju zvučni talasi koji menjaju pravac prostiranja na gornjoj i bočnim ivicama barijere – efekat difrakcije zvučnih talasa.
- ▶ Da bi barijera imala efekat mora sprečiti direktnu vidljivost izvora buke i prijemnika, čime se buke ne prostire direktnim putem.
- ▶ Vrste barijera:
 - ⊕ Vertikalne
 - ⊕ Konzolne

Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine
Prof. dr Dragan Cvetković



Vertikalne barijere



Konzolne barijere



Štetno dejstvo buke i principi zaštite



- Da bi barijera imala zadovoljavajući efekat ona mora da spreči direktnu vidljivost izvora buke i prijemnika. To nije uvek moguće, naročito u gusto naseljenim gradovima sa višespratnicama.
- U takvim okolnostima mogu se koristiti zaštiti ekrani – tuneli, polutovorenog i zatvorenog tipa. Na ovaj način se buka može smanjiti i više od 20dB(A) za slučaj tunela zatvorenog tipa.



Tuneli poluzatvorenog tipa



Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine
Prof. dr Dragan Cvetković



Tuneli zatvorenog
tipa



Štetno dejstvo buke i principi zaštite



Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine

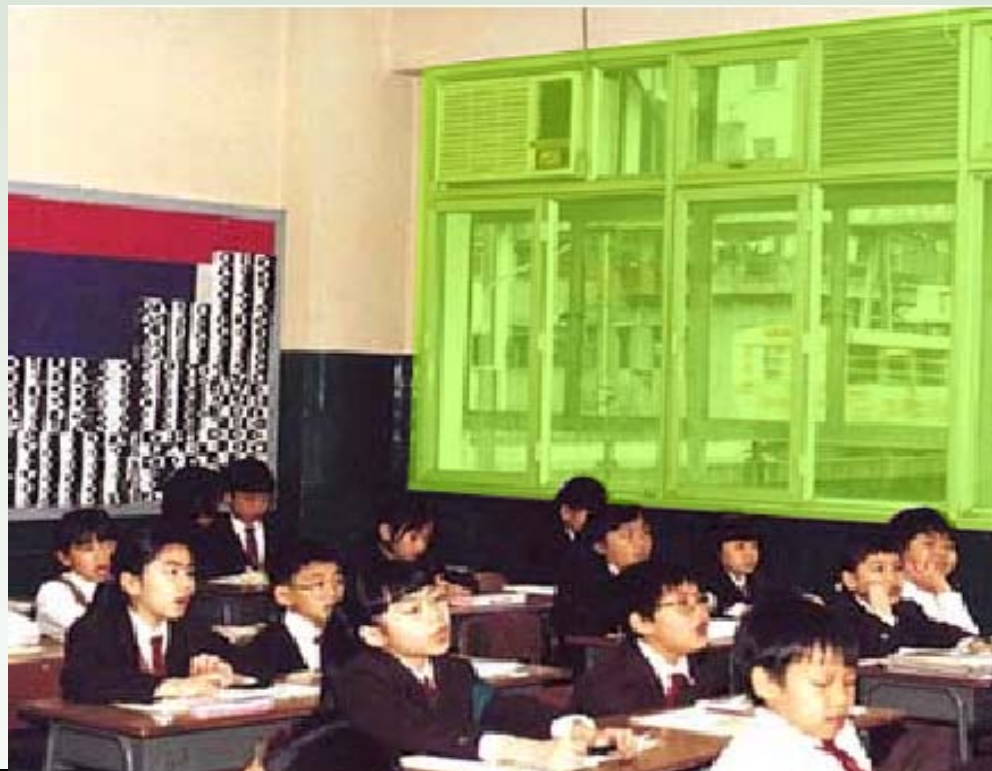
Prof. dr Dragan Cvetković

- Prirodne prepreke (zemljani nasipi, zeleni zasadi) se mogu koristiti za smanjenje nivoa buke sprečavanjem širenja zvučnih talasa. Mogu se kombinovati sa barijerama.
- Zemljani nasipi imaju prirodan izgled i mogu zadovoljavati većinu estetskih zahteva. Smanjenje buke je za oko 3dB veće od smanjenja buke barijerom iste visine.

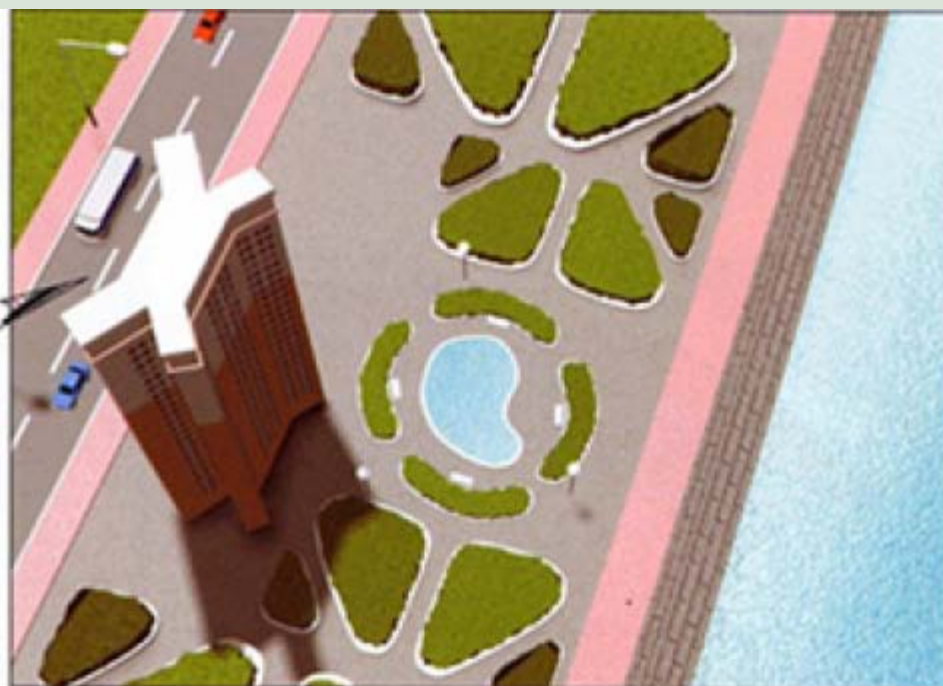


► Na mestu prijemnika buke se može smanjiti preduzimanjem sledećih mera:

- ⊕ Lociranjem prostorija koje su manje “osetljivije” na buku ka izvoru
- ⊕ Akustičkom obradom prostora
- ⊕ Zvučnom izolacijom fasadnih elemenata, pre svega prozora kao najkritičnijih elemenata.
Problem otvorenog prozora!



- Pravilnom orijentacijom stambenog objekta prema izvoru buke može se smanjiti izoloženost buci stanara.
- Stambena zgrada se orijetiše tako da prostorije koje su manje osetljivije na buku (kuhinje, kupatila, hodnici...) se lociraju ka strani gde se nalazi izvor buke. Sa suprotne strane se pozicioniraju dnevne i spavaće sobe, kao prostorije manje "osetljivije" na buku.



Prostorije "tolerantne"
na buku

- ▶ Određenim arhitektonskim rešenjima, kao što su ispušteni fasadni zidovi i terase, može se smanjiti uticaj buke na stambene zgrade.



- Pravilnim definisanjem namene određenog prostora može se smanjiti uticaj buke. Postupak se naziva zoniranje prostora pri čemu se za svaku zonu definiše njena namena (zona za odmor, zona stanovanja, poslovna zona, industrijska zona ...). Pri tome se vodi računa o kompatibilnosti susednih zona i odvajanju zona u kojima je buka visokog nivoa od zona koje su osetljivije na buku.



Primer:

Odvajanje industrijske zone od zone stanovanja tampon zonom.

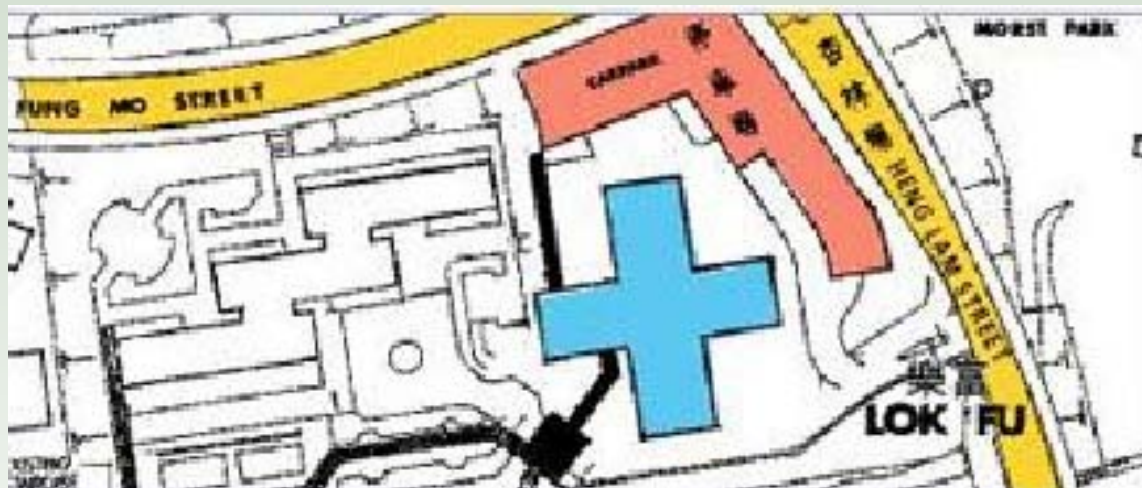
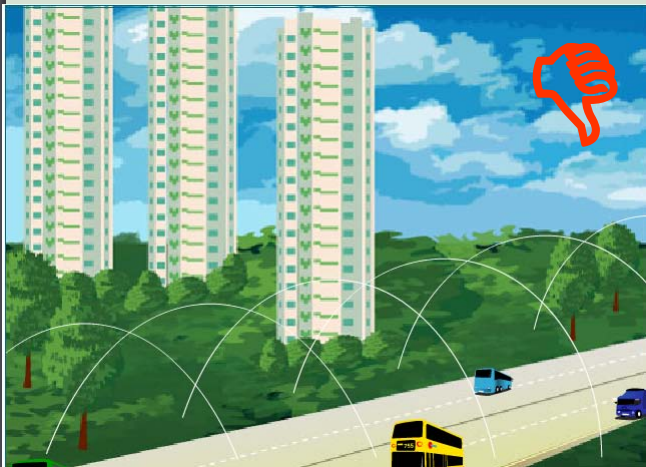
Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine

Prof. dr Dragan Cvetković

- Objekti na koje buka ima manji uticaj (višespratno parkiralište, tržni centri) mogu se pozicionirati između izvora buke (drumski saobraćaj) i stambenih zgrada čime se buka u zoni senke objekta "tolerantnog" na buku smanjuje.

Primer:



objekat "tolerantan" na buku

cilj zaštite

glavni izvor buke

- Uticaj buke se može smanjiti pravilnom dispozicijom osetljivih zona na buku (stambenih objekata) u odnosu na glavne izvore buke. Stambeni objekti se udaljavaju što je moguće više od saobraćajnica.



Primer:

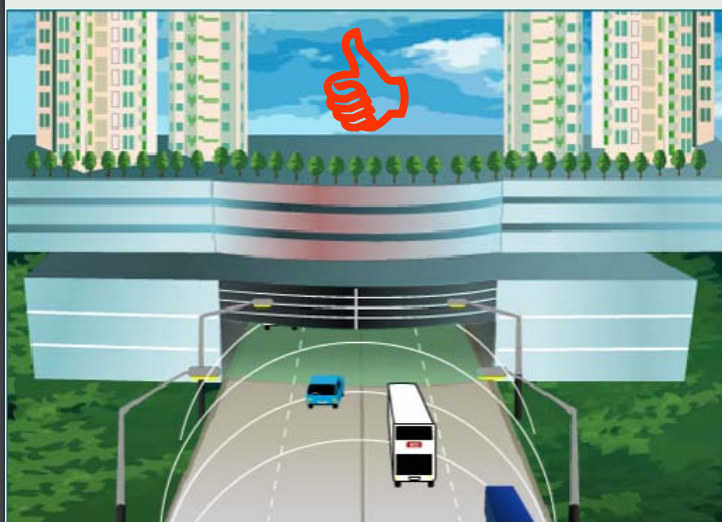
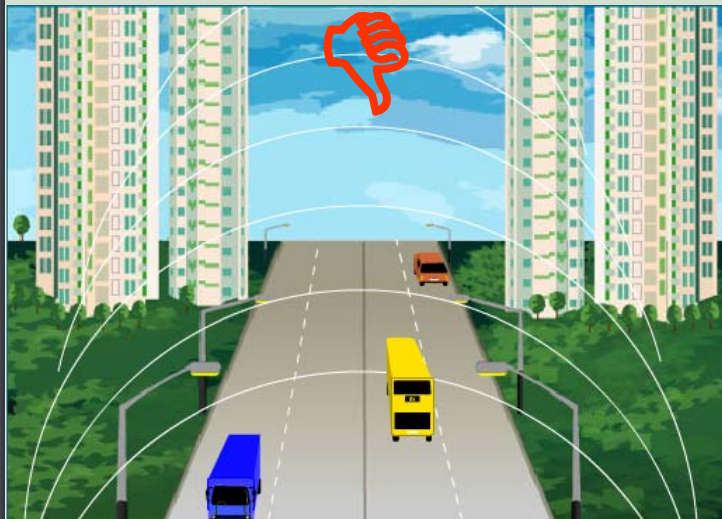


Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine

Prof. dr Dragan Cvetković

- Uticaj buke se može smanjiti trasiranjem saobraćajnica ispod nivoa osetljivih zona na buku (stambenih objekata).



Primer:



Štetno dejstvo buke i principi zaštite

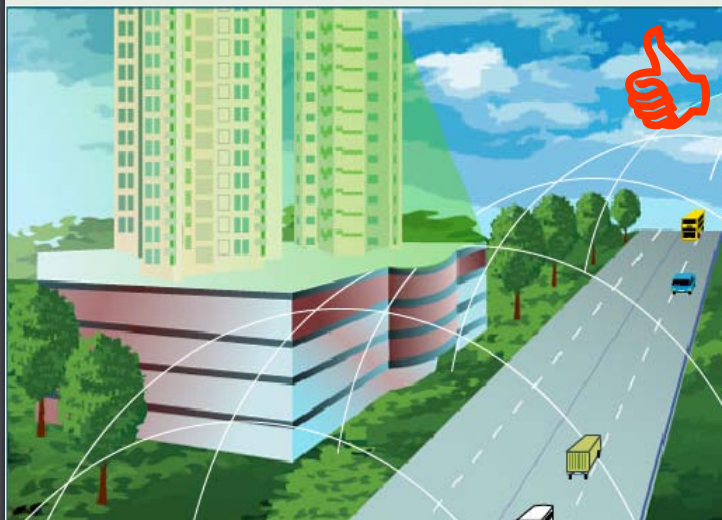


Osnovni principi zaštite od buke (+)

Fizički parametri radne i životne sredine

Prof. dr Dragan Cvetković

- ▶ Uticaj buke se može smanjiti lociranjem osetljivih zona na podijumima koji se mogu koristiti za drugu namenu (parking, tržni centar).



Primer:



Štetno dejstvo buke i principi zaštite





LIČNA ZAŠTITNA SREDSTVA



SNR = 28 dB

EN 352-3



SNR = 30 dB

EN 352-2



SNR = 26 dB

EN 352-1



SNR = 28 dB

EN 352-1



SNR = 39 dB

EN 352-1



SNR – Single Number Rating

Ocena efikasnosti LZS jednim brojem

Ocena se vrši za oktave: 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k i 8k Hz

1. Izračunavanje pretpostavljene vrednosti zaštite za LZS, APV_x

$$APV_x = m - \alpha_x s$$

- ★ m – srednja vrednost izmernog slabljenja u dB
- ★ s – standardna devijacija izmernog slabljenja u dB
- ★ α – koeficijent koji zavisi od zahtevanog procenta osoba koji se želi zaštititi

x in %	Value of α
75	0.67
80	0.84
84	1.00
85	1.04
90	1.28
95	1.64
98	2.00

2. Izračunavanje SNR_x



$$SNR_x = 100\text{dBC} - 10\log \sum_{f=63}^{8000} 10^{0.1(L_{Af} - APV_{fx})}$$

- ★ L_{Af} – A-oktavni nivo na centralnoj frekvenciji oktave f (vidi tabelu) za ružičasti šum čiji je ukupni nivoa 100dBC

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Log Sum
oktavni nivo ružičastog šuma	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	100.0 dBC
								100	
slabljenje A- krive	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0	-1.1	
L_{Af}	65.3	75.4	82.9	88.3	91.5	92.7	92.5	90.4	
									98.5 dBA

1. Osnovni principi zaštite od buke
2. Zaštita na izvoru i pored izvora
3. Zaštita na putevima prenošenja
4. Zaštita na mestu prijema
5. Lična zaštitna sredstva - SNR

