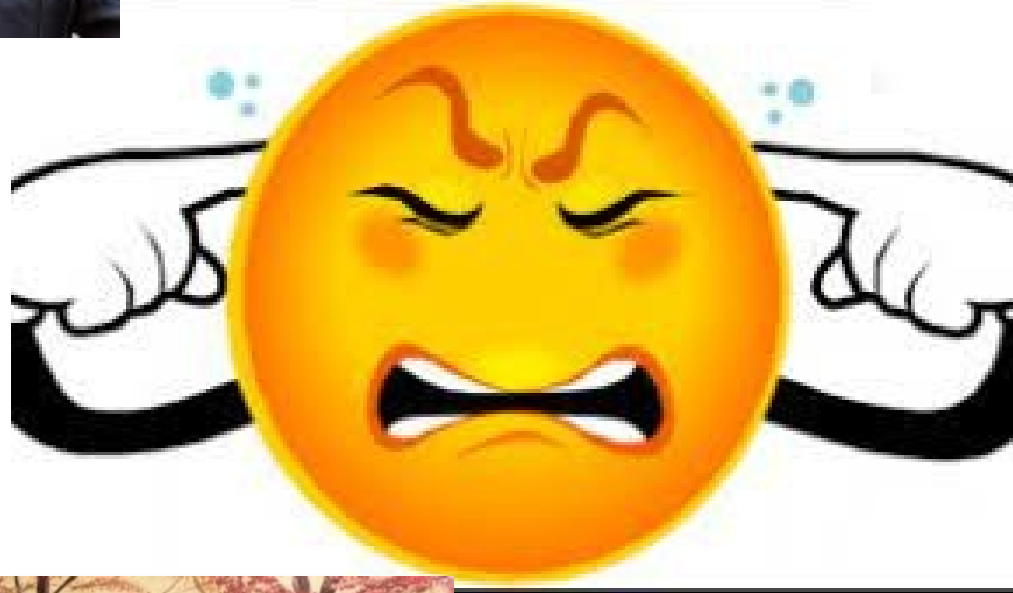


# **Zvuk a hluk**

Hygiena školního prostředí



Zvuk



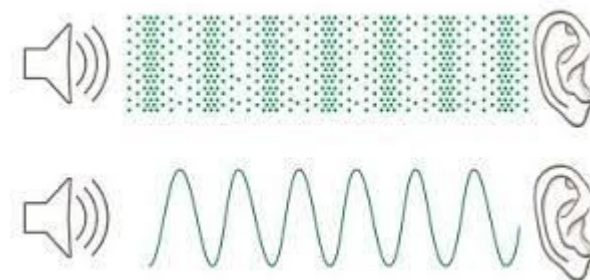
Ze zkušenosti: víme, že si můžeme jednoduše zvyknout nebo ignorovat hlasitý tikot hodin vedle nás nebo hluk v kabině letadla. Ale na některé zvuky si těžko zvykáme .....



# Zvuk - trochu fyziky

- Jak se tvoří zvuk? <https://www.youtube.com/watch?v=CpX7RS4tldo>
- Proč má zvuk barvu a k čemu to je dobré?  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_cabbVIPDQs](https://www.youtube.com/watch?v=_cabbVIPDQs)
- Jak si zahrát flétnou na plamenomet (Rubensova trubice)
- Zviditelnění zvuku <https://www.youtube.com/watch?v=wZJcATpBfno>
- 
-

# Zvuk

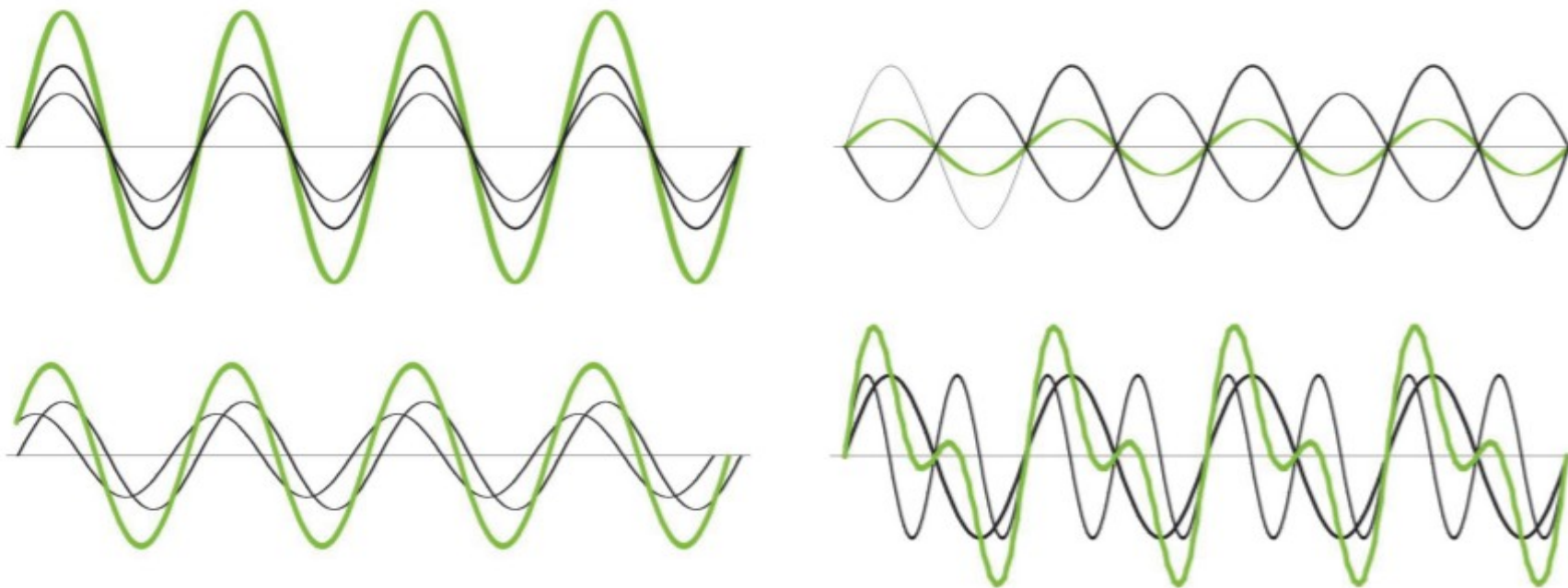


# Zdroje zvuku

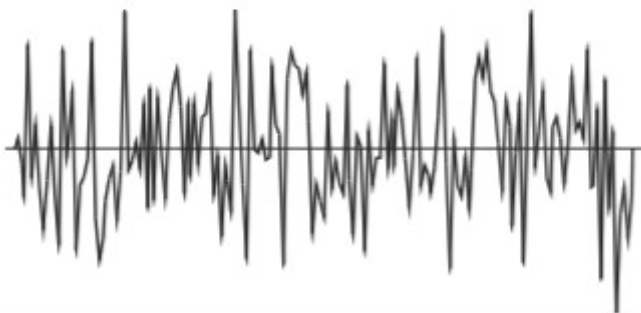
- Zdrojem zvuku může být každé chvějící se těleso
- Vlnění v okolí zdroje zvuku ovlivňuje i geometrický tvar chvějícího se tělesa, dále zda je předmět dobrým nebo špatným zářičem zvuku.
- Zdrojem zvuku mohou být kromě těles kmitajících vlastními kmity i tělesa kmitající kmity vynucenými. K nim patří např. ozvučnice mnohých hudebních nástrojů, reproduktory, sluchátka a další zařízení pro generování nebo reprodukci zvuku.
-

- **periodická vlna** - pravidelně se opakuje (sinusová / harmonická i složená)

- **skládání vln** - sčítáme každý bod všech dílčích vln



- **aperiodické vlny** - nedochází k žádnému opakování jednotlivých částí vlny



# Zvuk z fyzikálního hlediska

- mechanické vlnění – střídavě zhuštěné a zředěné (longitudinální) akustické vlny procházející pružným prostředím (nejčastěji vzduchem), které vznikají chvěním materiálu jako zdroje
- šíří se od zdroje prostřednictvím vln
- zvuk v pásmu od 20 Hz do 40 Hz nízkofrekvenční
- zvuk v pásmu od 8 do 16 kHz za vysokofrekvenční
- **infrazvuk** = akustické kmitání o kmitočtu nižším než 20 Hz (seismické pohyby, velryby, sloni...). Může nepříznivě působit na člověka (klid, soustředění)
- **ultrazvuk** = kmitání o kmitočtu nad 16 kHz, 20 kHz (lékařství, netopýři...)
- posuzování hluku – nejčastěji se zabýváme hlukem, který se šíří vzduchem od zdroje
- subjektivně rozeznáváme hlasitost, výšku a barvu zvuku
- podle časového průběhu rozdělujeme zvuk na ustálený, proměnný, přerušovaný nebo impulsní
- závažné však jsou sluchové i mimosluchové účinky hluku
- **lidský sluch - od 20 (16) Hz do 20 kHz**
-



# Zvuk a bezobratlí

Polohorovnovážné orgány – vnímání zvuku  
statocysty (váčky vystlané senzitivními obrvenými epiteley, změny polohy těla - změna v dráždění smyslových buněk)

korýši - rak - otevřené statocysty.

tympanální orgány hmyzu - zvuk vyluzují  
tzv. stridulační orgány.

Kobylky = třením hran předního páru křídel.

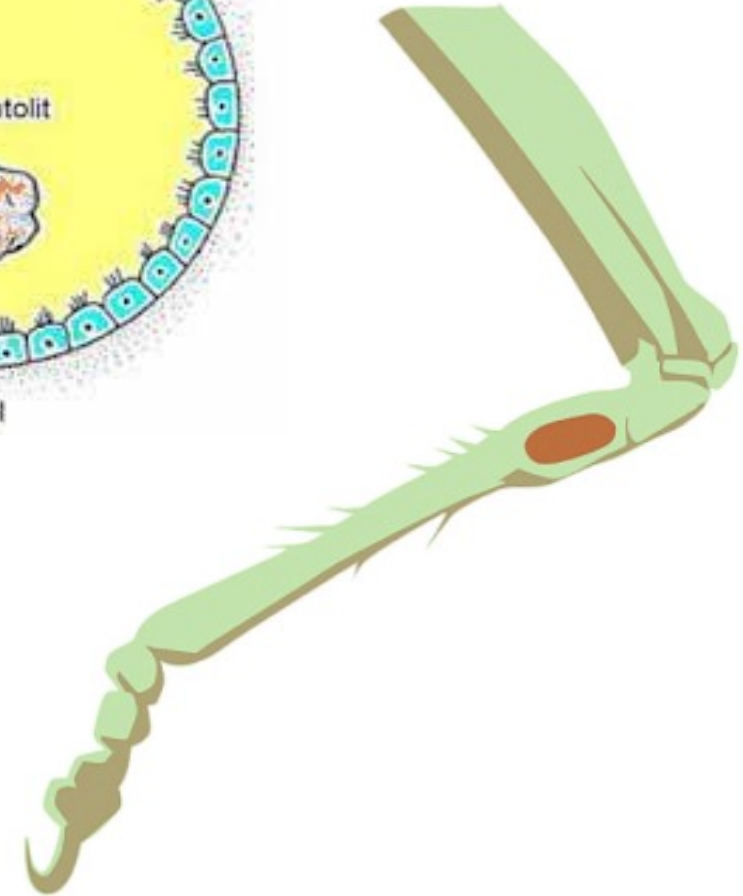
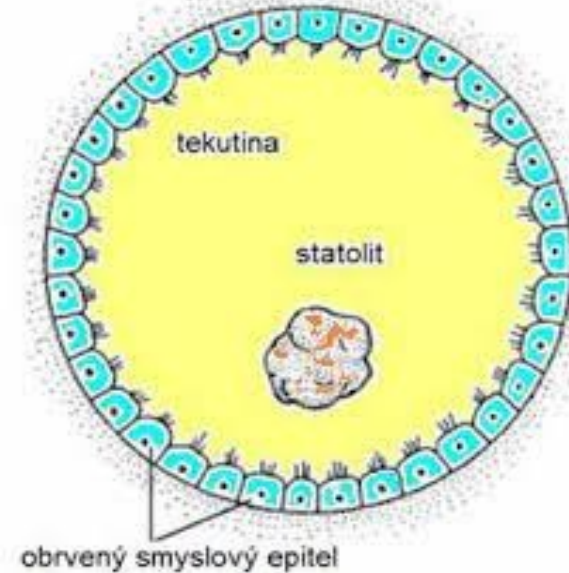
„uši“ na předním páru nohou, zachytí zvuk, dutina naplněná tekutinou, funguje jako hlemýžď v uších savců

Sarančata = třením předních křídel o pilovité hrany stehen.

Cikády = třením pravé kyčle o levou.

Pavouci – zvuky vláken

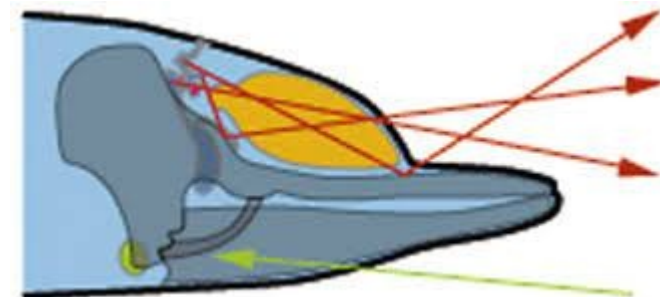
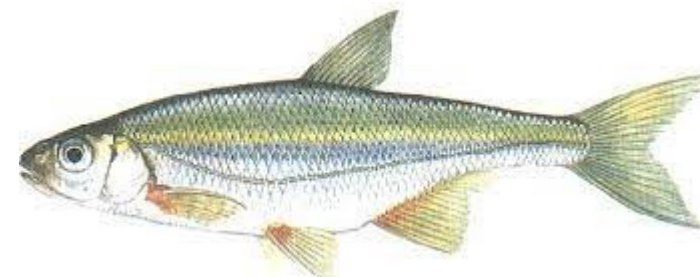
<https://ifenomen.cz/priroda/pavouci-fakta>



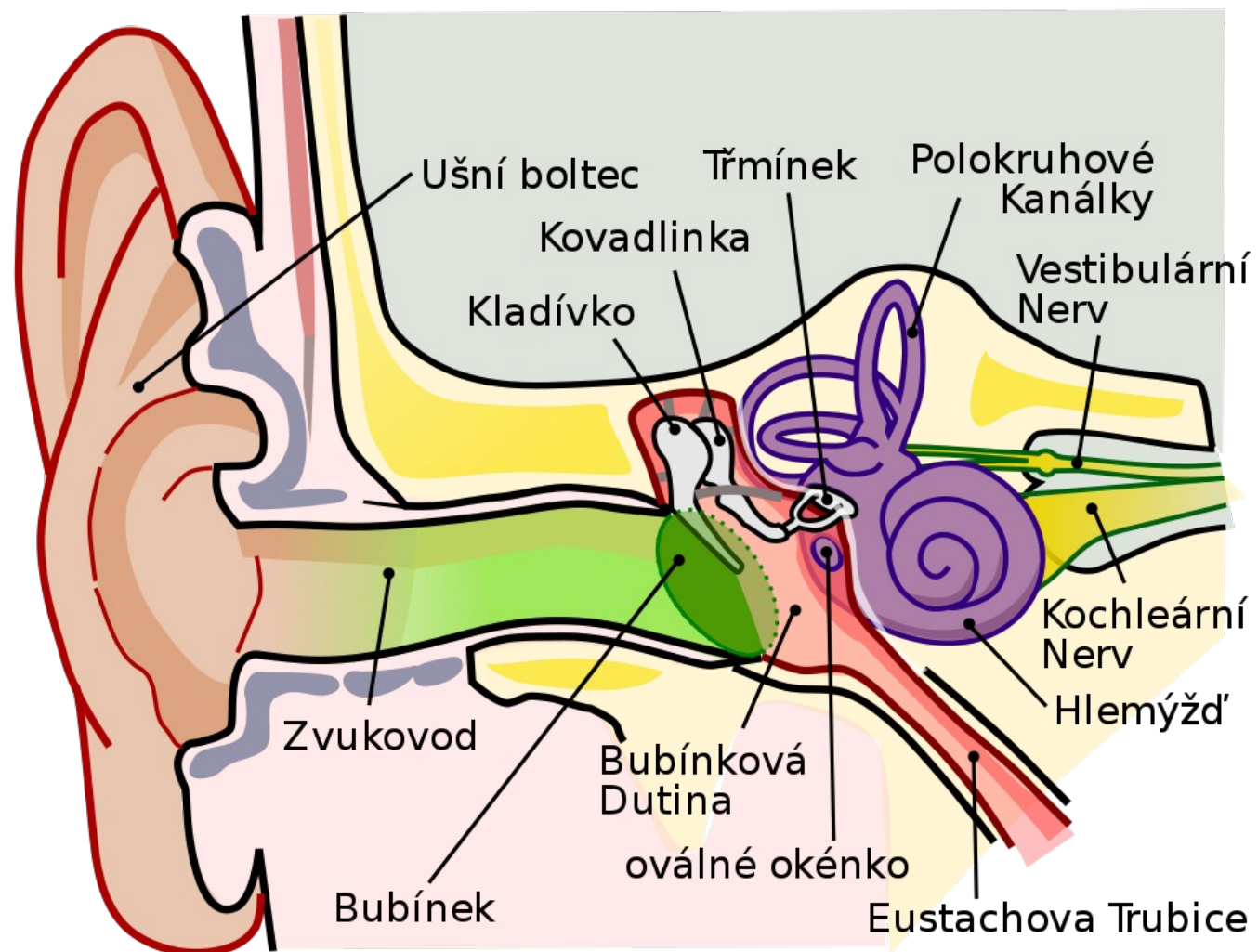
## Zvuk a obratlovci - zajímavosti

Rozsah slyšení:

- člověk 16 Hz - 20 kHz; odpovídá slyšení většiny ptáků,
- šimpanz a někteří další primáti registrují zvuky do 30 kHz
- kůň 30 Hz - 40 kHz
- psovité šelmy od 40 Hz do 50 kHz
- rejskové, ježci až do 60 kHz
- potkan a kočka až do 70 kHz
- netopýr zachytí frekvence až do 100 kHz
- krtek obecný - díky citlivému sluchu nemá rád hluk a vibrace, které vznikají dupáním
- ryby slyší pomocí postranní čáry většinou jen nižší frekvence
- kaprovité ryby mají dokonalé sluchové ústrojí, které využívá plynového měchýře coby rezonátoru
- některé mořské ryby spolu komunikují i zvukem a slyší od 800 do 1 250 Hz (na lodi je lez slyšet až z osmnáctimetrové hloubky). Zřejmě se staly i podkladem starověkých legend o tajemných Sirénách
- většinu akvarijských ryb lze nacvičit zvukem píšťalky na určitou dobu krmení a dovedou se postupně naučit rozeznávat i několik tónů.



# Lidské ucho



# Stavba sluchového orgánu

- Vnější ucho (boltec, zvukovod = akustický rezonátor, bubínek s plochou 64 mm<sup>2</sup>)
- Střední ucho (kladívko, kovádlíka, třmínek, Eustachova trubice)
- Vnitřní ucho (oválné okénko plocha 3,2 mm<sup>2</sup> - zesílení)
- Rozdíl mezi nejhlasitějším a nejtisším vnímatelným zvukem je uprostřed slyšitelného frekvenčního pásma u člověka je asi 120 dB.

-

# Reliéf ušního boltce

(od plochého po silně modelovaný)



1

2

3

4

# Anomálie boltců

Darwinův hrbolek; makakové ucho  
(rudiment)



# Vlastnosti zvuku

- **Rychlost zvuku** – (m/s) v různých prostředích různá. Vzduch - při teplotě 0 st.C a běžném tlaku  $p=101$  kPa činí 331,5 m/s. Nepatrně se mění s teplotou.
- **Frekvence** – (Hz) udává počet kmitů za sekundu, Ve slyšitelné oblasti udává výšku tónů.
- **Kmitočet** (Hz/s) - počet periodických změn akustického tlaku za sekundu. Zvuk při různých kmitočtech je lidským sluchem vnímán s různou citlivostí; nejvíce citlivý okolo 1000 Hz (oblast lidské řeči).
- **Vlnová délka** –  $\lambda$  [m], dráha, kterou urazí vlna během jednoho kmitu, tedy za čas periody
- **Intenzita vlnění** (označení „I“) - energie, která projde plochou kolmou ke směru šíření zvuku za dobu 1 s. Lidské ucho slyší ve velkém intervalu (nejhlasitějšího snesitelného a nejslabšího slyšitelného) zvuku. Nejmenší rozdíl v hlasitosti, který sluchem postřehneme, odpovídá 1 dB. Sluchový rozsah – vyšetření audiometrické.
- **Hladina intenzity zvuku** - jednotkou Bell, dB. Každý zvuk má svou typickou fyzikální intenzitu a fyziologickou hladinu hlasitosti (subjektivní vnímání způsobeno nestejnou citlivostí uší k různým akustickým frekvencím).
- **Hlasitost** - jednotkou je fón (Ph). Hlasitost 1 Ph = intenzita zvuku o frekvenci 1000 Hz.
- **Zvuky /hudební/ mají výšku a barvu** (např. u hudebních nástrojů barvu lze ovlivňovat tvarem a materiálem rezonanční skříňky).
- Průběh kmitání – fyziologicky zabarvení
- Trvání zvuku v čase
- <https://vida.cz/blog/viditelny-zvuk>

# Rychlost šíření zvuku ve vzduchu při různých teplotách

teplota [°C]	-10 °C	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C
rychlost zvuku ve vzduchu [m/s]	325	331	337	343	349

Pro běžné teploty vzduchu užíváme při výpočtech přibližnou hodnotu rychlosti zvuku vzduchu  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Rychlost zvuku nezávisí na tlaku vzduchu ani frekvenci zvuku.



# Rychlost šíření zvuku v různých prostředích

<i>Látka</i>	Rychlost zvuku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
vzduch	340
voda	1500
led	3200
ocel	5000
sklo	5200

## Rychlost zvuku

- od cca  $330\text{ m/s}$  ve vzduchu (silně teplotně závislé)
- za 3 s uběhne zvuk ve vzduchu cca 1 km
- $1450\text{ m/s}$  v tuku
- $1570\text{ m/s}$  v krvi
- $4080\text{ m/s}$  v lebečních kostech
- Vlastní hlas?
- 
- 
- 
- 



# Zvuk a šíření

- Ve vakuu, tedy nehmotném prostředí, se zvuk nešíří
- V kosmickém prostoru se zvuk nešíří – jednotlivé částice jsou příliš daleko od sebe
- Rychlost zvuku ve vzduchu se mění podle teploty a vlhkosti (s teplotou klesá, s vlhkostí roste).
- Při teplotě 20 °C je to asi 320 m/s, to je 1150 km/h.
- Rychlost zvuku záleží i na nadmořské výšce. V deseti kilometrech nad mořem činí nějakých 1050 km/h.
- K překonávání rychlosti zvuku – suchý a chladný den, nejlépe někde na vrcholcích hor. **Psáno pro: časopis Muzikus 2018/02**

# Ozvěna (echo)

- Dopadne-li zvuk na překážku, může nastat odraz nebo ohyb zvukového vlnění.
- Zvláštním případem odrazu je ozvěna, dopadá-li zvuk na překážku vzdálenější než 17 m.
- Lidské ucho je schopné rozeznat zvuky, pokud mezi nimi uběhne doba alespoň **0,1 sekundy**, což je doba potřebná pro vyslovení jedné slabiky. Zvuk za tuto dobu urazí přibližně **34 metrů**, proto při vzdálenosti 17 metrů od překážky vzniká tzv. jednoslabičná ozvěna.
- 
- Ozvěna je slyšení po sobě následujících dvou (nebo více) stejných zvuků s prodlevou větší než 0,1 s (překážka je od pozorovatele dále než 17 m).
- 
- Jestliže je překážka blíže než 17 m, zvuky již neodlišíme a odražený zvuk splývá se zvukem původním (interference vlnění) – **dozvuk**. Dozvuk snižuje srozumitelnost řeči nebo zkresluje hudbu. Je nutné s tím počítat při projektování větších a velkých místností.
- 
- Při malých vzdálenostech (do 10 m) dozvuk zesiluje zvuk.
-

# Doba dozvuku

- vyjadřuje, jak dlouho je v určité místnosti slyšet „ozvěna“ daného zvuku. Čím je doba dozvuku delší, tím déle je slyšet ozvěna. Je-li například doba dozvuku příliš krátká, je místnost přetlumená a sluchový vjem je zhoršen.
- Podle velikosti daného prostoru a účelu jeho využití se optimální doba dozvuku liší.
- **Norma ČSN 73 0527 udává optimální hodnoty pro veřejné prostory, prostory pro kulturní účely a prostory ve školách.** Pro ostatní prostory nejsou normové hodnoty dosud stanoveny, nicméně ze zkušenosti lze optimální doby dozvuku odvodit.
- Například zatímco pro odpočinek v obývacím pokoji je vhodná doba dozvuku v rozmezí 0,4–0,8 s, pro poslech varhanní hudby v kostele může být optimální doba dozvuku až 1,5–2,5 s.
-

# Akustika – zajímavosti z historických textů

- **Desonanční místa** jsou ta, v nichž první zvuk po svém vystoupení do výše je pevnými, výš položenými tělesy rušen a srážen nazpět: zůstává proto ležeti dole a ztěžuje vzlet zvuku následujícího za ním.

**Cirkumsonanční místa** jsou ta, kde zvuk, nucený bloudit kolem dokola, zaniká uprostřed, zní bez koncovek a ztrácí se tam v neurčitých náznacích slov.

**Resonanční** jsou ta, na nichž se zvuk vrací zpět, naraziv při dopadu na nějaký pevný předmět, budí ozvěnu a poslední slabiky na poslech zdvojuje.

**Konsonanční** jsou místa, na nichž se hlasu odspodu napomáhá, ten při stoupání do výše sílí a dospívá k uším s jasnou zřetelností.

*Věnuje-li se tedy stavbě bedlivá pozornost, dosáhne se touto rozmyslností, že hlas bude zníti v chrámech a divadlech kvalitně ve prospěch věci. Nákrisy plánů se od sebe liší tím, že shromažďovací prostory obvyklé u Řeků se řeší na podkladě čtverců, latinské na podkladě stejnostranných trojúhelníků. Kdo tedy bude ochoten použítí těchto předpisů, dosáhne bezvadného provedení divadelních staveb".*

AKTIVITA	db
Práh zvuku, slyšení	0
Šelest listí (šum listí při slabém větru)	10
Šum listí, klidná zahrada, předení kočky, tikot náramkových hodinek	20
Pouliční hluk (tiché předměstí), šepot, velmi tichý byt nebo velmi tichá ulice	30
Relativní ticho v obsazeném hledišti kina	35
Tlumený hovor, malý šum v bytě	40
Pouliční hluk (normální), zvuk klavíru	50
Televizor při běžné hlasitosti	55
Hlasitý hovor	60
Kvákání žáby	64
Klapání psacího stroje, silný déšť	70
Silně frekventovaná ulice	75
Křik, tunel metra, velmi silná reprodukováná hudba, silné chrápání, štěkot psa	80
Kohouti kokrhání, zvonění telefonu, tramvaj	85
Motorová vozidla, jedoucí vlak, hluk ve velkém supermarketu, symfonický orchestr	90
Motorka, přádelna, pneumatická sbíječka, řev tenistky Azarenkové	100
Hlasité obráběcí stroje, kovárna kotlů, diskotéka	110
Startující letadlo, vodopád	120
Práh bolestivosti, výbuch sopky	130
Akustické trauma	140
Petardy	170

**TICHO**

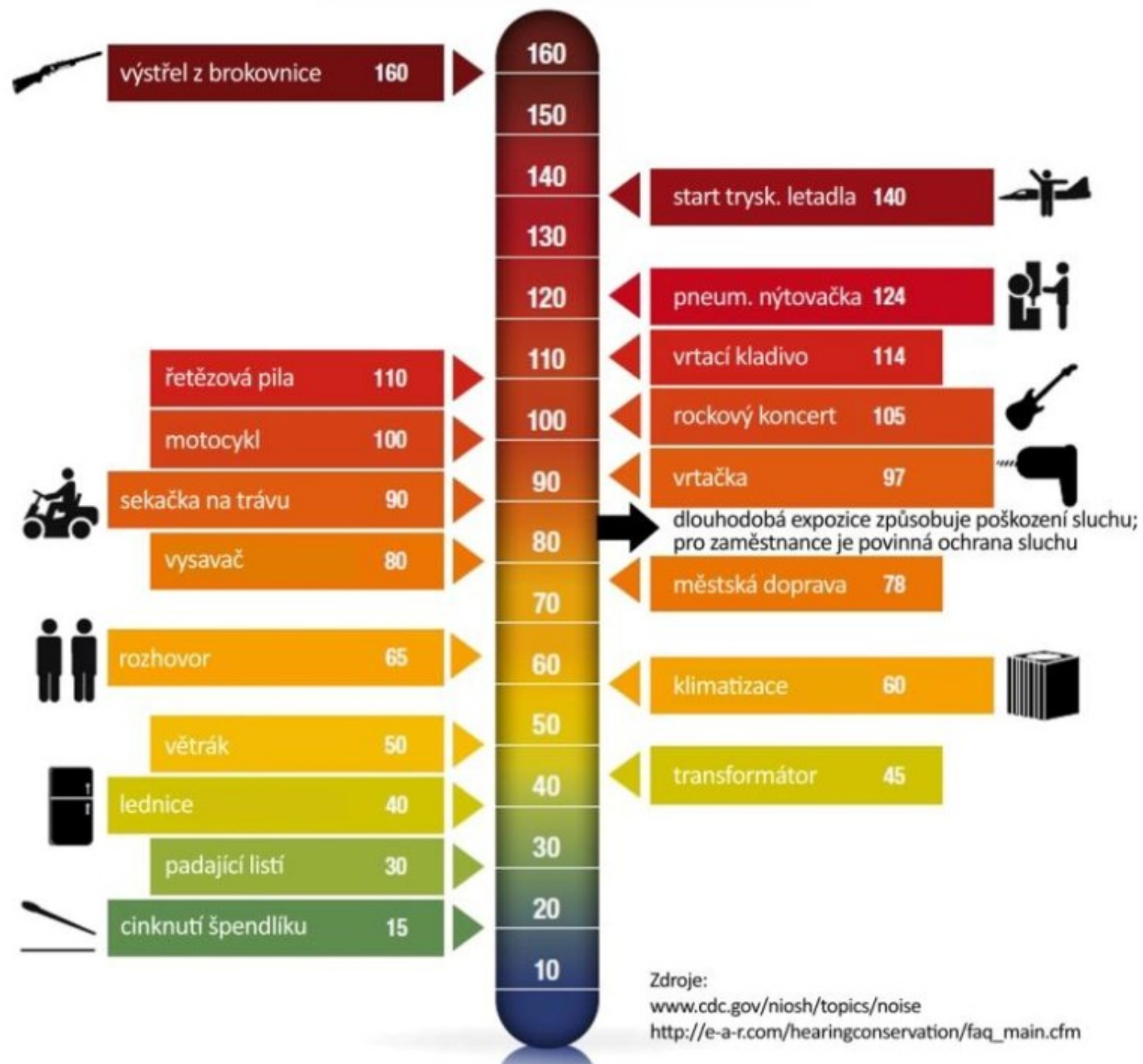
**RELATIVNÍ  
HLUK**

**ABSOLUTNÍ  
HLUK**

**OHROŽENÍ**

**AKUTNÍ  
NEBEZPEČÍ**

# hladiny hluku dB (A)





# Hluková zátěž

- 40 % z pracovního prostředí
- 60 % z životního prostředí (ve městech dopravní hlu až 85 % na hlavních tazích, i nad 70 dB)
- Hluky související se stavbami – výtahy, klimatizace, trafostanice aj.
- Specifický problém mládeže – reprodukováná hudba, koncerty, sluchátka nemají blokovánu nadlimitní hlasitosť

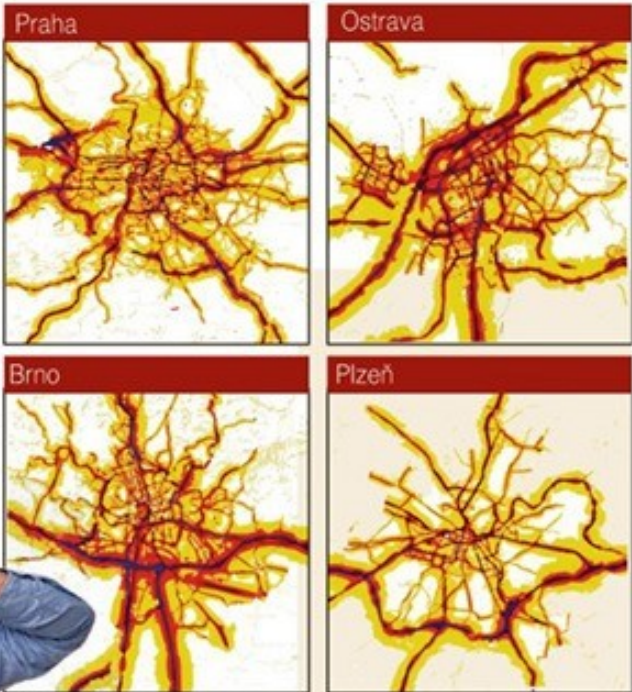
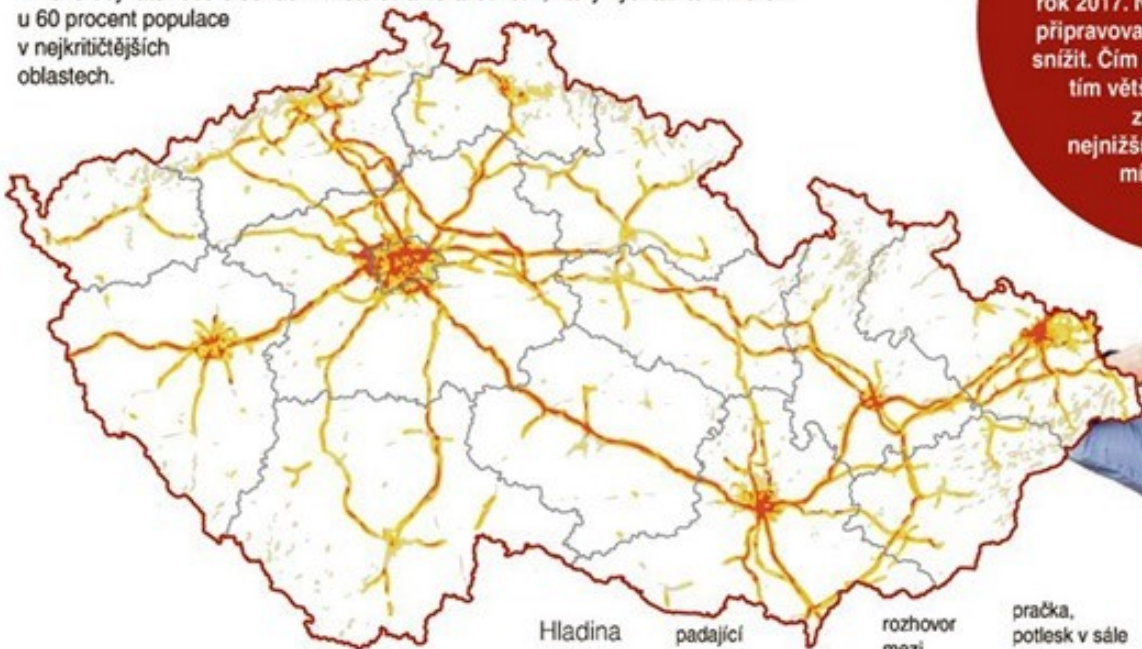
# Skupiny obyvatelstva ohrožené hlukem

- děti a mladiství
- senioři skupiny s určitým specifickým onemocněním (např. hypertenze)
- lidé pobývající v nemocnicích , nemocní
- lidé s poruchami zraku (slepci)
- lidé pracující na směny

# Ohrožení hlukem

V noční době nad hodnotu hygienického limitu 50 dB je v ČR vystaveno cca 1,5 milionu obyvatel. V denní době nad hodnotu hygienického limitu 60 dB je vystaveno cca 1,3 milionu obyvatel. Jde o odhad ministerstva zdravotnictví, který vychází to z měření u 60 procent populace v nejkritičtějších oblastech.

Ministerstvo zdravotnictví sestavuje každých pět let hlukovou mapu. Ta nejnovější byla zveřejněna v polovině února a zobrazuje data aktuální pro rok 2017. Na jejich základě se bude připravovat nová strategie, jak hluk snížit. Čím tmavší je barva na mapě, tím větší je na místě hlukové znečištění. Jeho nejnižší hladina je ve žlutých místech a nejvyšší v modrých.



Počty lidí, kteří denně čelí hlukové zátěži vyšší než 55 dB, a ze kterého zdroje.

	2017	2012
Silnice	1 767 700	1 998 100
Železnice	75 800	52 300
Letiště	9 490	4 190
Průmysl	500	100



Počet lidí ohrožených hlukem v českých městech



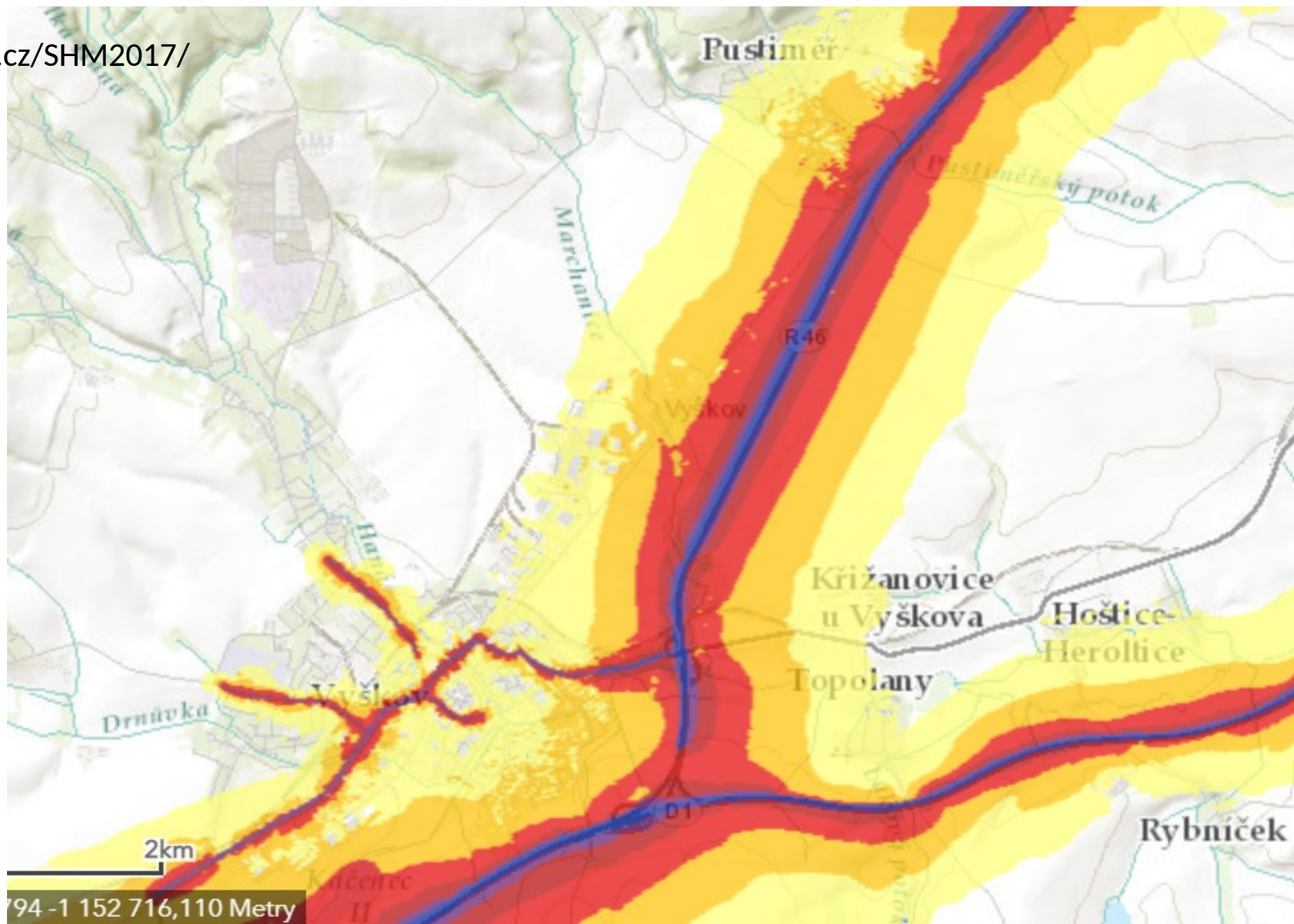
Zdroj: EEA, Ministerstvo zdravotnictví ČR

# Zvuky v současnosti

- Zahlcovaní
- Neustálý proud informací (bez ohledu na jejich důležitost) a činností, které zároveň průběžně vykonáváme, omezuje soustředění, výkon i paměť. Příliš mnoho podnětů znamená otupění. Mozek nestíhá všechny zpracovat a většinu z nich pak raději vytěsňuje.
- **Hlukové mapy MZ ČR**
- Vizualizace hlukových map <https://geoportal.mzcr.cz/SHM2017/>
- <https://www.mzcr.cz/category/agendy-ministerstva/hlukove-mapy/>
-

# Geoportály MCR

<https://geoportal.mzcr.cz/SHM2017/>

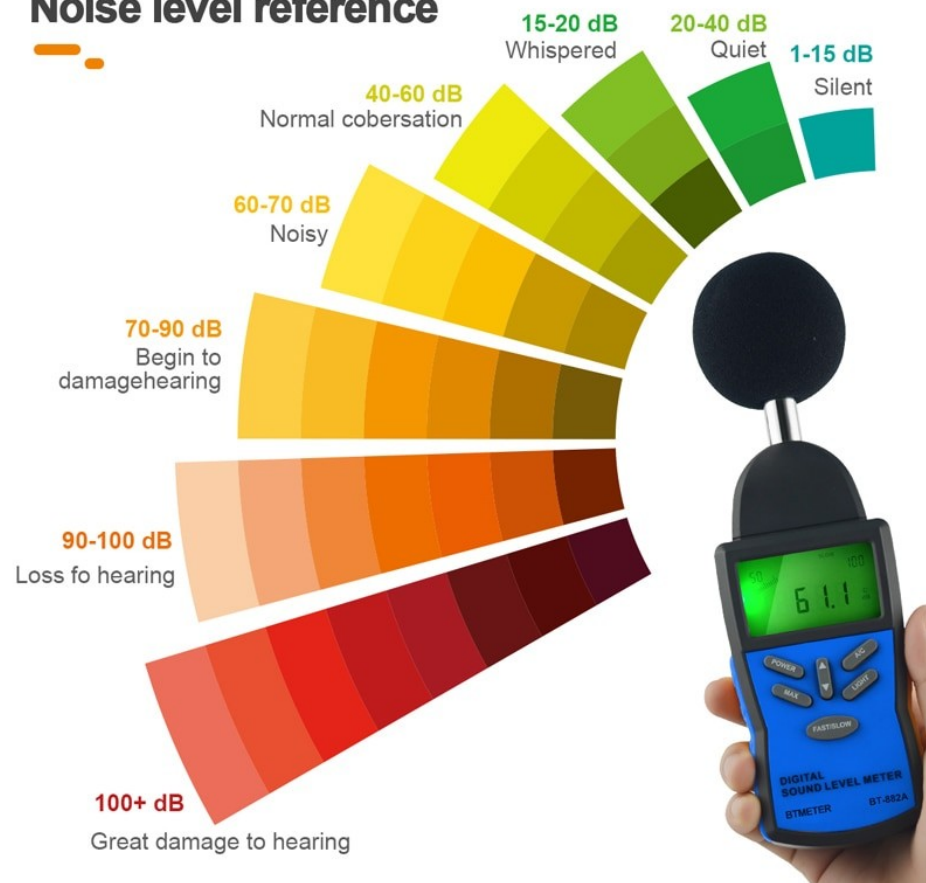


# Měření hluku

- v pracovním i mimopracovním prostředí. Může se jednat o zdroje hluku z výroby (měření hluku na pracovišti, měření hluku v blízkosti průmyslových zón), hluk z provozu služeb (restaurace, kavárny, hudební kluby, obchody a jiné provozovny), hluk z dopravy po silničních a železničních komunikacích, hluk z letecké dopravy, hluk z technického zařízení objektů (výtahy, vzduchotechnika, trubní rozvody a další instalace), měření hluku ze stavební činnosti nebo z kulturních a společenských akcí.
- provádí se ve venkovním prostoru nebo v interiéru budov.
- **ve venkovním prostoru je měřicí mikrofon zpravidla umístován v poloze do 2 metrů od fasády před oknem místností nebo v jiném exponovaném místě v závislosti na zdroji hluku**
- v interiéru budov se měřicí mikrofon zpravidla umísťuje do míst běžného pobytu osob v závislosti na druhu a poloze zdroje měřeného hluku.
- měření hluku se běžně provádí např. při kolaudaci objektů na základě požadavku dotčené hygienické stanice. Rozsah měření se obvykle stanoví po konzultaci se specialistou na základě požadavků hygienické stanice.
- jako podklad při zpracování hlukových studií pro zjištění současné hlukové zátěže ve sledované lokalitě.

# Hlukoměr

## Noise level reference







## Přípustná denní dávka hluku

Ekvivalentní hladina akustického tlaku A	Limit pro expozici nechráněného sluchu		
	Hodiny	Minuty	Vteřiny
85 dB	8		
88 dB	4		
91 dB	2		
94 dB	1		
97 dB	-	30	
100 dB	-	15	
103 dB	-	7	30
106 dB	-	3	45
109 dB	-	1	53
↓	↓	↓	↓
130-140 dB	-	-	<1

# Zvukové kulisy

- Mnoho lidí už nedokáže fungovat bez jakékoli zvukové kulisy. Jenže **pro mozek je to z dlouhodobého hlediska zátěžové**

- 

- Zvukové kulisy

(čtení v dešti <https://www.youtube.com/watch?v=nsW5SKOrvYo>, relaxační hudba, oblíbená píseň....)

- Zdroj:

[https://www.idnes.cz/onadnes/vztahy/ticho-klid-meditace-terapie-hluk.A210507\\_153713\\_ona-vztahy\\_lisv](https://www.idnes.cz/onadnes/vztahy/ticho-klid-meditace-terapie-hluk.A210507_153713_ona-vztahy_lisv)

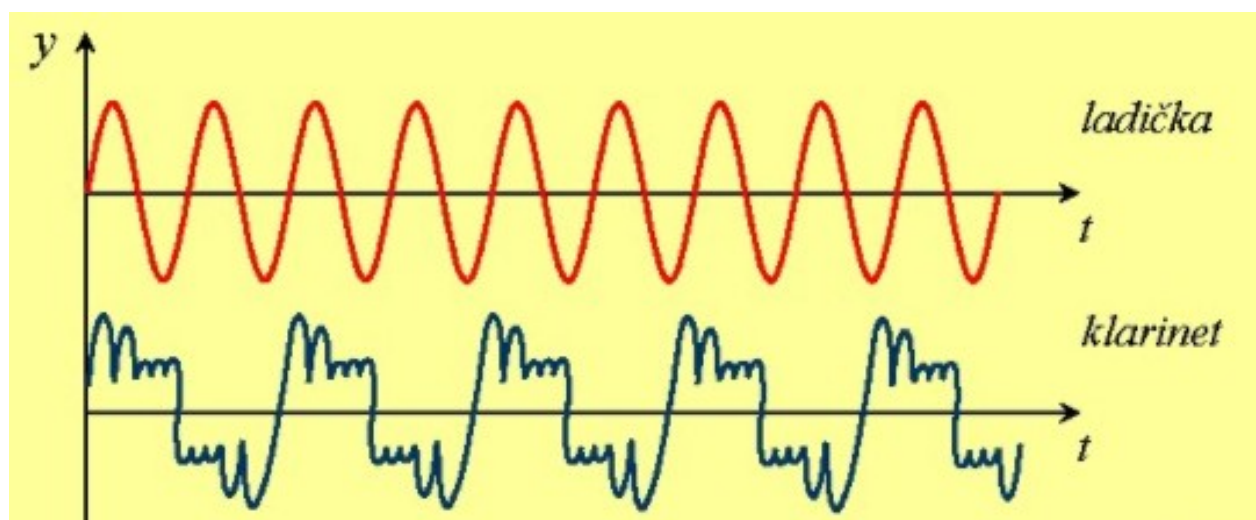
-



# *Místa, kam jsem nešel za hudbou a přesto zněla .....k zamyšlení*

*Jak obtěžuje hluk na každém kroku*

- nakupuji v marketu - line se z reproduktorů hudba
- tankuji benzin - line se z reproduktorů hudba
- vychutnávám si kávu v kavárně - line se z reproduktorů hudba
- čekám v ordinaci lékaře - line se z reproduktorů hudba
- jedu meziměstskou autobusovou linkou - line se z reproduktorů hudba
- atd., atd.
- Domnívám se ale, že mám právo poslouchat hudbu pouze tam, kde mám chuť, a takovou, o jakou mám v ten okamžik zájem. Tento předpoklad mě přiměl k myšlence zařadit do občanské výchovy anketu na téma: „*Na kterém místě zněla hudba, kterou jste nechtěli poslouchat?*”
-



# Tóny a hluky

- **Tóny = zvuky *hudební***, vznikají při **pravidelném**, v čase periodicky probíhajícím pohybu (kmitání). Při jejich poslechu vznik v uchu vjem zvuku určité výšky, proto se tónů využívá v hudbě. Zdrojem tónů mohou být např. lidské hlasivky nebo různé hudební nástroje
- Nejjednodušší tón – sin průběh (ladička)
- **Hluky, šumy = zvuky *nehudební*, nepravidelného vlnění** (nahodilé kmity). Vznikají jako složité vlnění kmitání těles nebo krátké nepravidelné rozruchy (srážka dvou těles, výstřel, přeskočení elektrické jiskry apod.). I hluky jsou využívány v hudbě, neboť k nim patří i zvuky mnoha hudebních nástrojů, např. bicí

# Zákony, nařízení

## Příklady

- Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (platnost ukončena k 2011/10)
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 26/1999 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze

# Hygienické limity pro hluk a vibrace

- V ČR stanoveny v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů.

- Stanoveny pro následující prostory:

**I. chráněný venkovní prostor** – nezastavené pozemky užívané k rekreaci, lázeňství a výuce, s výjimkou lesních a zem. pozemků a venkovních pracovišť

**II. chráněný venkovní prostor staveb** – prostor do vzd. 2 m před částí obvodového pláště, významný z hlediska pronikání hluku zvenčí do chráněného vnitřního prostoru, vč. staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání.

**III. chráněný vnitřní prostor staveb** – obytné místnosti a místnosti ve školách a zdravotnických zařízeních. Vyloučené jsou místnosti ve stavbách pro individuální rekreaci .

IV. pracoviště

-



Doba	Chráněný prostor	Hygienický limit hluku [dB]			
		1	2	3	4
Denní i noční	Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lání	50	50	55	65
	Chráněný ostatní venkovní prostor	50	55	60	70

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.

2) Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, není-li dále uvedeno jinak, na silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 Zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy.

4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

# Hodnoty hluku působeného dopravou na pozemních komunikacích a dráhách pro rozhodnutí použití další korekce +5 dB

Pozemní komunikace a dráhy	Doba dne	$L_{Aeq,T}$ [dB]
Dálnice, silnice I. a II. tř., místní komunikace I. a II. tř. a tramvajové a trolejbusové dráhy vedené po silnicích I. a II. tř. a místních komunikacích I. a II. tř.	Denní	65
	Noční	55
Silnice III. tř, komunikace III. tř., účelové komunikace a tramvajové a trolejbusové dráhy vedené po silnicích III. tř. a místních komunikacích III. tř.	Denní	60
	Noční	50
Železniční, speciální a tramvajové dráhy v ochranném pásmu dráhy	Denní	65
	Noční	60
Železniční dráhy mimo ochranné pásmo dráhy	Denní	60
	Noční	55

### III. Limitní hodnoty hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Chráněný prostor	Doba pobytu	1	2	3
Nemocniční pokoje	6.00-22.00	40	35	–
	22.00-6.00	25	20	–
	7.00-21.00*	–	–	55
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání 7.00-21.00*	35 –	30 –	– 50
Obytné místnosti	6.00-22.00	40	35	–
	22.00-6.00	30	25	–
	7.00-21.00*	–	–	55
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí a staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání	po dobu používání 7.00-21.00*	45 –	40 –	– 60
<p>1) Platí pro hluk bez tónových složek a hluk bez informačního charakteru pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu. Dále platí pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložím.</p> <p>2) Platí pro hluk s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, a hluk s výrazně informačním charakterem.</p> <p>3) Platí pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu, platí pouze v pracovních dnech v uvedeném časovém rozmezí (*).</p>				

# Akustika staveb

- Zvuk = energie, šířící se ve vlnách
- Zvuk – dokáže rozvibrovat i věci okolo nás, včetně stavebních konstrukcí, a tím se šíří dále.
- Stavební akustika = akustika v budovách jako obor stavebnictví - zabývající se šířením zvuku v budovách
- Šíření hluku ve stavebních konstrukcích - každé slovo z vedlejšího pokoje, třídy
- V budovách trávíme až 90 % času
- Zvuk šířený konstrukcí je specifická forma přenosu zvukových vln, která vzniká rozvibrováním podlahy, stěny nebo i stropu. Zvuková energie je následně přenášena konstrukcí a vyzařována do vzduchu, poté vnímána uchem posluchače. Čím méně energie ztratí vibrace po cestě konstrukcí, tím více a jasněji bude vyzařována na druhé straně konstrukce.
- čím tenčí stěna, tím snadněji (hlasitěji a v širším spektru frekvencí) se přenáší zvuk. Typickou ozvučnicí masově dodávanou do novostaveb jsou duté cihly nebo lehčené tvárnice atd. Běžně se stává, že takováto stěna dokáže přenést hluk od souseda nad bytem více než strop samotný. V takovém případě nezbyvá nic jiného než odhlučnit strop i stěnu.

# Nejčastější zdroje hluku v bytě šířené konstrukcí

- Tekoucí voda od sousedů
- Zvuky z koupelny, položení hrníčku na umyvadlo, bouchnutí tvrdého předmětu o vanu
- Veškeré bouchání, klapání, šoupání nábytkem, používání kuchyňské linky
- Monotónní bzučení – čerpadla z kotelny, čerpadlo bazénu, nebo i menší čerpadlo z akvária
- Výtah, dojezdy, motor ze strojovny
- Vchodové dveře a špatně seřízené brano
- TV a reprobedny přidělané přímo na stěnu
- Soused snažící se levnou vrtačkou udělat díru do betonu
-

# Specifika - školy

- Hluk běžný
- Denní místnosti MŠ a jídelny – herny, vhodný širokopásmový akustický obklad
- Zabránění nežádoucím odrazům zvuku
- Dozvuky – i ve velmi tichém prostředí je třeba, by nebyl delší než 0,6 s.
- Normy – kontrola hygienickými stanicemi. Praxe jiná.
- Prostory pro přednes hudby a řeči
- **Výuka – především ústní komunikace**
- Mluvení – frekvence 100 – 6000 Hz; nejdůležitější rozsah 300 – 3000 Hz
- Hluk činí řeč nesrozumitelnou
- Rušivé efekty hluku - stačí další komunikace

# Srozumitelnost řeči, zpěvu

- Hlavním faktorem celkové srozumitelnosti je hladina akustického tlaku u uchy posluchače a míra okolního hluku (srozumitelnost pro slova, věty atd. )
- Přenos řeči: Fungující artikulační ústrojí (nadhrtanové dutiny, dutiny ústní, nosní, hrdelní , jazyk)
- Vokální trakt generuje dva základní signály: hlasivkový samohláskové vokály (kvaziperiodický) a signál stochastický šumový souhlaskový (konsonanty)
- Oba signály ovlivněny průchodem rezonančními dutinami a nastavením artikulačního ústrojí.
- Zvuk, který dorazí první = přímý zvuk
- Dozvuky
- Za přímým zvukem krátké dozvuky, které k posluchači dorazí do 50 ms – tzv integrované do zvuku přímého, mají pozitivní vliv na srozumitelnost
- Rušivé dozvuky – za zvukem přímým dorazí po 50 ms
- Záleží na absorpci prostor.
- Optimální doba dozvuku různých prostor v závislosti na jejich objemu stanovena v ČSN
- 
- MASKOVÁNÍ – jeden ze zvuků částečně nebo zcela maskuje druhý
-

# Hluk a zdravotní problémy







■ Muži ■ Ženy

# Vystavení hluku

- způsobuje stres, který může vést k řadě dalších nežádoucích účinků.
- krátkodobé působení - poruchy paměti a pozornosti, snížení výkonnosti, může vést také k únavě, depresím, rozmrzelosti nebo agresivitě.
- dlouhodobé působení - narušení imunitního systému, nižší odolností vůči infekcím, zvýšený výskyt zánětlivých onemocnění a některých nemocí zažívacího ústrojí
- některé studie ukazují, že v případě těhotných žen by vystavení hluku mohlo vést k ovlivnění vývoje plodu v děloze a k ovlivnění průběhu a výsledku těhotenství, například v podobě snížené porodní váhy novorozenců.



# Kategorizace prací z hlediska hluku

- Z hlediska faktoru hluku se práce zařazují do kategorie 1 – 4
- 1. interval do 80 dB Leq,8h
- 2. interval od 80 dB do 84,9 dB
- 3. interval od 85 dB do 105 dB Leq,8h
- 4. interval překračuje 105 dB Leq,8h

# Hluk na pracovištích

- Měření hlukové zátěže osob

Při měření hlukové zátěže osob se mikrofon umísťuje přímo na osobu vystavenou hluku do blízkosti více exponovaného ucha. Mikrofon se připevňuje na pokrývku hlavy, část oděvu nebo ke speciální konstrukci, která jej udržuje ve vzdálenosti 10 cm od hlavy. Tato vzdálenost se dodržuje kvůli snížení zkreslení, které je způsobené odrazem zvukových vln. Měření se využívá, pokud se pracovník pohybuje mezi místy s různou hlučností.

- Měření na pracovním místě
- Měření v pracovním prostoru

# Hluk jako příčina zdravotních problémů

## Akutní

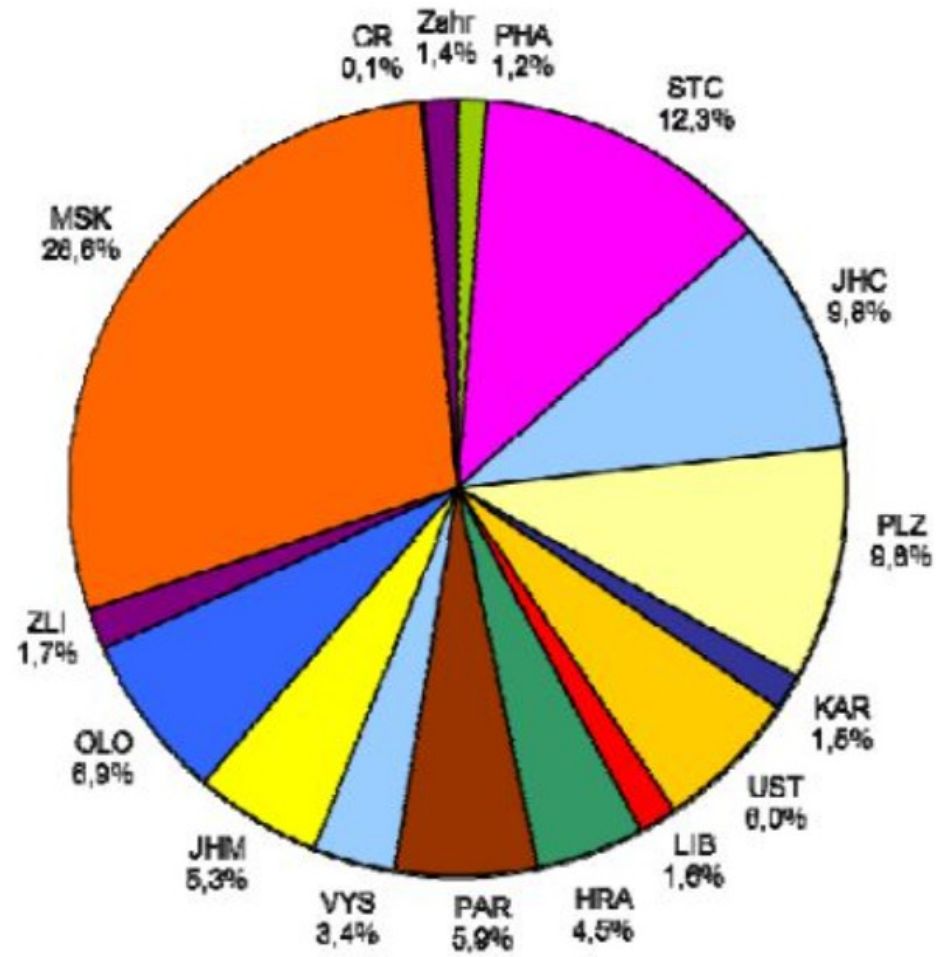
- poškození sluchového aparátu – akustické trauma
- zvýšení krevního tlaku
- zrychlení tepové frekvence
- stažení periferních cév
- zvýšení hladiny adrenalinu
- vliv na psychiku – únava, deprese, rozmrzelost, agresivita, neochota
- snížení výkonnosti, paměti a pozornosti
- úlekové reakce

## Chronické

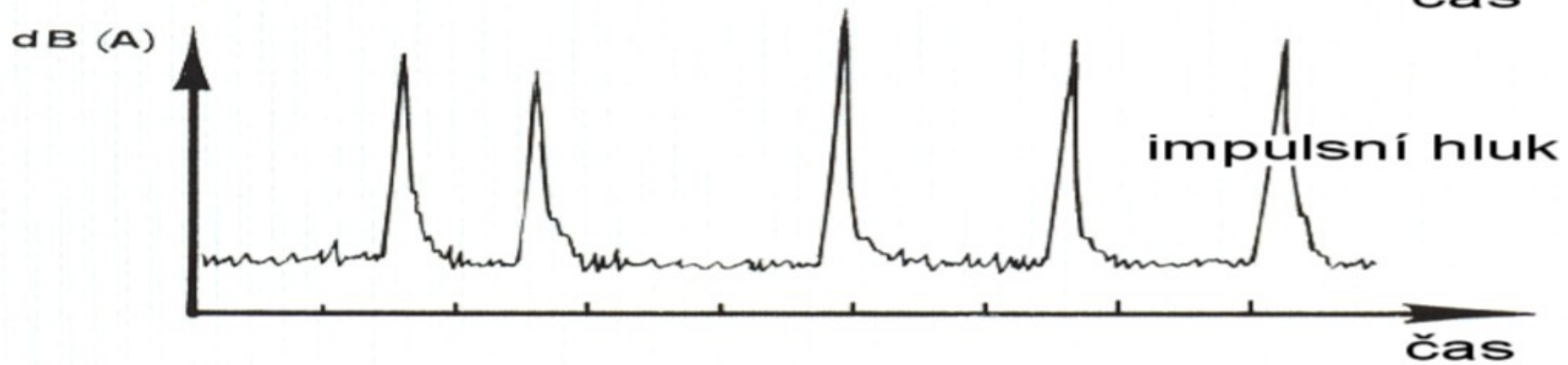
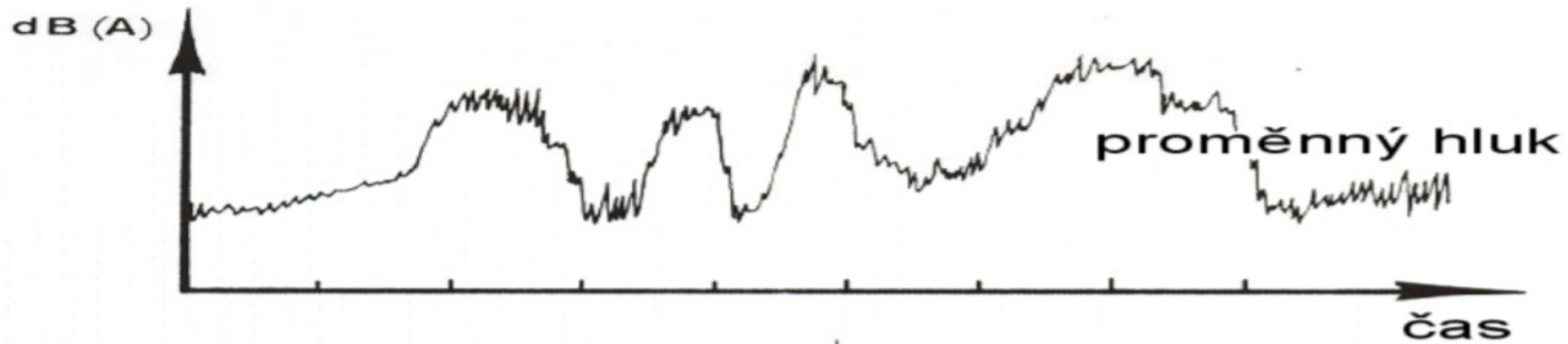
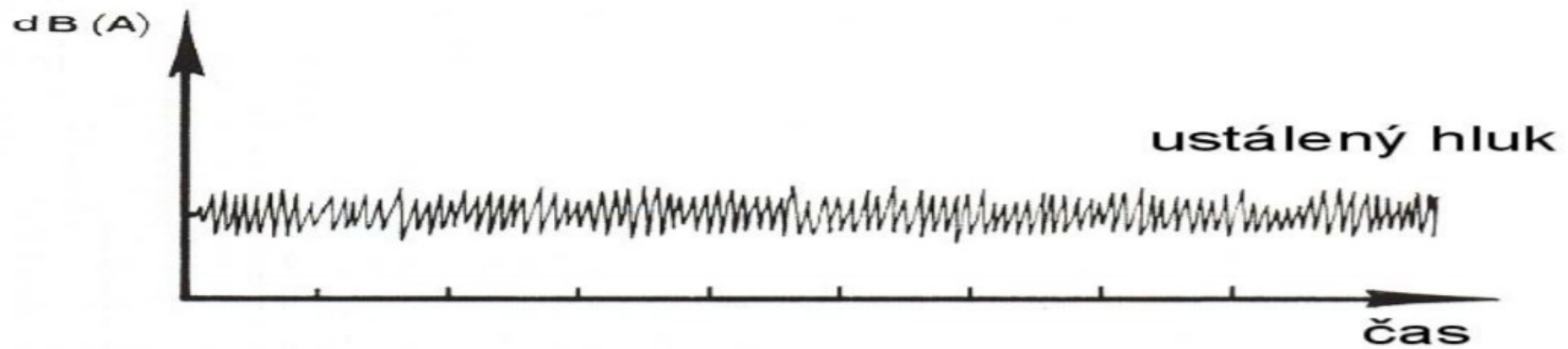
fixování akutních účinků

- ztráta sluchu resp. sluchové ztráty
- vznik hypertenze
- poškození srdce, infarkt myokardu
- snížení imunitních schopností organismu
- pocity únavy
- nepříznivé ovlivnění spánku, nespavost

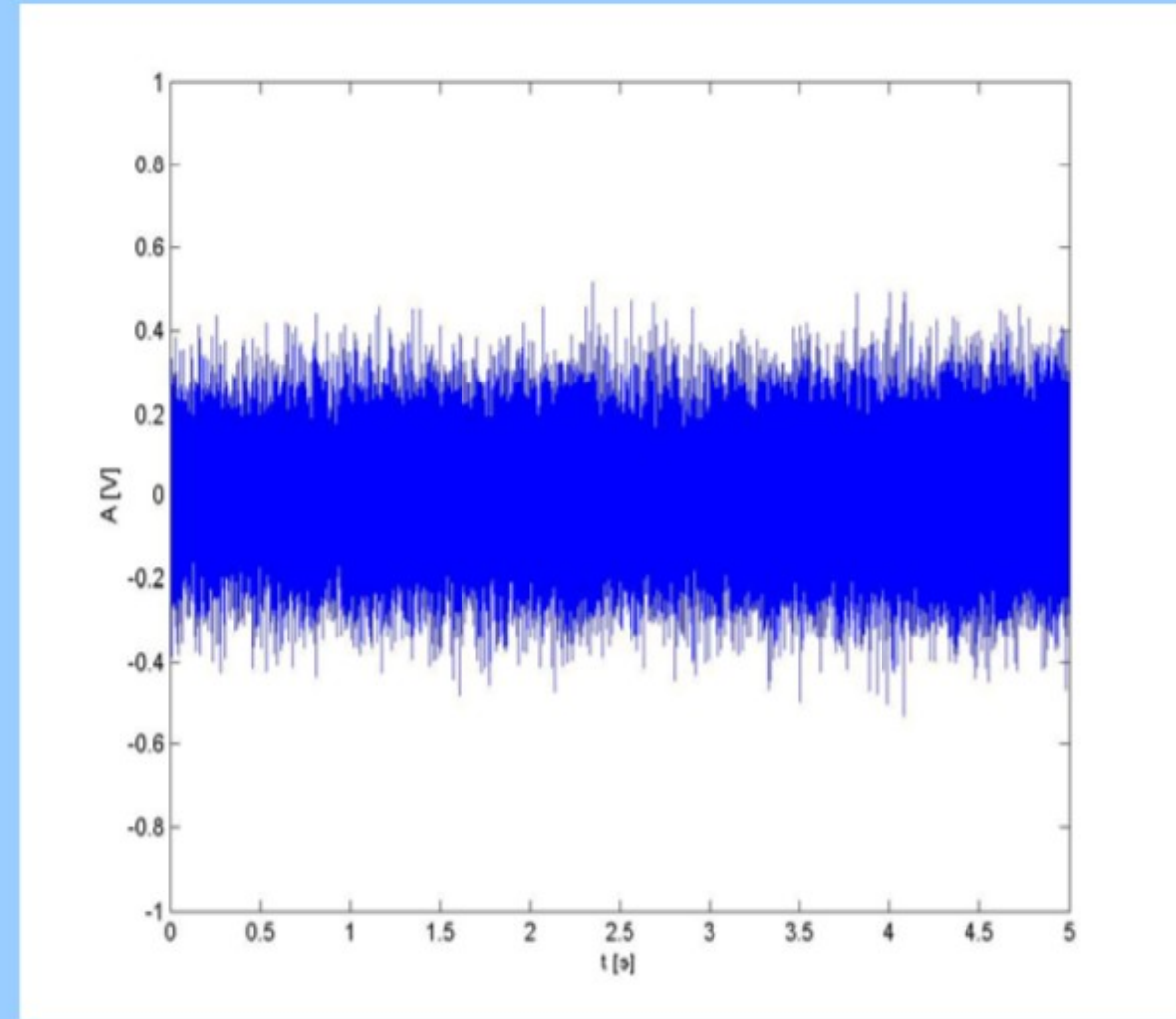
# Nemoci z povolání - sledování, statistiky



Obrázek 1 - Struktura hlášených případů nemocí z povolání podle krajů vzniku, zdroj: Státní zdravotní ústav

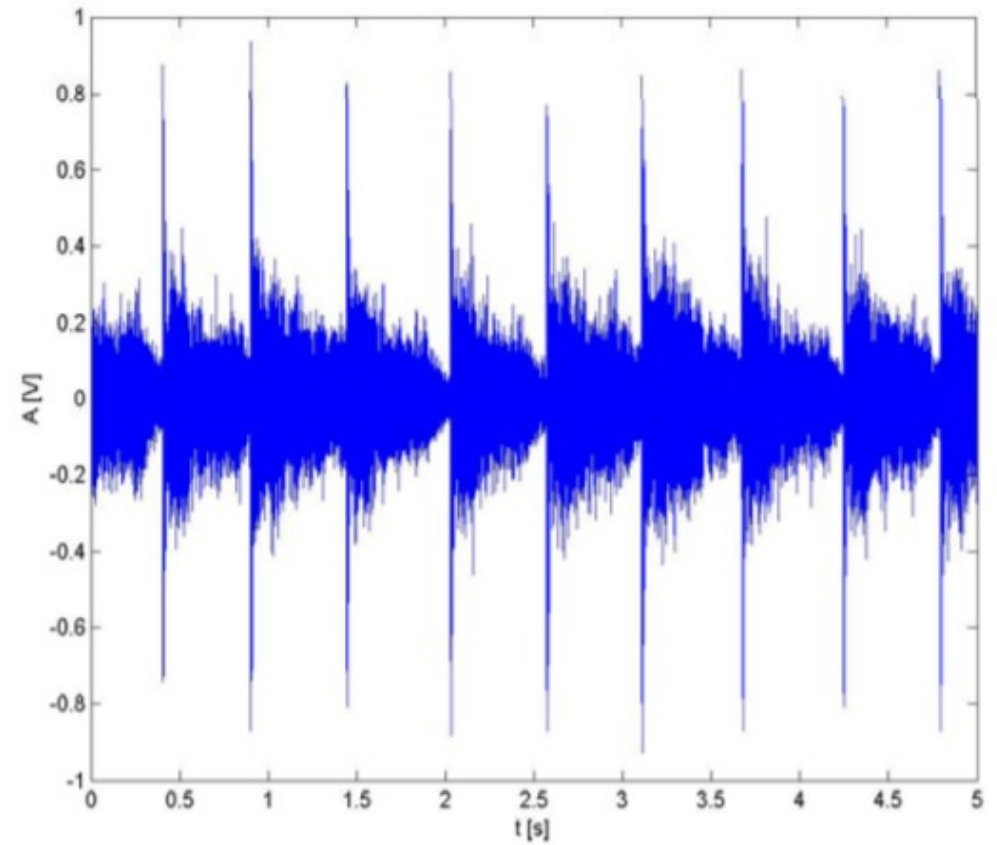


## Ustálený nebo proměnný hluk





# Impulsní hluk



Značení pracovišť a míst s nadměrnou expozicí  
hluku, zamezení přístupu,

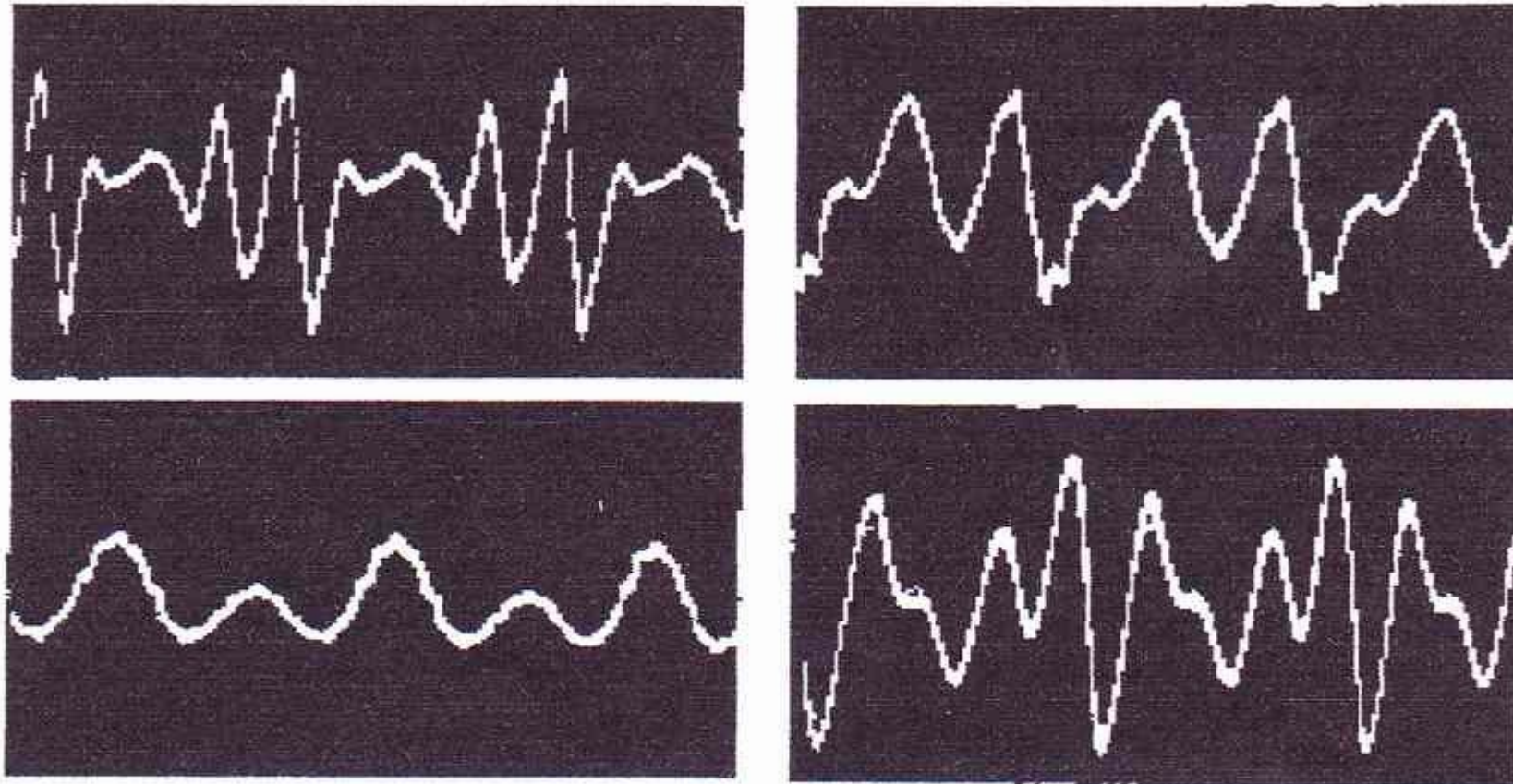
Zřízení odpočinkových místností

## **Chrániče sluchu**

- Při překročení nižší akční hodnoty 80 dB: musí být poskytnuty zaměstnavatelem
- Při překročení vyšší akční hodnoty 85 dB: musí být nošeny, zaměstnavatel zodpovídá za kontrolu!

## Vliv hluku na děti

- U dětí vystavených hluku - řada studií - prokázána nižší výkonnost v poznávacích úlohách, problémy se čtením nebo obtíže při výuce jazyků
- U malých dětí může mít hluk negativní vliv na osvojování si řeči
- Evropská agentura pro životní prostředí - poruchy učení kvůli hluku



Obr. 17 Grafický záznam tlaku vzduchu jednotlivých samohlásek (a, e, i, o)



A teacher survey found that

**80%** of teachers are stressed by classroom noise.

The illustration shows a woman with brown hair and glasses, wearing a teal long-sleeved shirt. She has a distressed expression and is holding her right hand to her forehead. The background is a solid yellow color with faint, scattered letters and words like 'CH', 'No', 'Soo', 'ow!', 'AI', and 'DA'.



Obecná škola



Bastardi



Učitelské povolání, patřící mezi společensky významné profese, je psychicky značně náročné. Klade vysoké požadavky na osobnost učitele, který je pod trvalou kontrolou veřejnosti. Výsledky výzkumu opakovaně potvrzují zvýšenou psychickou pracovní zátěž u této profese, na niž se zvýšenou měrou podílí tyto okolnosti a rizikové faktory práce:

- ❖ tlak na stálou přítomnost v práci bez ohledu na zdravotní a osobní důvody (obtížná zastupitelnost, nutné suplování kolegů),
- ❖ psychická pracovní zátěž (jedná se o práci pod časovým tlakem, spojenou s vysokými nároky v oblasti jednání a vzájemné kooperace a spojenou s rizikem ohrožení zdraví jiných osob),
- ❖ obtěžující hluk.

# Sluchové ústrojí - nemoci, poškození

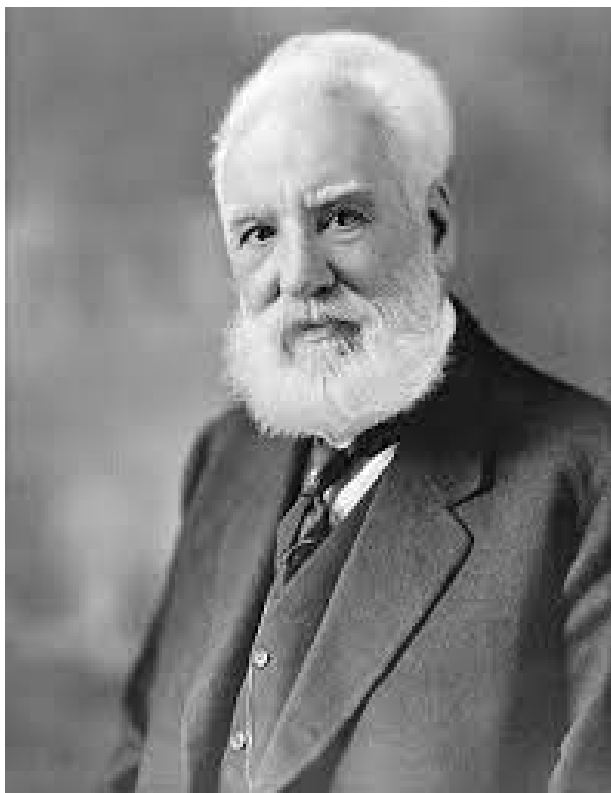
- ORL, foniatrické vyšetření, audiologické
- Hluchota
- Otitida - akutní zánět středního ucha
- Ucpání zevního zvukovodu
- Protržení bubínku
- Otoskleróza
- Úrazy hlavy
- Tinnitus
- Méniérova choroba
-

# Zvuk a zajímavosti





# Alexander Graham Bell



Ludwig van Beethoven



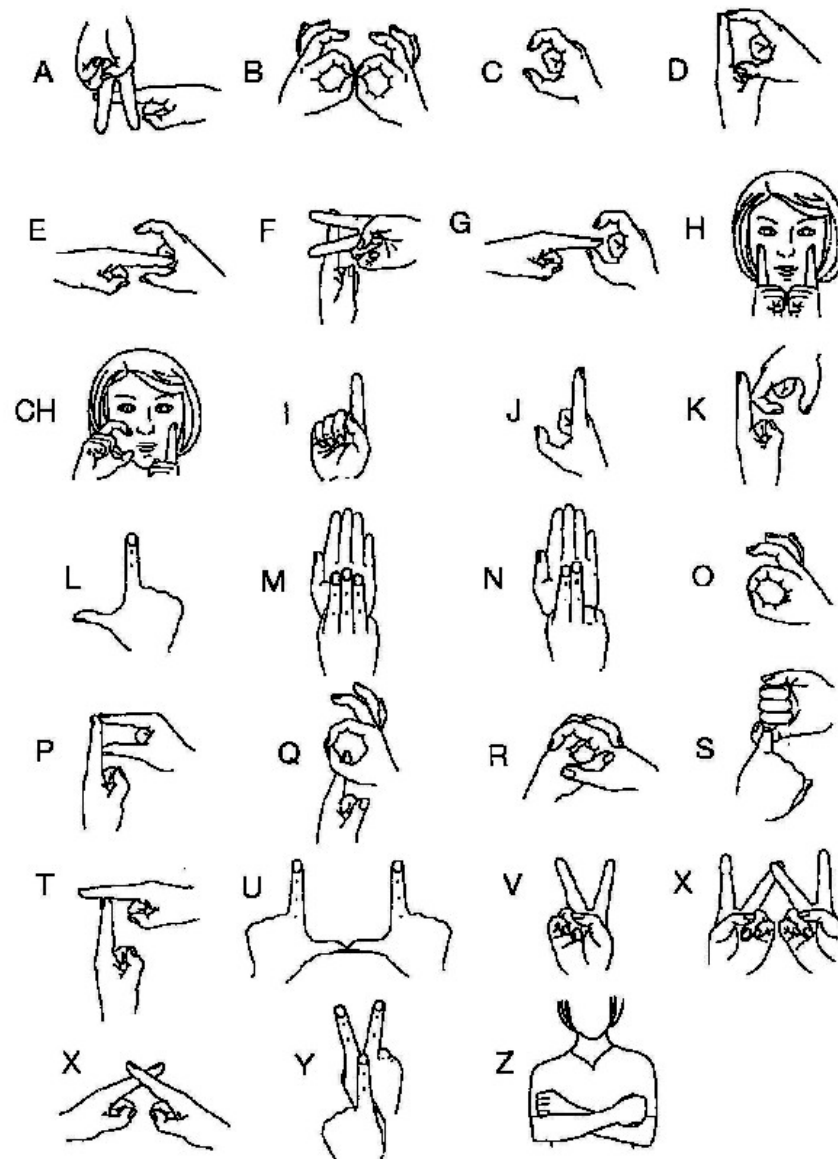
Bedřich Smetana



Zákon č. 384/2008 Sb., o komunikačních systémech neslyšících a hluchoslepých osob



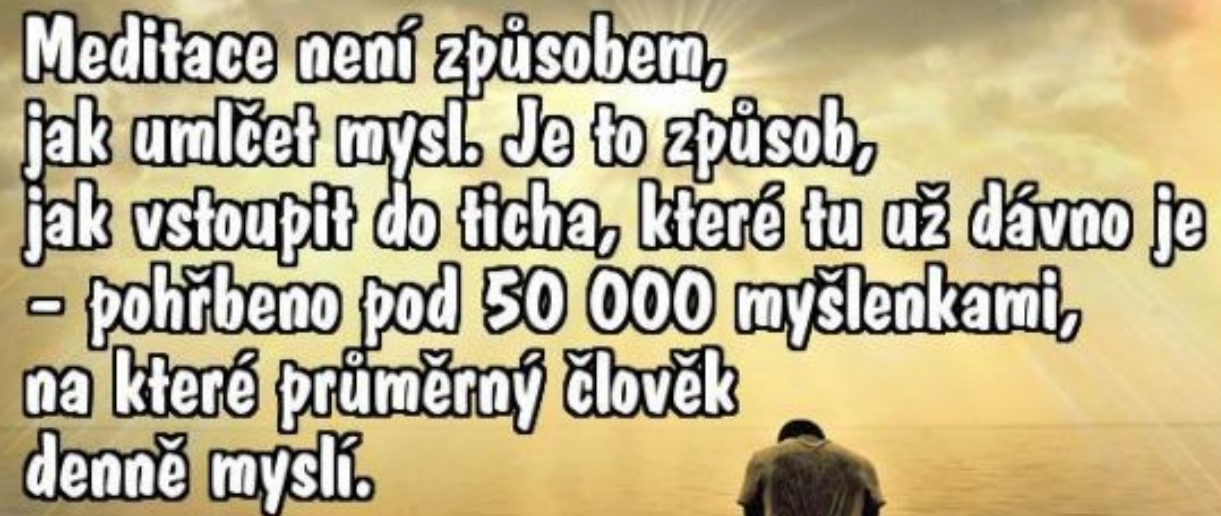
Prstová abeceda pro dvě ruce



# Ticho



- 
- Ticho má podstatně větší efekt na zklidnění a regeneraci než relaxační hudba. Ne nadarmo se říká, že léčí. Pojdme se podívat, kde v dnešní době tenhle podpultový balzám pro uši hledat a jak uprostřed všeho toho hluku dojít klidu. Lidé se navíc tichu záměrně vyhýbají, mají z něj strach.
- Zdroj:  
[https://www.idnes.cz/onadnes/vztahy/ticho-klid-meditace-terapie-hluk.A210507\\_153713\\_ona-vztahy\\_lisv](https://www.idnes.cz/onadnes/vztahy/ticho-klid-meditace-terapie-hluk.A210507_153713_ona-vztahy_lisv)
-

A person is standing on a beach, looking out at the ocean during a sunset. The sky is filled with warm, golden light, and the sun is low on the horizon, creating a silhouette of the person. The water reflects the light, and the overall atmosphere is peaceful and contemplative.

**Meditace není způsobem,  
jak umlčet mysl. Je to způsob,  
jak vstoupit do ticha, které tu už dávno je  
- pohřbeno pod 50 000 myšlenkami,  
na které průměrný člověk  
denně myslí.**

**\* Deepak Chopra**

# „Nejméně oblíbené zvuky“

- nadměrná reakce těla - zvýšení aktivity mezi emocionální a sluchovou částí mozku
- většinou tzv. idiosynkrazie = výrazná přecitlivělost (příp. odbor) na určitý vjem, osobu.... Také na zvuk
- součástí reakce je tělesná odpověď („běhá mráz po zádech, husí kůže“, rozbušení srdce aj.)

1. Vrzání nehtů po tabuli
2. Skřípot nože a vidličky po skle či talíři
3. Zvuk křídly po tabuli, nehtu
4. Polystyrén sunoucí se po skle
5. Zvuk zubařské vrtačky
6. Zvracení

# Další příklady

1. Skřípání nože o láhev;
2. Skřípání vidličky o sklenici;
3. Skřípání křídly o tabuli;
4. Skřípání pravítka o láhev;
5. Skřípání nehtů o tabuli;
6. Ženský vřískot;
7. Bruska
8. Kvílení brzd;
9. Dětský pláč;
10. Elektrická vrtačka.



<https://mp3zvuky.cz/komar/>



120 dB

# Nejoblíbenější zvuky

- Praskající oheň
- Zvuk deště
- Praskání sněhu – nová vrstva, chůze nebo pohyb v něm (první)
- Lehnutí do postele, peřiny
- Zvuk při přistání letadla (z pozice pasažéra)
-

356

Je něco úplnější  
než ticho?

HONORÉ BALZAC

357

Velmi silný je ten,  
kdo dovede být zticha,  
i když je v právu.

CATO

358

Mlčení není ctností,  
když milosrdenství žádá slovo.

ABBA POEMEN

359

Mnoho slyš, málo mluv.

PITTAKOS

360

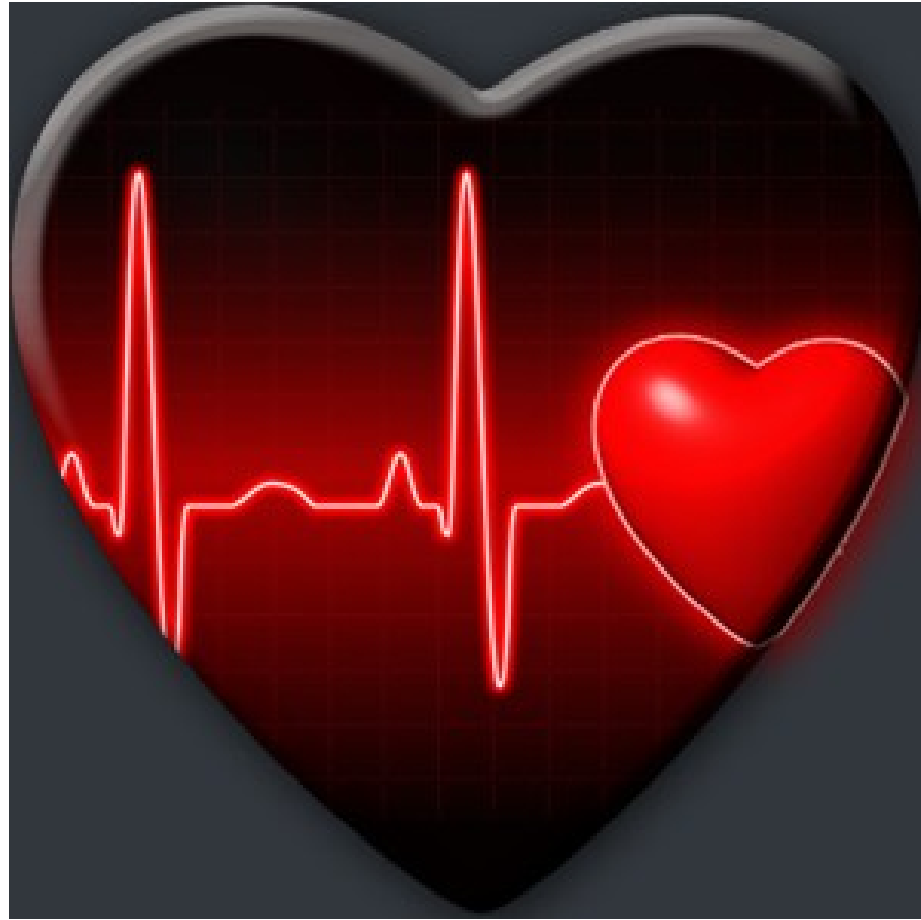
Pokud chceš žít klidně,  
poslouchej, dívej se a mlč.

CICERO



*Dopřej si každý den  
tichou chvíli*





## Japonští bubeníci YAMATO



<https://www.hudebniknihovna.cz/slavni-bubenici-yamato-oslavi-v-cechach-dvacate-narozeny.html>

