

# AKUSTIKA A BIOFYZIKA SLYŠENÍ



Vědní obor zkoumající  
zvukové vlnění - jeho  
vznik, šíření v  
prostoru a vnímání  
smysly

## Zvuková vlna

- MECHANICKÉ VLNĚNÍ - šíří se pomocí hmotných částic
- PODÉLNÉ VLNĚNÍ (výjimku tvoří pevné látky, ve kterém se zvuk šíří i příčně)
- popsána rovnicemi harmonického kmitání

## VLASTNOSTI ZVUKU

Intenzita zvuku (I) = energie zvukového vlnění, která projde za dobu 1 s plochou 1 m<sup>2</sup> orientovanou kolmo na směr šíření zvuku

$$I = P / S$$

$$[I] = W \cdot m^{-2}$$

P ... výkon zvukového vlnění

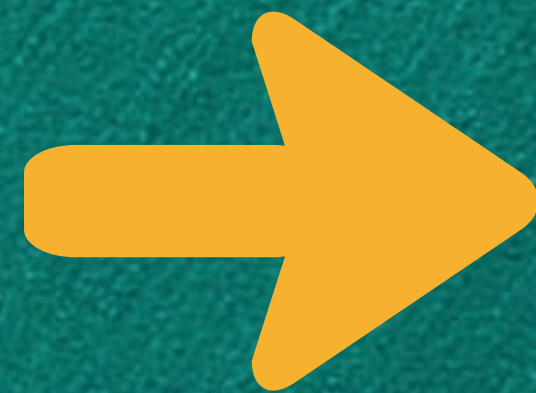
S ... obsah plochy, kterou vlnění prochází

práh slyšitelnosti: 10-12 W·m<sup>-2</sup> x práh bolesti: 10 W·m<sup>-2</sup>

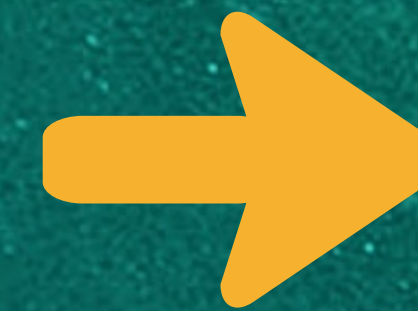
rozdíl v řádech bilionů ⇒ zavádíme hladinu intenzity zvuku (L)  
 $L = 10 \cdot \log I / I_0$  [dB]

## Mechanismus signalizace

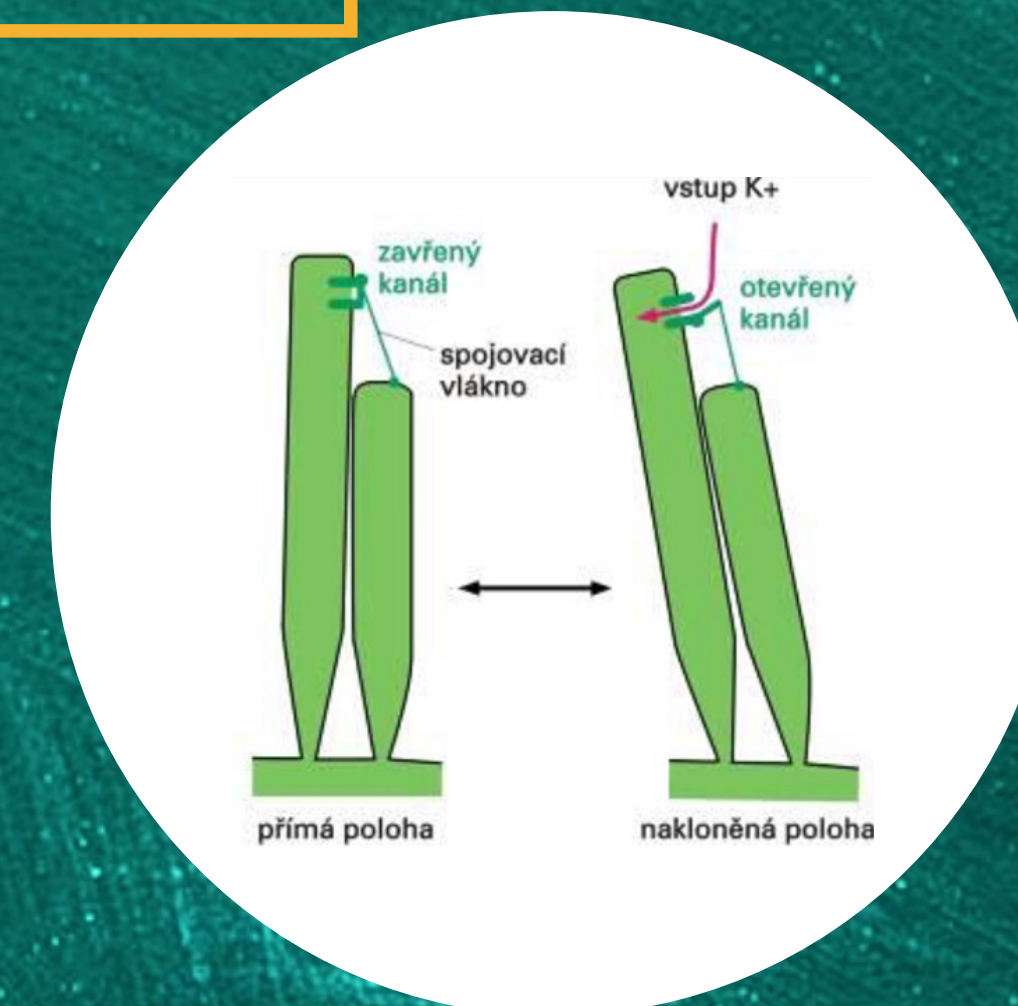
V Cortiho orgánu hlemýždě vnitřního ucha se nachází vláskové buňky s výběžky, stereociliemi, mechanoreceptory zodpovědnými za vznik nervového signálu. Jednotlivé stereocilie jsou navzájem propojeny vláknem, která jsou schopna otevření mechanicky ovládaného iontového kanálu při dostatečném tahu.



Jestliže dojde k rozkmitání bazilární membrány, dojde i k rozkmitání stereocilií a tedy i ke zvýšení napětí spojovacího vlákna, které otevře následně otevřený kanál pro K<sup>+</sup> ionty, čímž vznikne nervový vzruch, dále vedoucí do sluchových center mozku přes nervová vlákna připojena k vláskovým buňkám.

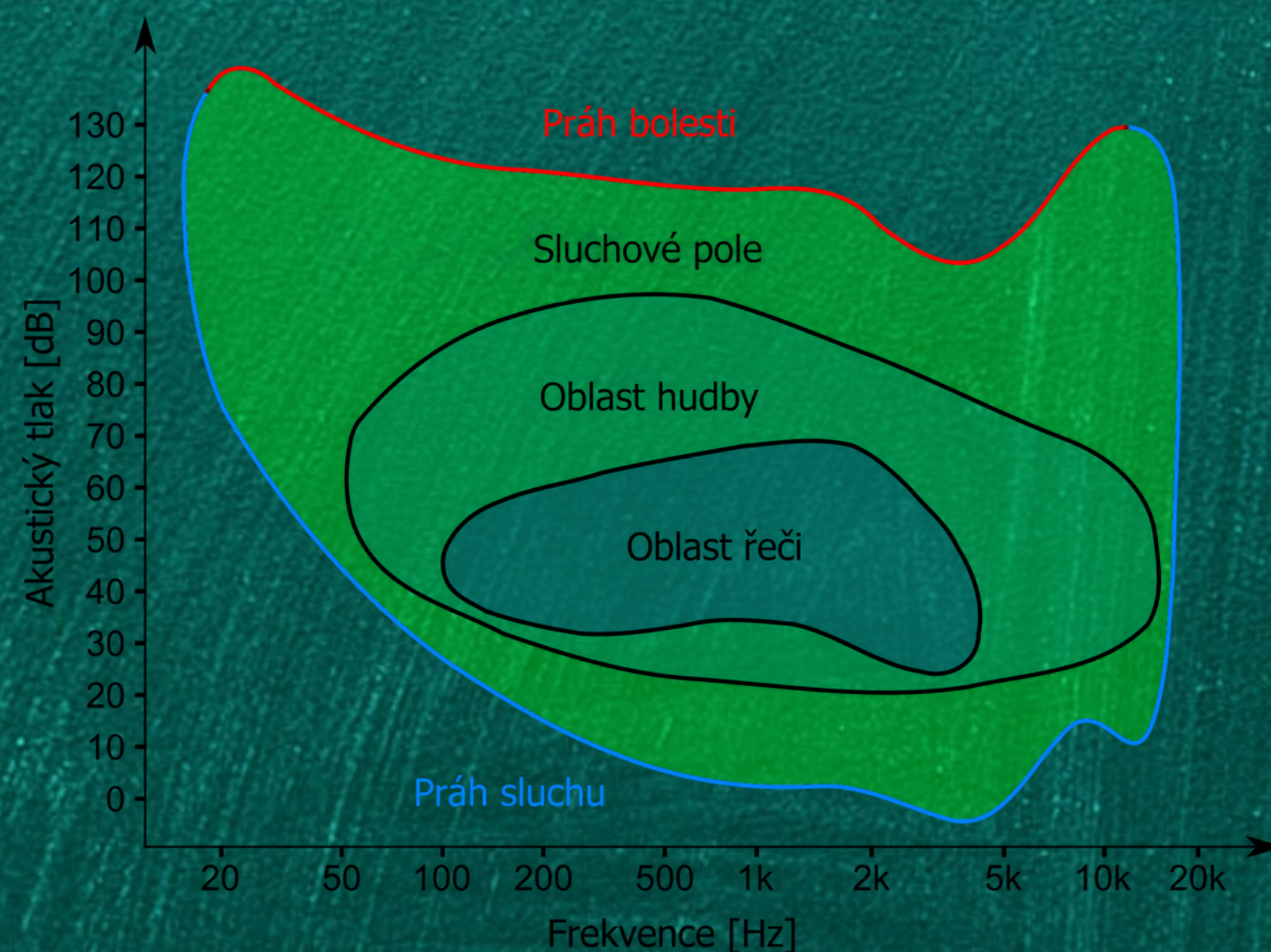


Pro vyvolání vjemu je třeba pohnout vlákno o pouhých 0,04 nm, jedná se tedy o orgán nesmírně citlivý (ke srovnání - průměr atomu vodíku = 0,1 nm).



## Sluchové pole (oblast slyšitelnosti)

- = rozsah všech zvuků, které dokáže lidský sluchový orgán vnímat (slyšitelné frekvence 16–20 000 Hz)
- lidské ucho - nejcitlivější v oblasti frekvencí 1–5 kHz
- tvar - vymezuje zdola **křivka sluchového prahu** = nejmenší intenzita tónu, kterou je pozorovatel schopen při dané frekvenci vnímat
- shora **křivka prahu bolesti** (zvuky nad tímto prahem → bolest až poškození ucha)
- individuální, mění se s věkem



Poruch sluchu existuje celá řada. Podle doby vzniku rozlišujeme vady **VROZENÉ** a **ZÍSKANÉ**. Podle poškozené části sluchového aparátu mluvíme o těchto poruchách:

- **PŘEVODNÍ** - vznikají poškozením zevního či středního ucha
- **PERCEPČNÍ** - vznikají poškozením vnitřního ucha či sluchového nervu

## Poruchy sluchu

### Ušní šelesty (tinnitus)

- Šumění, pískání či hučení v uších
  - **KAŽDÝ DESÁTÝ** člověk trpí tinnitem
- Rozoznáváme tinnitus:
- OBJEKTIVNÍ** - zvuk slyší i jiné osoby
  - Příčina - např. proudění krve v místě poškození cévy
  - SUBJEKTIVNÍ** - zvuk slyší **POUZE** pacient
  - Příčiny - infekce, nadměrný hluk, některé léky či nádory

### Nedoslýchavost

- Částečná redukce sluchu
- Výskyt - často starší lidé
- Příčiny - stárnutí ucha, úraz, překážka v zvukovodu, vliv některých léků, nemoci, nádory
- Léčba - pomocí léků či implantátů (středoušní, kochleární či mozkových implantátů)