

# Fyzikální faktory prostředí a jejich vliv na zdraví

## Hluk a elektromagnetické záření

Andrea Dalecká

Ochrana veřejného zdraví



# CO JE ZVUK? A CO JE HLUK?

## ZVUK

- Zvuk je kmitání částic šířící se vzduchem ve formě zvukové (či akustické) vlny.
- Prostor, kterým se zvuková vlna šíří, se nazývá zvukové pole.
- Věda o zvuku se nazývá akustika.

## HLUK

- Hluk je jakýkoliv nepříjemný, rušivý nebo nebezpečný zvuk.
- Hlavní **zdroje hluku**:
  - Doprava
  - Hluk v pracovním prostředí
  - Hluk související s bydlením a s trávením volného času



# ZÁKLADNÍ VELIČINY A JEDNOTKY

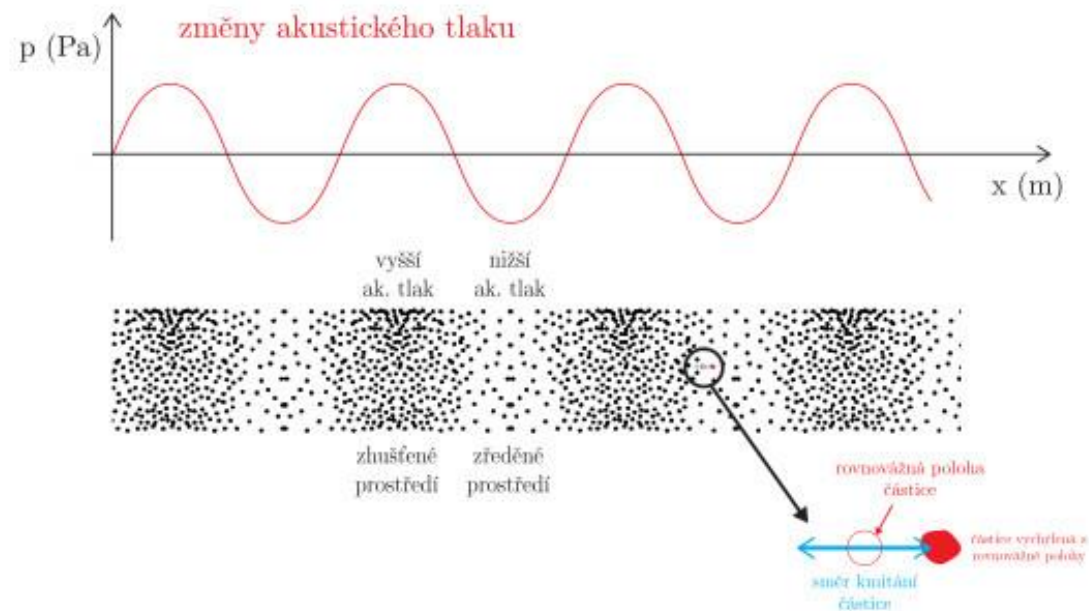
## AKUSTICKÝ TLAK ( $p$ )

- Akustický tlak je kolísání tlaku stlačitelného média (vzduchu), ve kterém se šíří zvuk.
- Jednotka akustického tlaku v soustavě SI je stejná jako jednotka tlaku vzduchu – 1 Pascal (Pa).
- Nejnižší akustický tlak, který je ještě lidským uchem vnímán, se nazývá **práh slyšitelnosti**.
- Nejvyšší akustický tlak, který ještě lidské ucho snese, se nazývá **práh bolesti**.
- Zvukový tlak prahu bolesti je milionkrát vyšší, než tlak prahu slyšitelnosti.

## HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU ( $L$ )

- Logaritmické vyjádření akustického tlaku.
- $L_{den}$  vyjadřuje hladinu hluku za období den, večer, noc.
- Jednotkou je 1 decibel (dB)

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$$



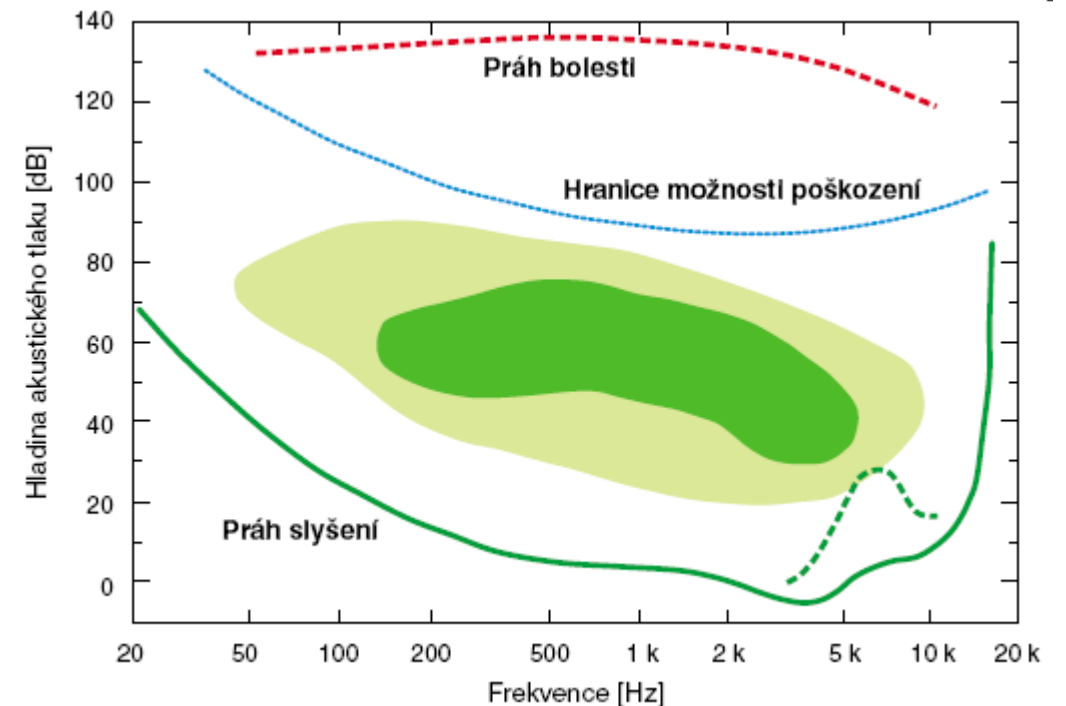
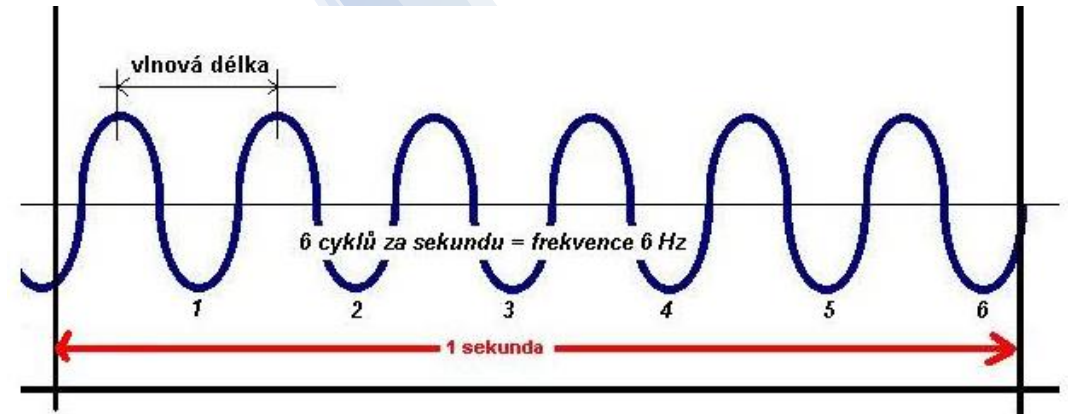
# ZÁKLADNÍ VELIČINY

## FREKVENCE (KMITOČET)

- Fyzikální veličina udávající počet opakování děje za jednotku času.
- Jednotkou je 1 Hz
- Slyšitelné frekvence jsou v rozmezí 16 Hz až 20 kHz.
- **INFRAZVUK** a **ULTRAZVUK** leží pod a nad slyšitelné pásmo frekvencí.

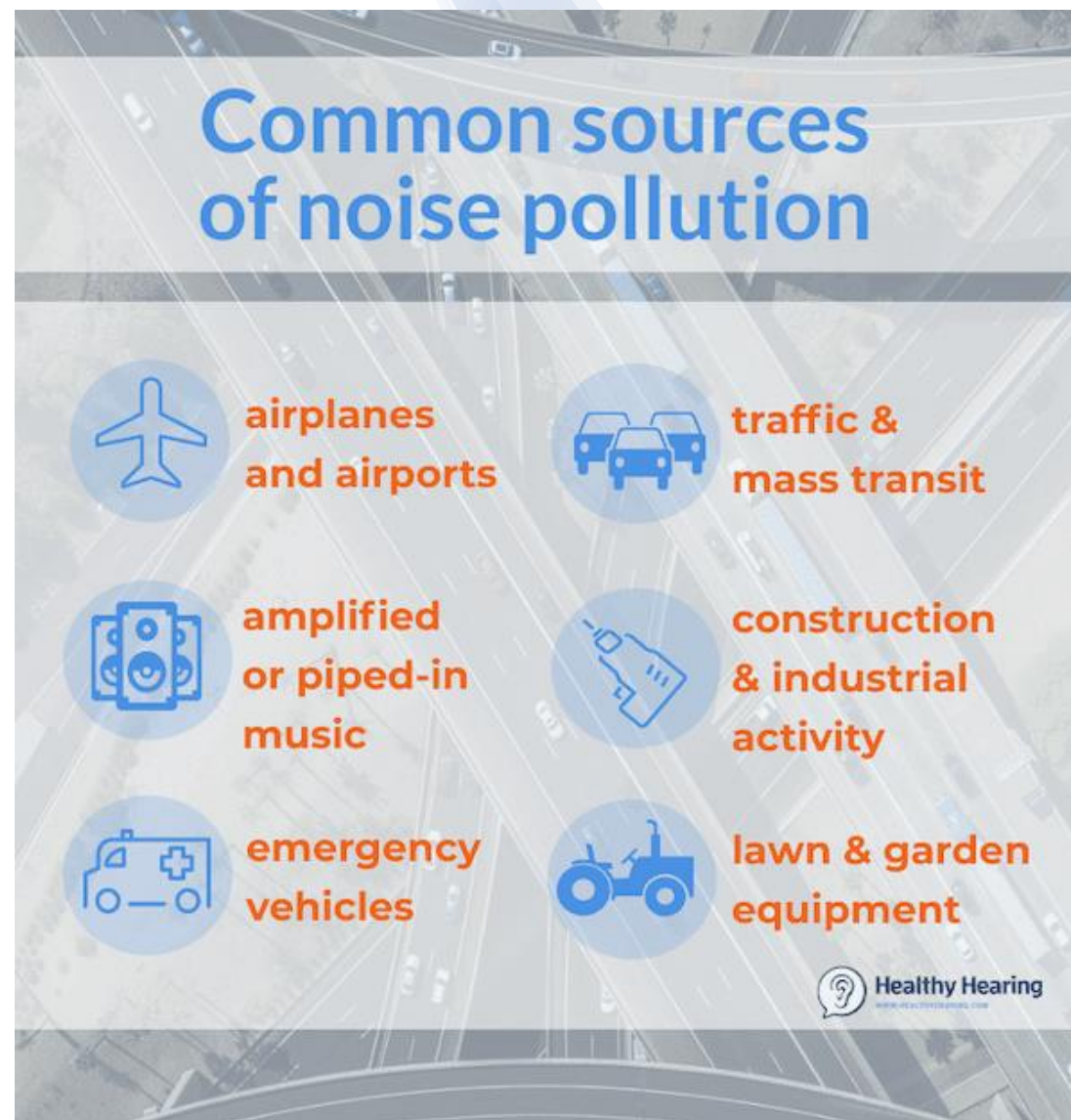
## SLUCHOVÉ POLE

- Pole definované hladinou akustického tlaku a frekvencí.
- Pole zvuku, na které je citlivé ušní bubínek.
- U zdravého člověka je v rozmezí od -10 - 20 dB a 16 - 20 000 Hz.

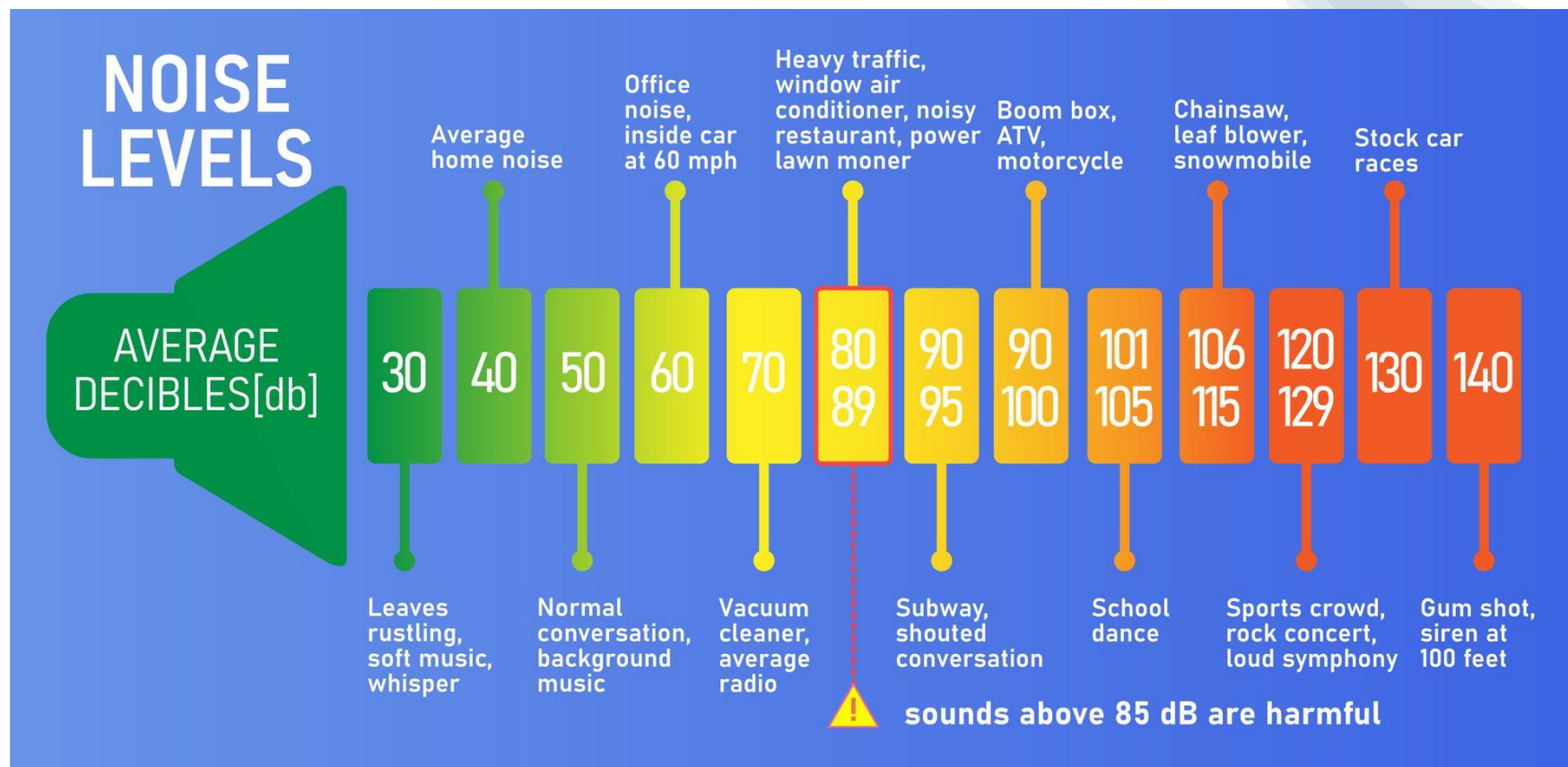


# BĚŽNÉ ZDROJE HLUKU

- Hluk z automobilové a železniční dopravy
- Hluk z letecké dopravy
- Hluk z průmyslu
- Pracovní hluk
- Hluk z venkovních aktivit (výstavba, výkopové práce, úprava zelených ploch)
- Hluk ze zemědělské činnosti
- Hluk ze zábavního průmyslu
- Hluk z poslechových zařízení



# ZDROJE HLUKU A JEJICH INTENZITA



# ÚČINKY HLUKU NA ORGANISMUS - SLUCHOVÉ

## AKUTNÍ ÚČINKY

- poškození bubínku a převodních kůstek při expozici hladině akustického tlaku A od 120 – 130 dB

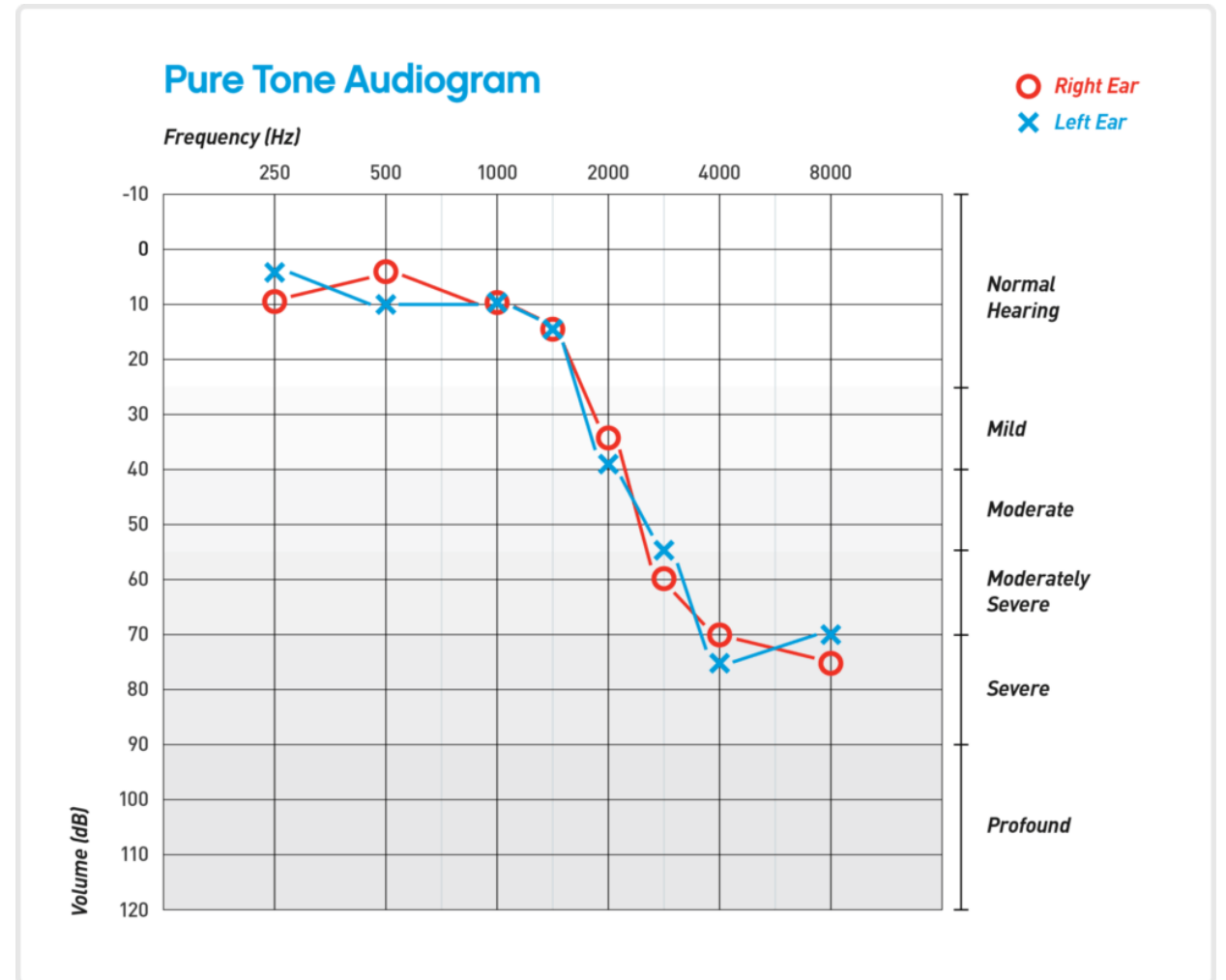
## CHRONICKÉ ÚČINKY

- poškození vnitřního ucha při dlouhodobé expozici hladině akustického tlaku A nad 85 dB
- Ztráta sluchu resp. sluchové ztráty
- Sluchové ztráty je možné objektivně měřit pomocí metody audiometrie.



# MĚŘENÍ SLUCHOVÝCH ZTRÁT AUDIOMETRIE

- **Tónová audiometrie** je elektroakustická vyšetřovací metoda sluchu.
- Je jednou z metod vyšetření sluchu, kdy se pomocí tónového generátoru testuje citlivost sluchu na jednotlivé tóny.
- Provádí se přístrojem - audiometrem, který generuje tóny určité frekvence a intenzity.





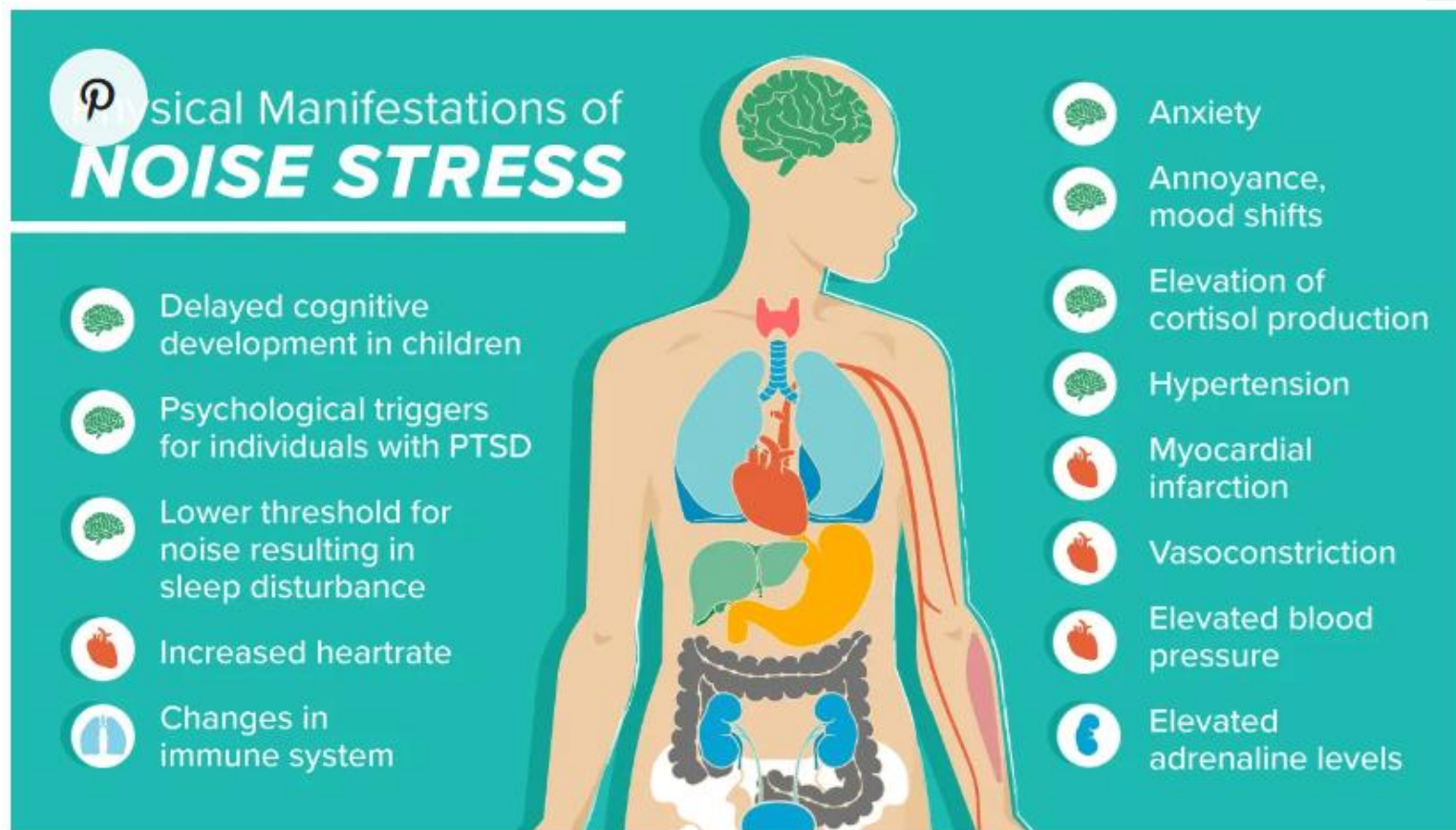
# OSOBNÍ POSLECHOVÁ ZAŘÍZENÍ (OPZ) A SLUCHOVÉ ZTRÁTY U ADOLESCENTŮ A MLADÝCH DOSPĚLÝCH

- Existuje významná souvislost mezi vysokým vystavením hluku ze sluchátek a ztrátou sluchu u mladých dospělých.
- Podle odhadů Evropské unie by **5–10 % uživatelů OPZ** mohlo vyvinout trvalou ztrátu sluchu, pokud budou poslouchat na vysoké hlasitosti více než hodinu denně.
- Jak minimalizovat riziko sluchových ztrát?
  - **Omezení hlasitosti:** Doporučuje se udržovat hlasitost pod 85 dB a omezit dobu poslechu.
  - **Použití kvalitních sluchátek:** Sluchátka s dobrou pasivní nebo aktivní funkcí potlačení hluku mohou pomoci snížit potřebu zvyšování hlasitosti.
  - **Pravidelné přestávky:** Je důležité dávat uším čas na odpočinek a vyhýbat se dlouhodobému vystavení hlučným podmínkám.



# ÚČINKY HLUKU NA LIDSKÉ ZDRAVÍ - MIMOSLUCHOVÉ

- Účinek na různé funkce organismu.
- Reakce vegetativního a hormonálního systému prostřednictvím stresu a tomu odpovídající obraně organismu.



# ÚČINKY HLUKU NA ORGANISMUS - MIMOSLUCHOVÉ

Noise levels from road traffic that are greater than 55 dB  $L_{den}$  affect an estimated **125 million people** – **one in four Europeans**.



 **> 55dB  $L_{den}$**



**Annoyance**



**20 000 000**

Almost 20 million Europeans are annoyed by environmental noise.

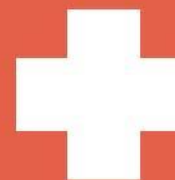
**Sleep disturbance**



**8 000 000**

At least 8 million Europeans suffer sleep disturbance due to environmental noise.

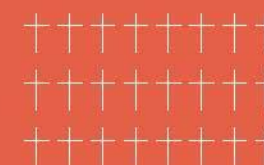
**Health impacts**



**43 000**

Noise pollution causes 43 000 hospital admissions in Europe per year.

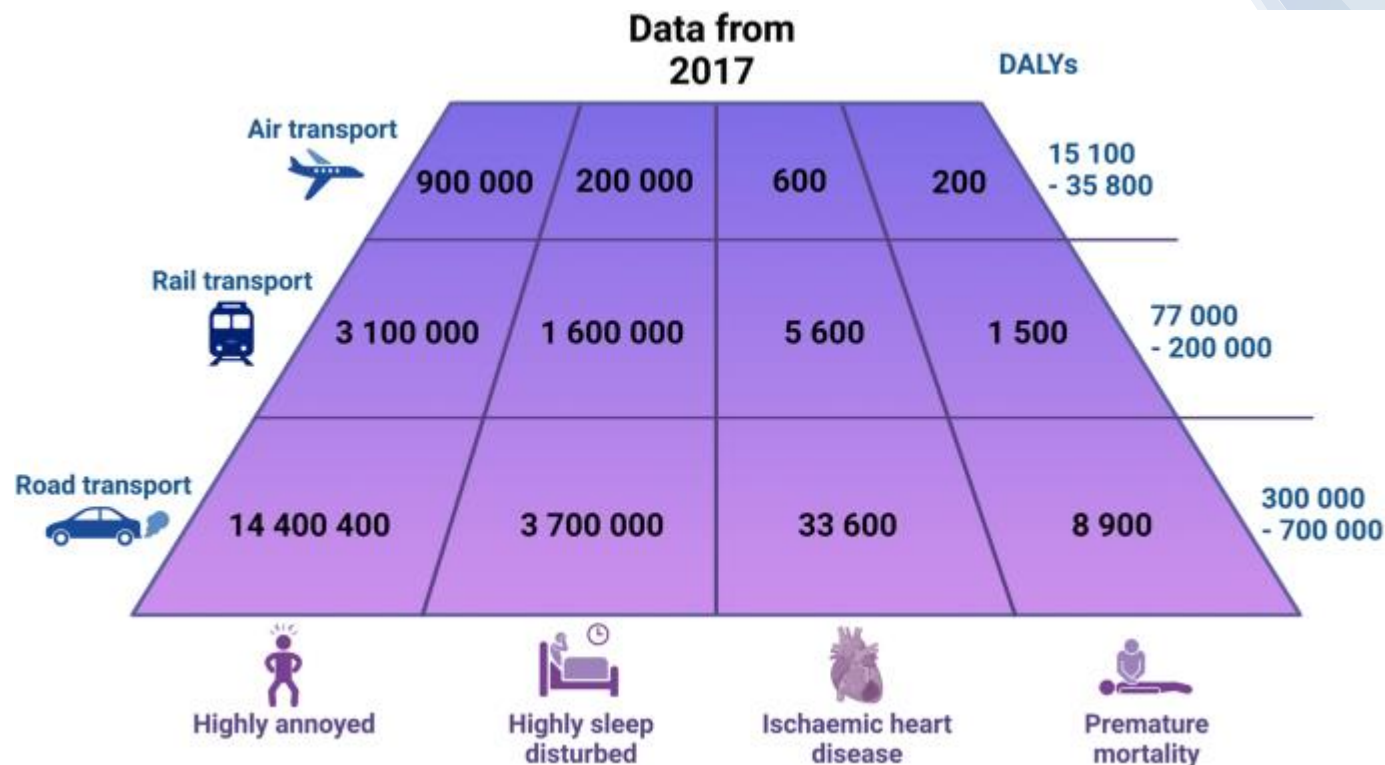
**Premature deaths**



**10 000**

Noise pollution causes hypertension and cardiovascular disease, leading to an estimated 10 000 premature deaths annually in Europe.

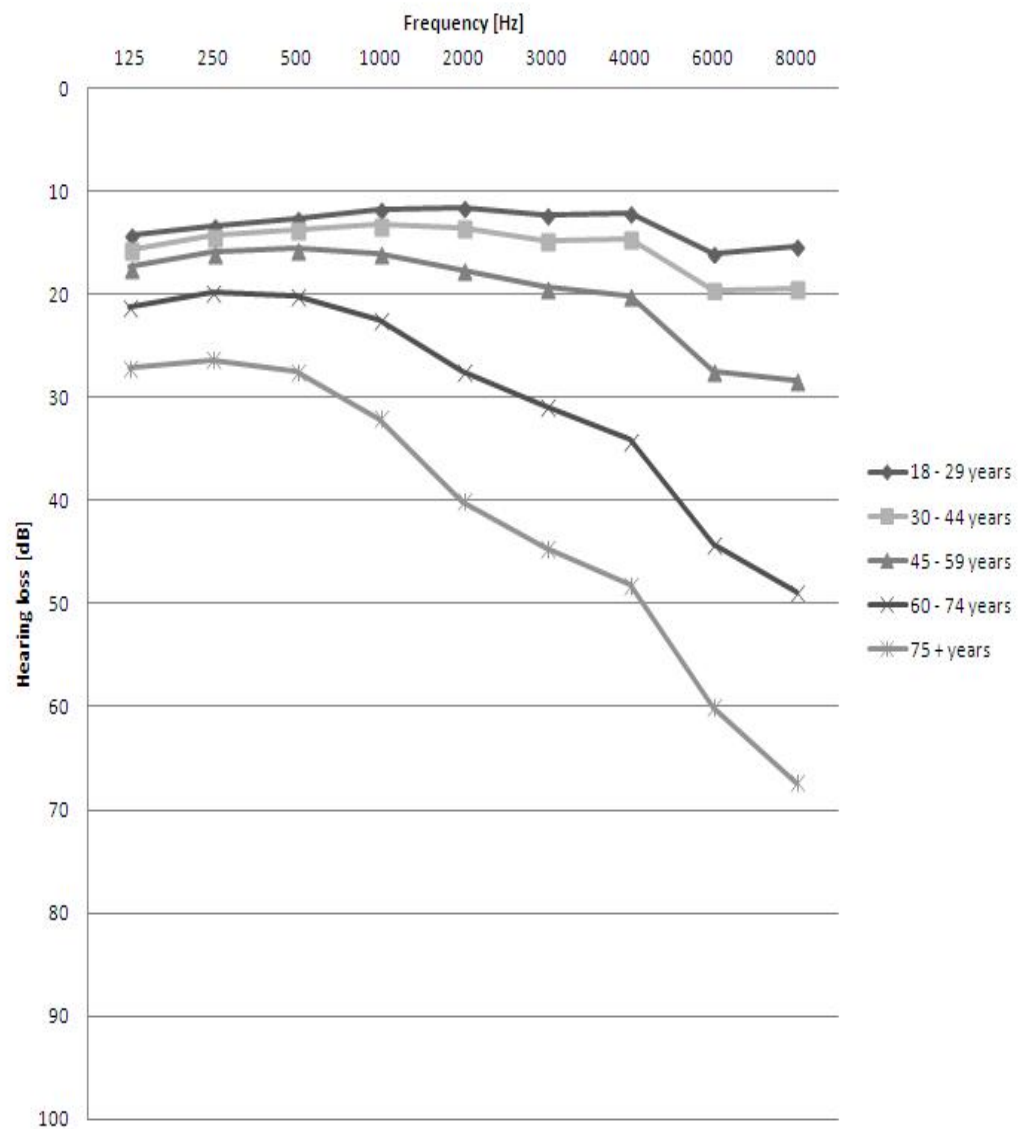
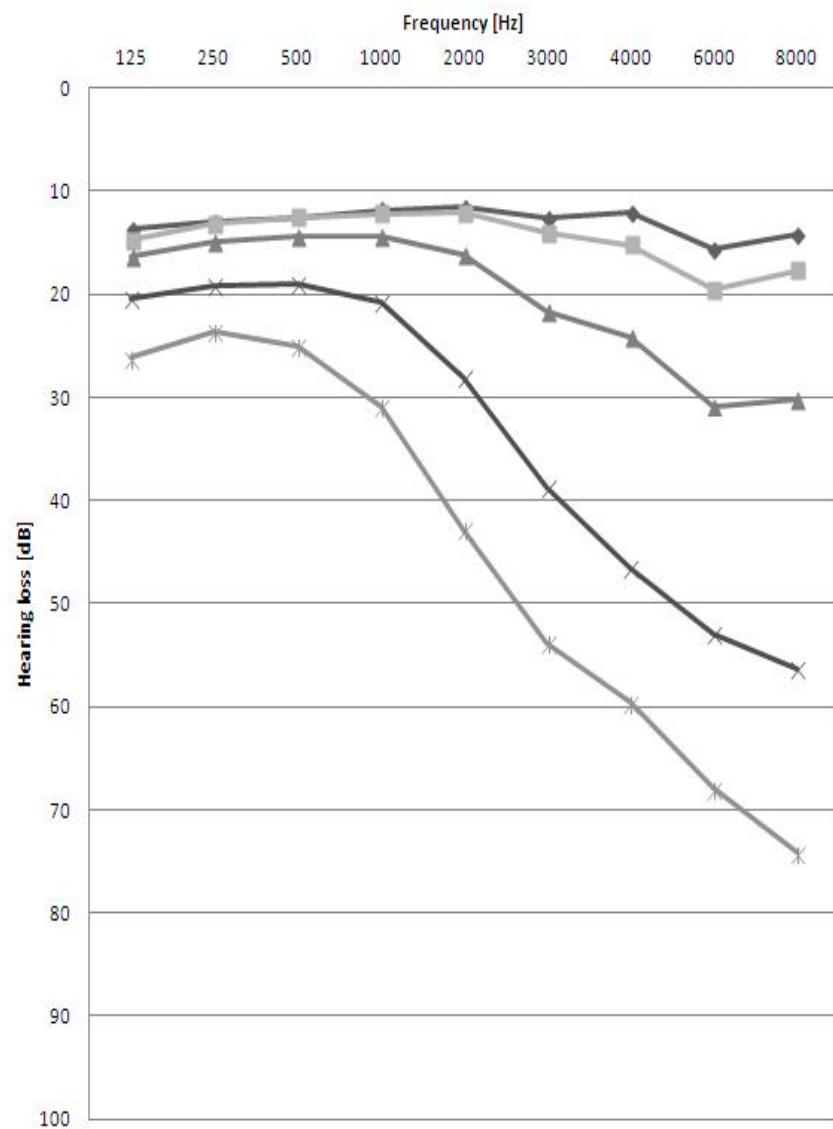
# Zdravotní zátěž způsobená nadlimitní expozicí hluku



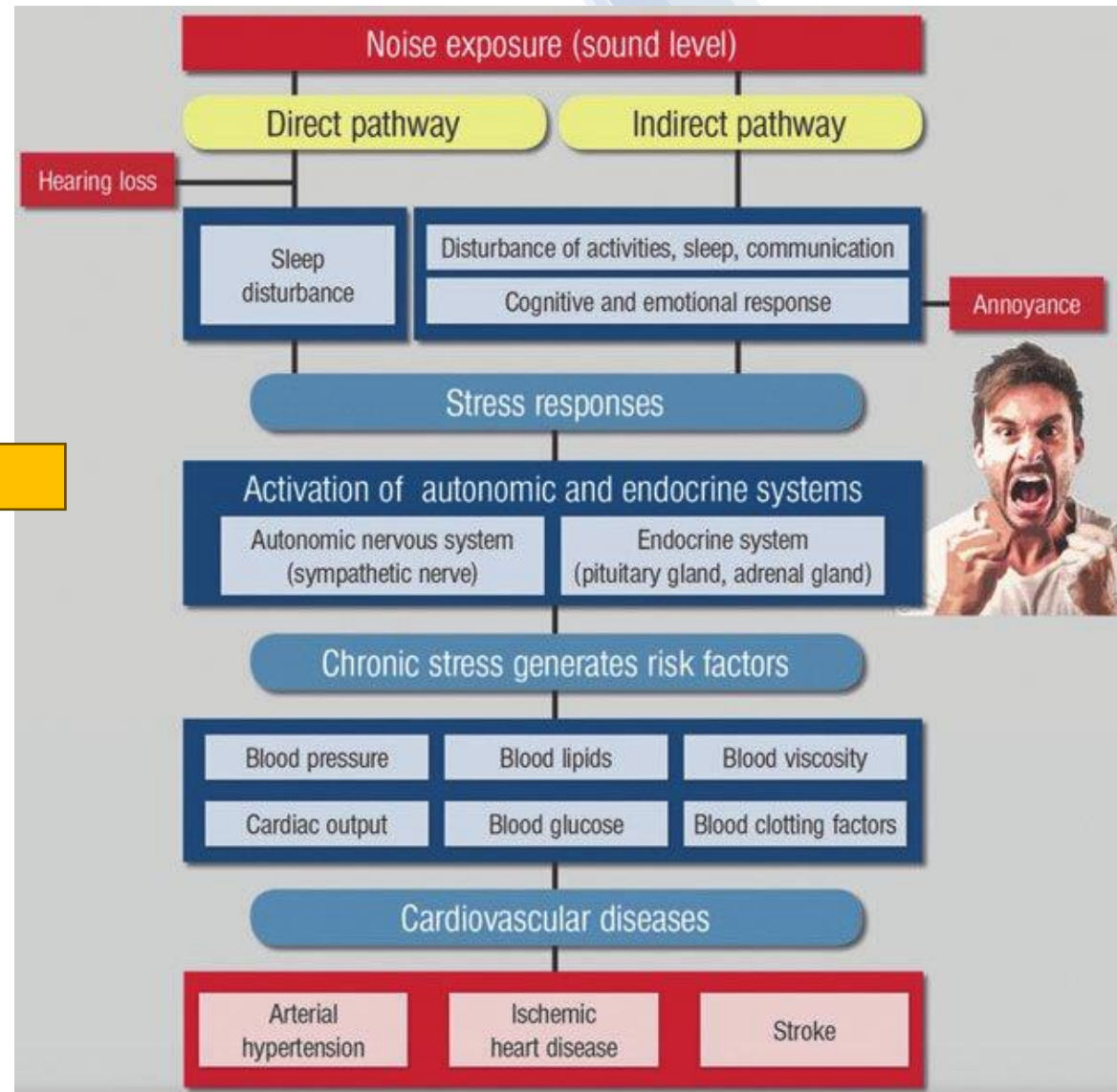
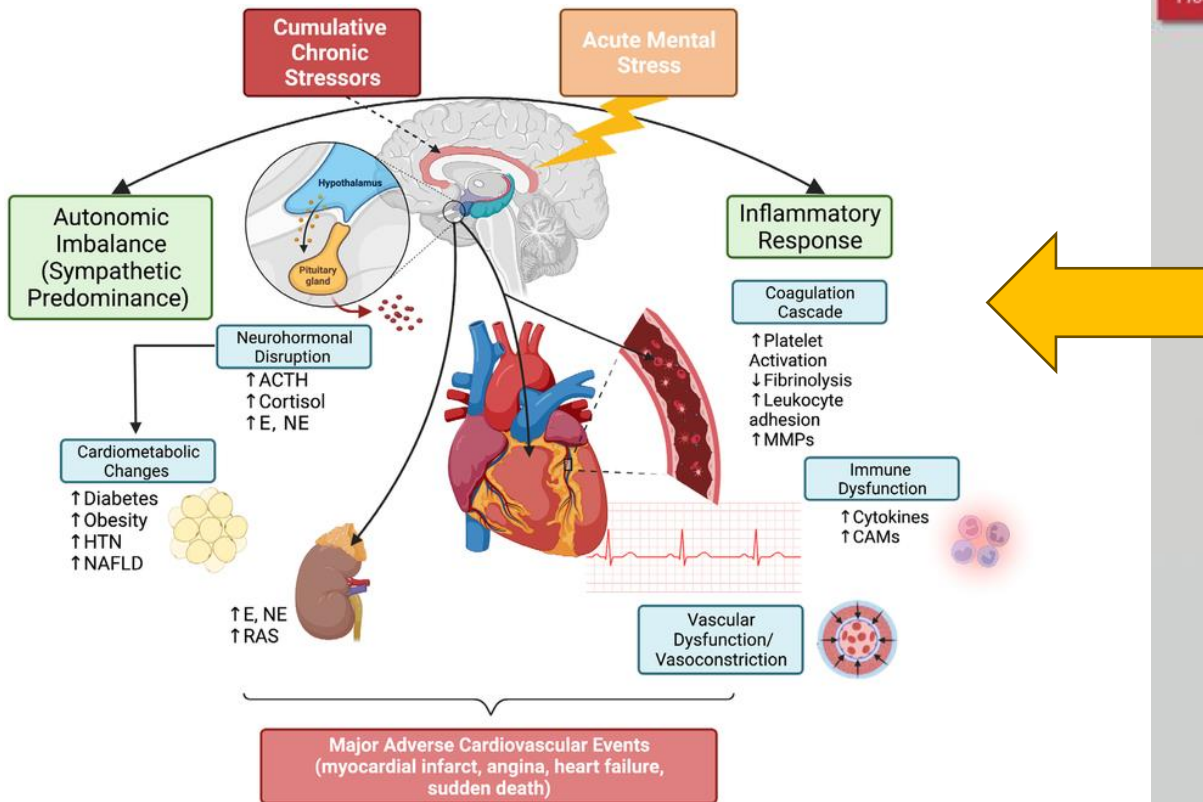
Hahad, O., *et al.* Noise and mental health: evidence, mechanisms, and consequences. *J Expo Sci Environ Epidemiol* (2024).  
<https://doi.org/10.1038/s41370-024-00642-5>

- DALY (Dissability-Adjusted Life Years)
- 1 DALY se rovná ztrátě jednoho roku života v důsledku nemoci, úmrtí nebo obojího.
- Na celkové zátěži nemocí způsobené hlukem v životním prostředí se nejvíce podílí obtěžování a poruchy spánku, a to z důvodu velkého počtu postižených osob.

# SLUCHOVÉ ZTRÁTY A VĚK



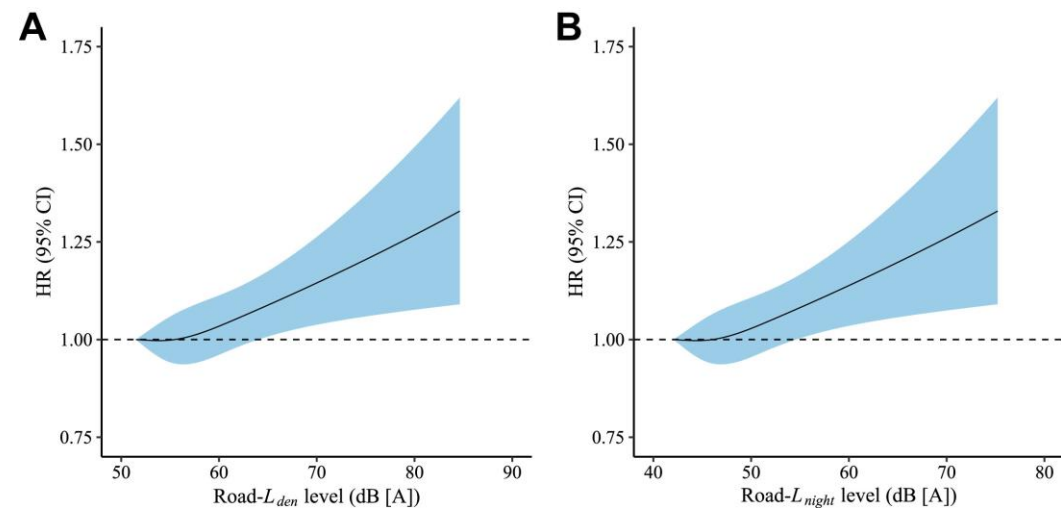
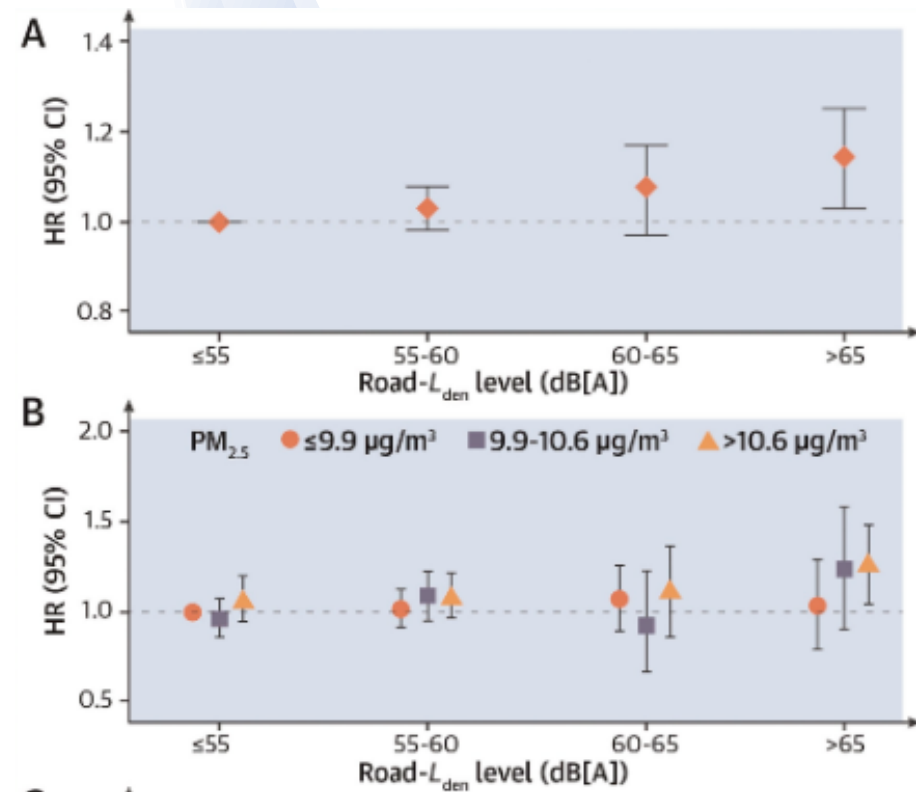
# MECHANISMUS PŮSOBNÍ HLUKU NA KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM



# VLIV HLUKU NA HYPERTENZI

- Data ze studie UK Biobank
- Na začátku studie byl vybrán vzorek 240 000 účastníků bez hypertenze.
- Hluk ze silniční dopravy byl odhadnut na základě adresy bydliště účastníků.
- Incidence hypertenze byla zjišťována z lékařských záznamů.
- Doba sledování v průměru 8,1 let.
- Pro hodnocení asociace byly vypočteny Hazard Ratios (HR)
- Výsledky adjustovány pro řadu zkreslujících faktorů (kovariátů).

Huang, J, et al. Road Traffic Noise and Incidence of Primary Hypertension: A Prospective Analysis in UK Biobank. *JACC Adv.* 2023 Mar, 2 (2) .

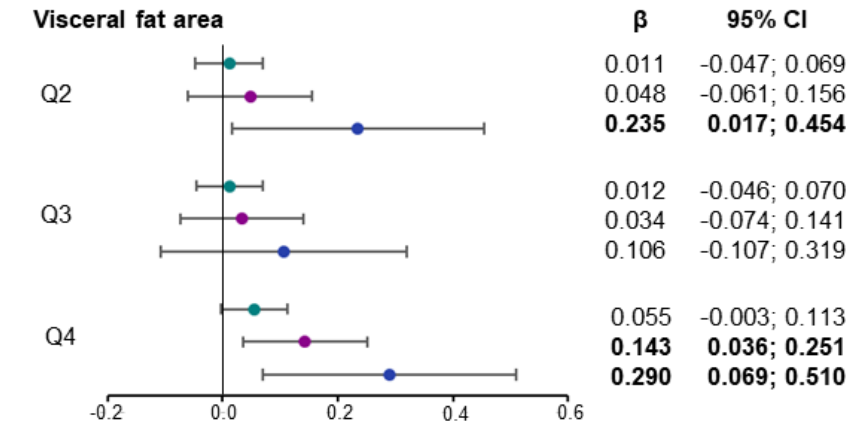
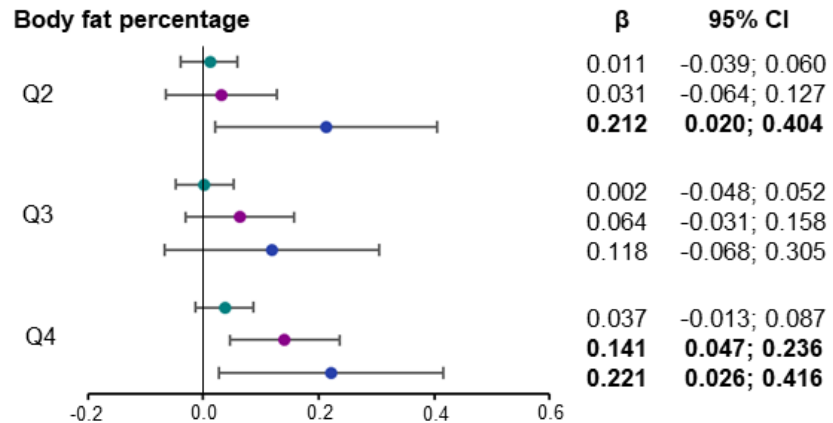
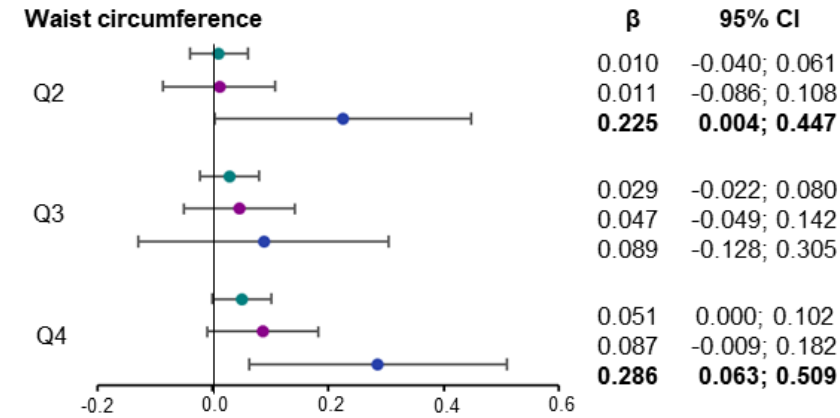
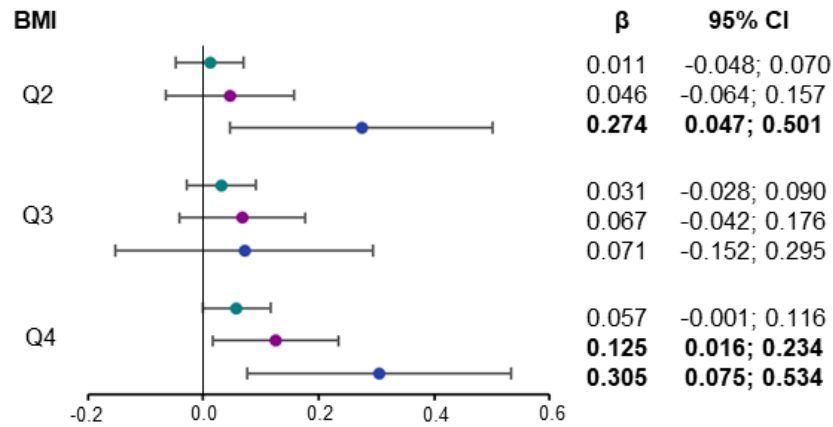


# VLIV HLUKU NA ADIPOZITU

- Data ze studie Kardiovize
- Dospělí účastníci žijící v Brně
- Adipozita (množství tuku v těle) měřena pomocí biomarkerů BMI, obvod pasu, % viscerálního tuku, % celkového tuku

Výzkumné otázky:

1. Existuje asociace mezi expozicí hluku (vyjádřeno kvartily) a biomarkery adipozity?
2. Může depresivní symptomy prohloubit negativní vliv hluku na adipozitu?



● 0-4 depressive symptoms

● 5-9 depressive symptoms

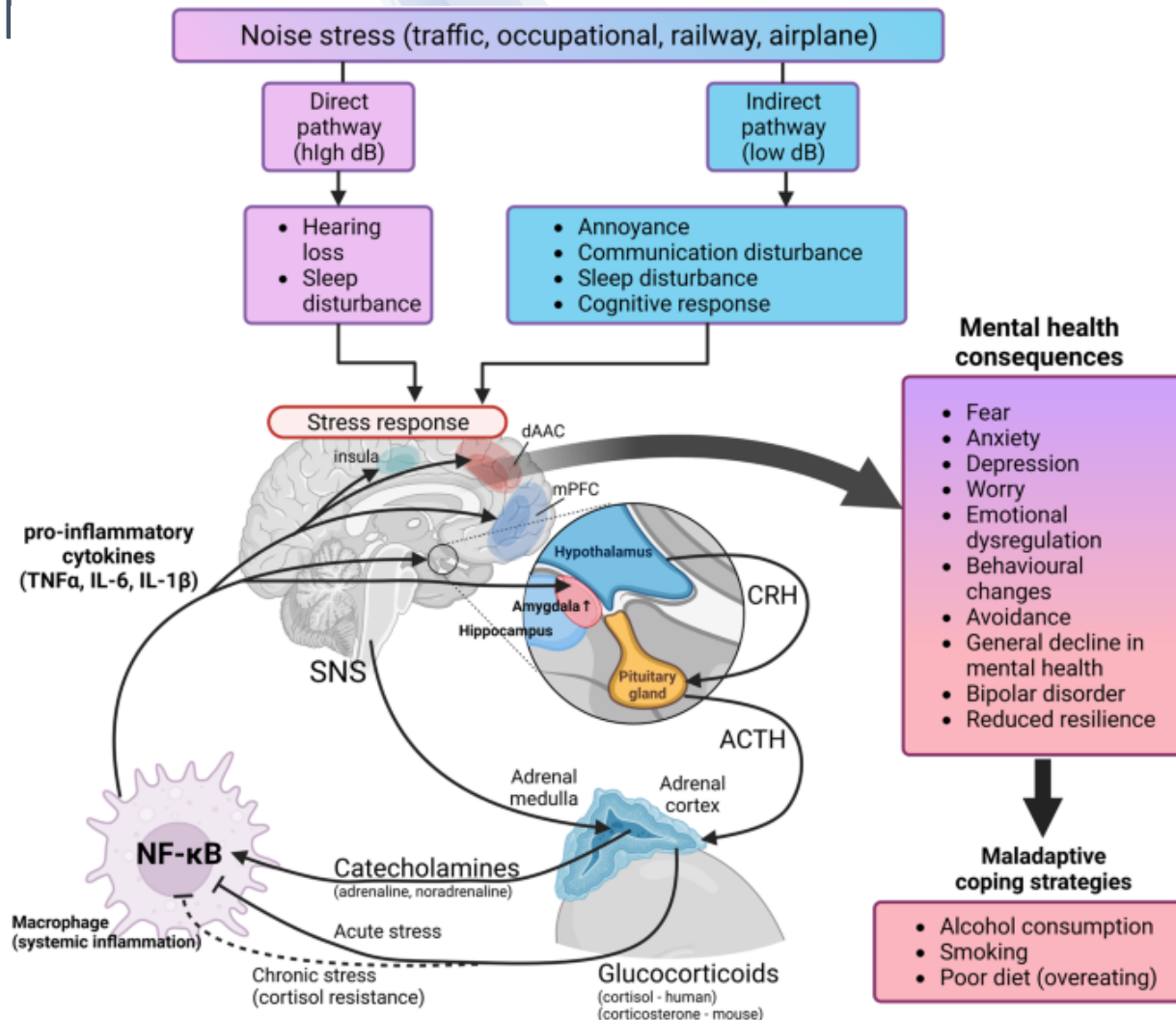
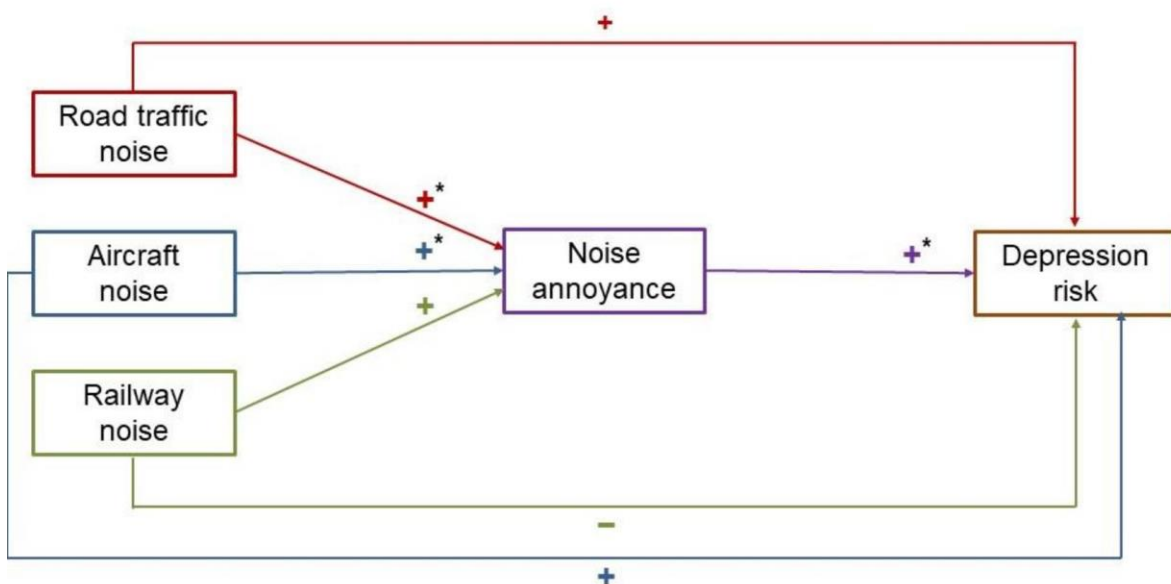
● ≥10 depressive symptoms

Bartošková et al. Depressive symptoms modify the association between noise and adiposity biomarkers: Evidence from a population study of Czech adults. IJHEH, 263 (2025) 114481



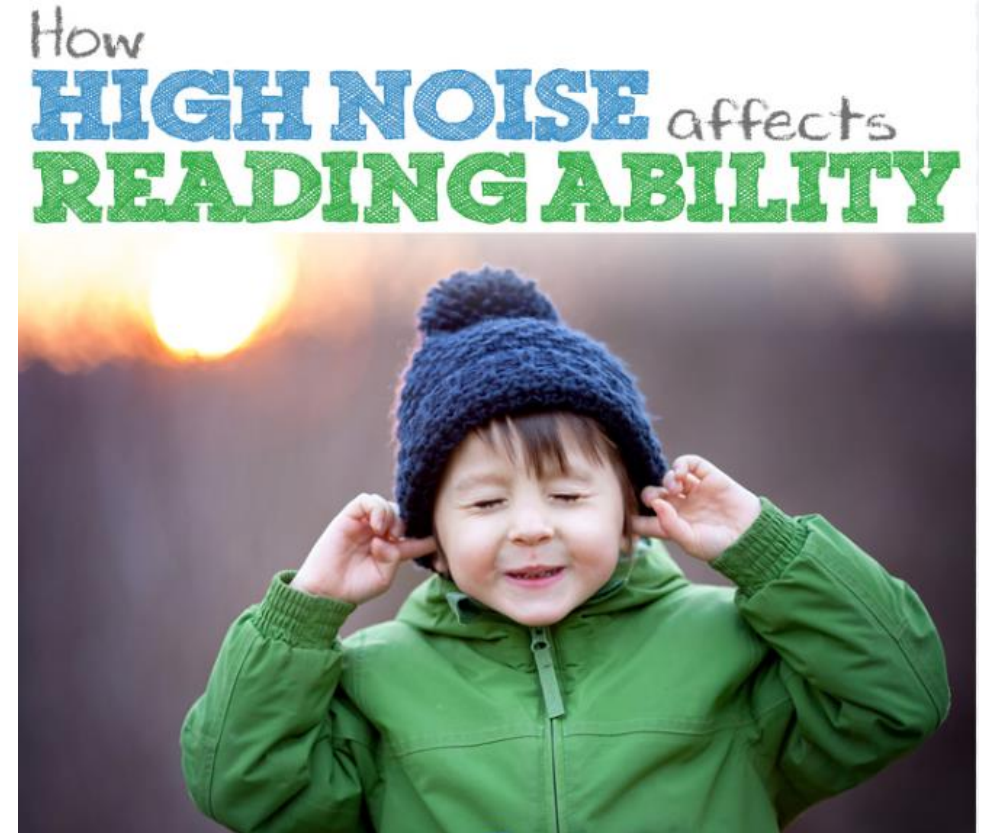
# VLIV HLUKU NA MENTÁLNÍ ZDRAVÍ

- Lidé dlouhodobě obtěžováni hlukem mají větší sklony mít problémy se spánkem, což může přispívat ke zvýšení hladiny stresu a výskytu psychických poruch, včetně deprese a úzkosti.



# VLIV HLUKU NA KOGNITIVNÍ FUNKCE V DĚTSKÉM VĚKU

- Hluk může působit jako pozitivní stimulant pro zvládnání jednoduchých a krátkodobých úkolů.
- U složitějších úkolů dochází ke zhoršení kognitivních schopností dětí (čtení, pozornost, řešení problémů a zapamatování).
- Hluk může také po určité době negativně ovlivnit výkonnost.
- Ve školách v okolí letišť vědci pozorovali snížené čtenářské schopnosti žáků.
- U dětí v hlučnější oblasti byla zjištěna zvýšená sympatická aktivita, zvýšená úroveň stresových hormonů a zvýšený klidový krevní tlak.



# EXPOZICE HLUKU PŘEDČASNĚ NAROZENÝCH NOVOROZENCŮ

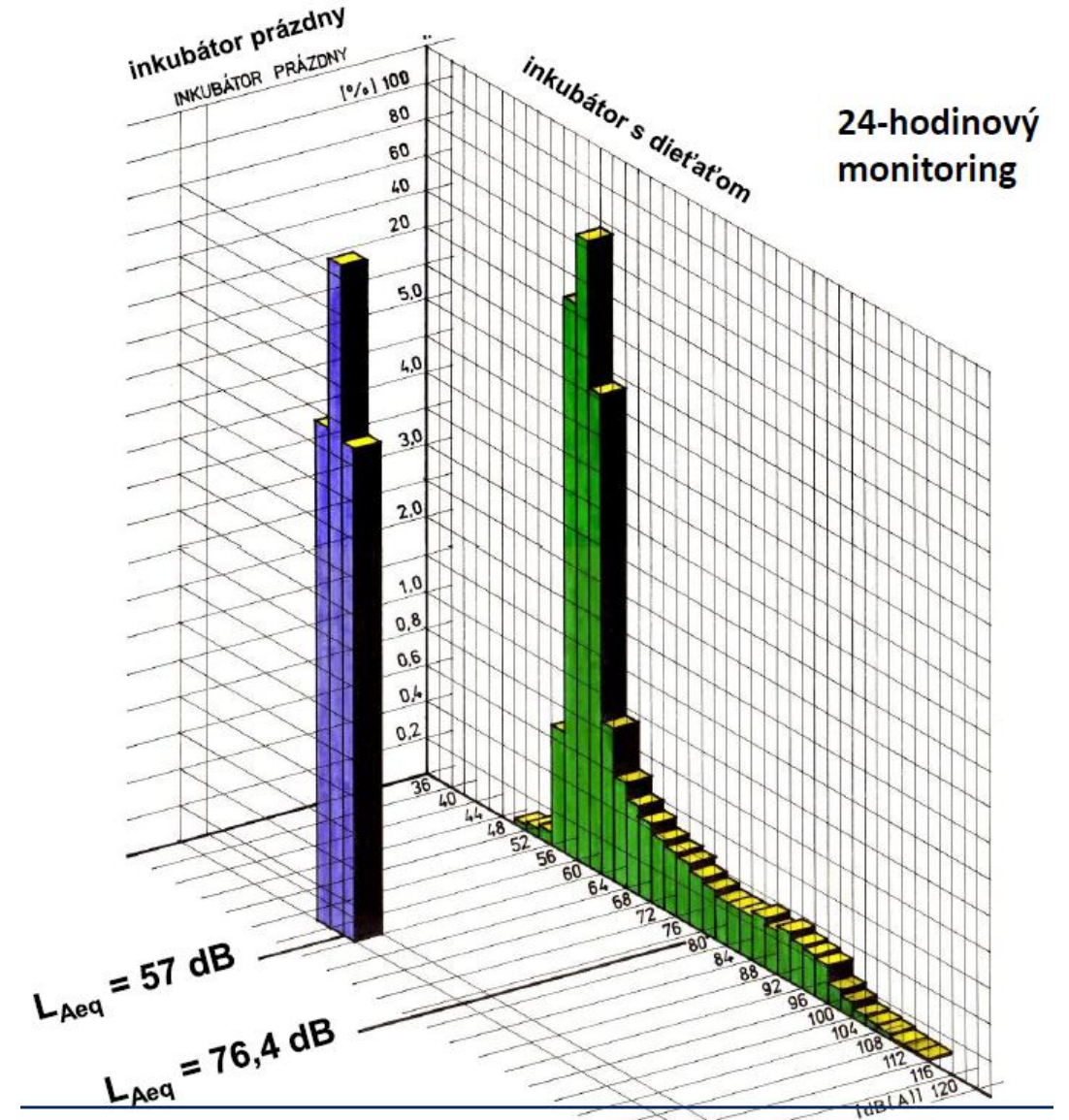


hluk 72 inkubátorů:  
typ 1 –51,6 dB  
typ 2 –54,4 dB  
typ 3 –60,7 dB  
typ 4 –61,7 dB

U předčasně narozených dětí umístěných v inkubátorech byly pozorovány mimosluchové zdravotní následky v pozdějším věku:

- Zvýšený tlak krve
- Zvýšená tepová frekvence
- Zvýšená dechová frekvence

(Výsledky adjustovány pro další zkreslující proměnné.)



# KTERÉ SKUPINY OBYVATEL JSOU NEJVÍCE ZATÍŽENY HLUKEM?

- Nizozemská studie 9,372 územních celků ukázala, že nejvíce exponováni jsou:
  - Osoby s nízkým příjmem,
  - Oblasti s vysokou mírou nezaměstnaných,
  - Přistěhovalci,
  - Oblasti s vysokou hustotou obyvatel.

## Socioeconomic inequality in the noise burden



## KUMULACE STRESORŮ

- Obyvatelstvo v socioekonomicky zatížených oblastech se často potýká s vyšší mírou hluku.
- Osoby žijící v takto hlučném prostředí často čelí více socioekonomickým stresorům, které mohou umocnit negativní dopad hluku na zdraví.

# Hygienické limity

**Základní limity pro venkovní hluk (např. u obytných domů) jsou následující:**

<b>venkovní hluk</b>	<b>den (6:00-22:00)</b>	<b>noc (22:00-6:00)</b>
základní limit – pro hluk jiný, než z dopravy	50 dB	40 dB
pro hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
pro hluk z železniční dopravy	55 dB	50 dB
pro hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
pro hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
pro starou hlukovou zátěž	70 dB	60 dB
pro starou hlukovou zátěž u železničních drah	70 dB	65 dB

**Základní limity pro vnitřní hluk (uvnitř obytných místností) jsou následující:**

<b>vnitřní hluk</b>	<b>den (6:00-22:00)</b>	<b>noc (22:00-6:00)</b>
základní limit	40 dB	30 dB
pro hluk ze silniční dopravy (neplatí pro stavby dokončené po 1.6.2006, u nich se použije základní limit)	45 dB	35 dB
pro hluk z hudby, zpěvu a řeči	35 dB	25 dB

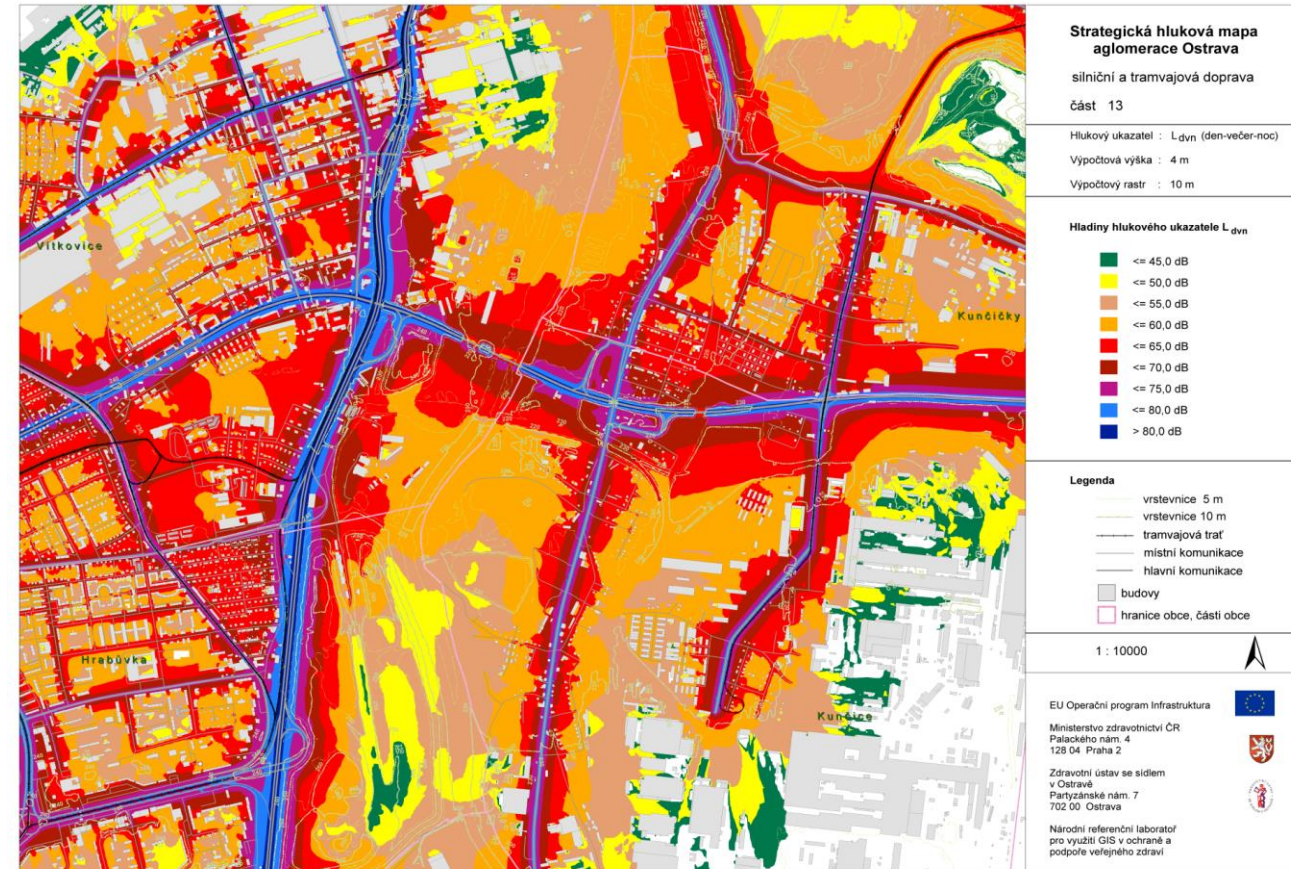
# Měření a hodnocení expozice hluku

- Data potřebná k vytvoření hlukových map mohou být získána různými způsoby:
  1. **Měření:** Přímé měření hladiny hluku pomocí akustických senzorů umístěných na strategických místech. Měření se provádí tzv. hlukoměry (stacionární, mobilní).
  2. **Modelování:** Použití softwarových nástrojů pro predikci hluku, které zohledňují faktory jako je terén, hustota dopravy a rychlost vozidel atp.
- Po shromáždění dat následuje jejich analýza (statistické zpracování).
  - Data jsou statisticky zpracována pro určení průměrných hodnot hluku, maximálních a minimálních úrovní v různých časových obdobích (např. den-večer-noční průměr  $L_{den}$ , z anglického day-evening-night)



# HLUKOVÉ MAPY

- Hlukové mapy vznikají jako výsledek systematického hodnocení a vizualizace úrovně hluku v určitém geografickém prostoru.
- Hlukové mapy jsou vytvářeny na základě legislativních požadavků, jako je Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 49/2002/EC, která ukládá členským státům povinnost hodnotit úroveň hluku a vytvářet strategické hlukové mapy pro hlavní silnice, železnice, letiště a městské oblasti.

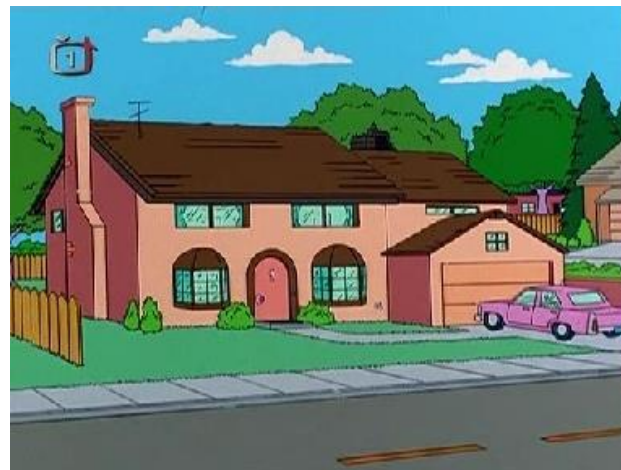
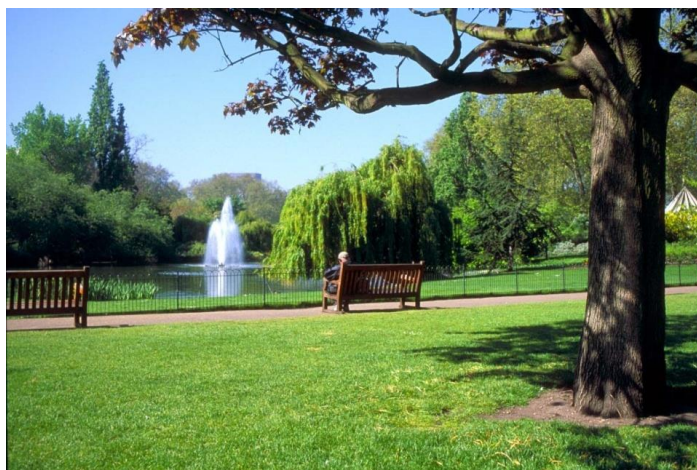


# OCHRANA ZDRAVÍ OBYVATEL

- Provozovatel letiště
- Vlastník nebo správce pozemní komunikace
- Vlastník dráhy
- Provozovatel jiných objektů, jejich provozem vzniká hluk
- Osoby, které používají stroje a zařízení, která jsou zdrojem hluku

Jsou povinni zajistit, aby hluk nepřekračoval **hygienické limity**.

- **Chráněný venkovní prostor** (nezastavěné plochy určené k rekreaci a sportu, léčení a výuce)
- **Chráněné venkovní prostory staveb** (prostor do 2 m okolo obytných a rodinných domů, škol, staveb pro zdravotní a sociální služby)
- **Chráněné vnitřní prostory staveb** (obytné a pobytové místnosti)







Elektromagnetické záření a jeho vliv na zdraví.

# Elektromagnetické pole

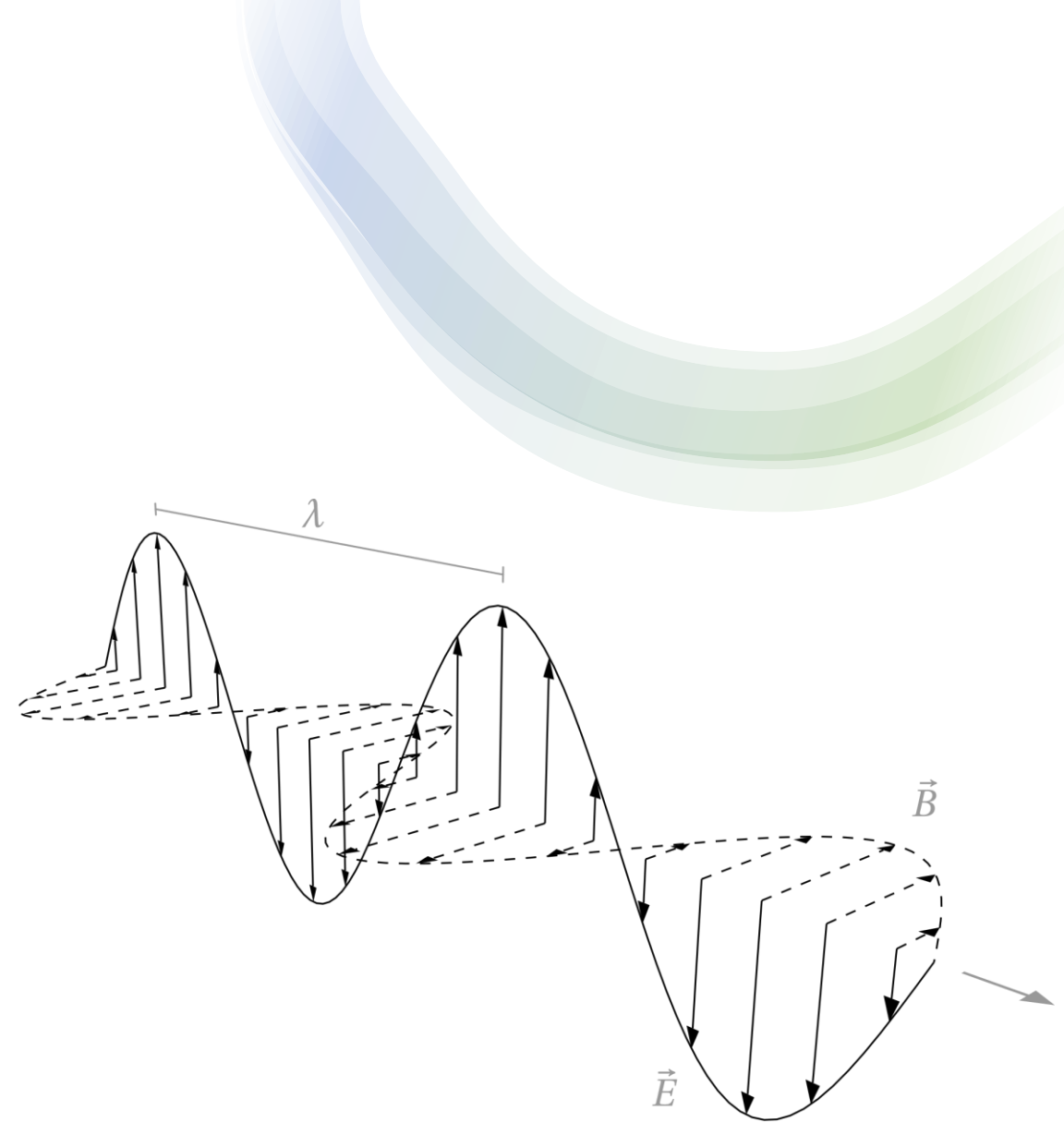
- Elektromagnetické pole je fyzikální pole, které odpovídá míře působení elektrické a magnetické síly v prostoru.
- Skládá se ze dvou fyzikálně propojených polí, elektrického pole a magnetického pole.

## **Elektrické pole** vzniká v okolí **elektrických nábojů**.

- Velikost elektrického pole je závislá na velikosti elektrického náboje.
- Elektrická složka: intenzita elektrického pole  $E$  (V/m)

## **Magnetické pole** se tvoří v okolí **pohybujících se elektrických nábojů**.

- Velikost magnetického pole je závislá na velikosti elektrického proudu.
- Magnetická složka: magnetická indukce  $B$  (T)



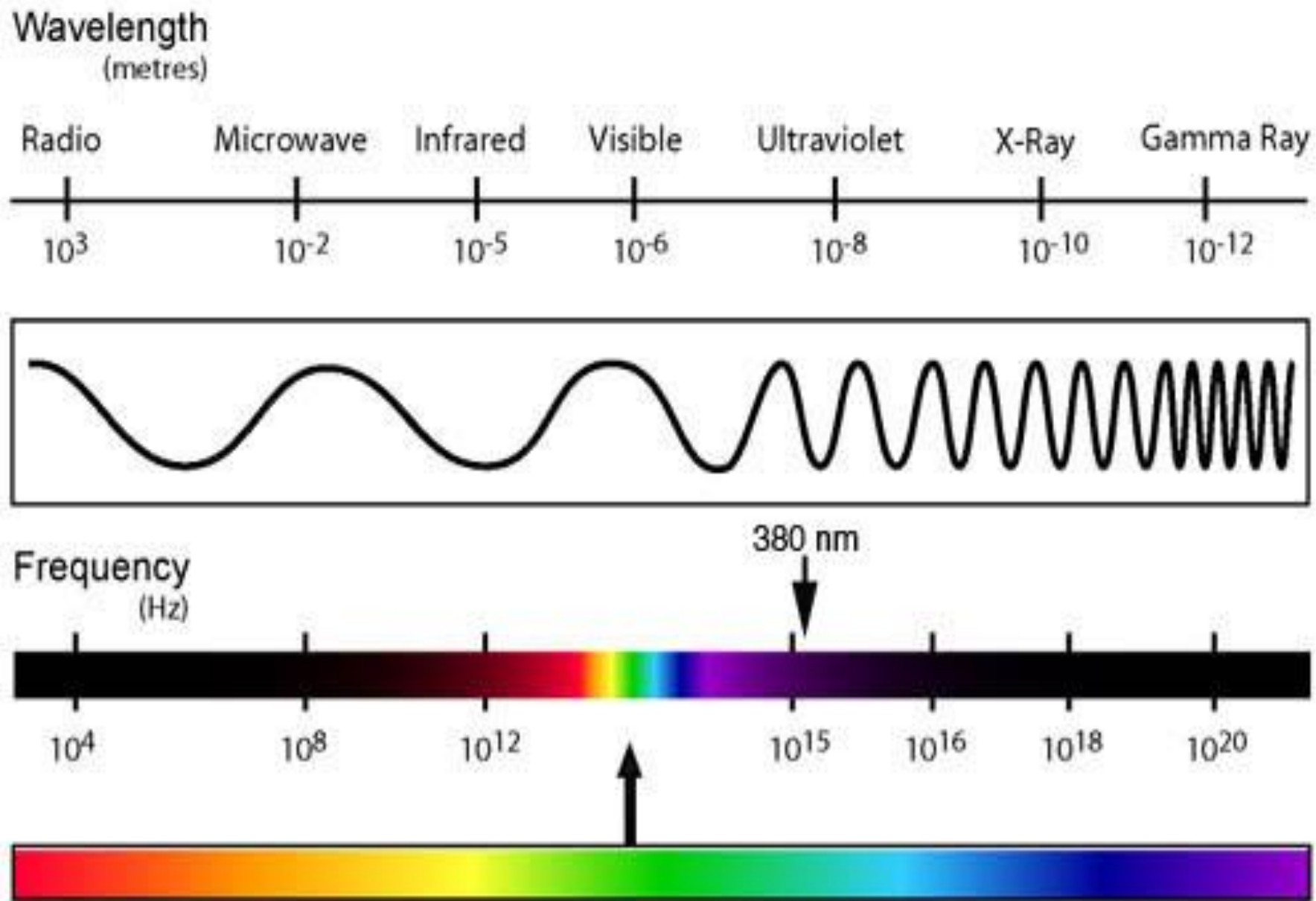
# Elektromagnetické pole a záření

- **Pole** – forma hmoty projevující se silovými účinky
- **Záření** - uspořádaný pohyb látkových nebo polích částic, kterým se šíří energie v prostoru
  - polní částice = fotony
- Elektromagnetické záření se vakuem šíří rychlostí světla ( $c = 3 \times 10^8$  m/s).
- Elektromagnetické záření je závislé na dvou veličinách:
  1. Frekvence (s)
  2. Vlnová délka (m)

Mezi frekvencí kmitání, vlnovou délkou a rychlostí šíření platí vztah:

$$c = \gamma \times f$$

# THE ELECTRO MAGNETIC SPECTRUM



TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace

Ozáření nádorů

VYUŽITÍ

TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace

Ozáření nádorů

VYUŽITÍ

TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace

Ozáření nádorů

VYUŽITÍ

TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace

Ozáření nádorů

VYUŽITÍ



TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace

Ozáření nádorů

VYUŽITÍ

TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace

Ozáření nádorů

VYUŽITÍ

TYP ZÁŘENÍ

UV záření

Mikrovlny

Rentgenové záření

Gama záření

UV záření

Viditelné světlo

Nízkofrekvenční  
elektromagnetické záření

Infračervené záření

Zobrazovací metody v  
medicině

Rozhlas, rádio

Solária

Dalekohled užívaný ve tmě

Obrazovky monitorů, TV

Wifi

Sterilizace nástrojů

Ozáření nádorů

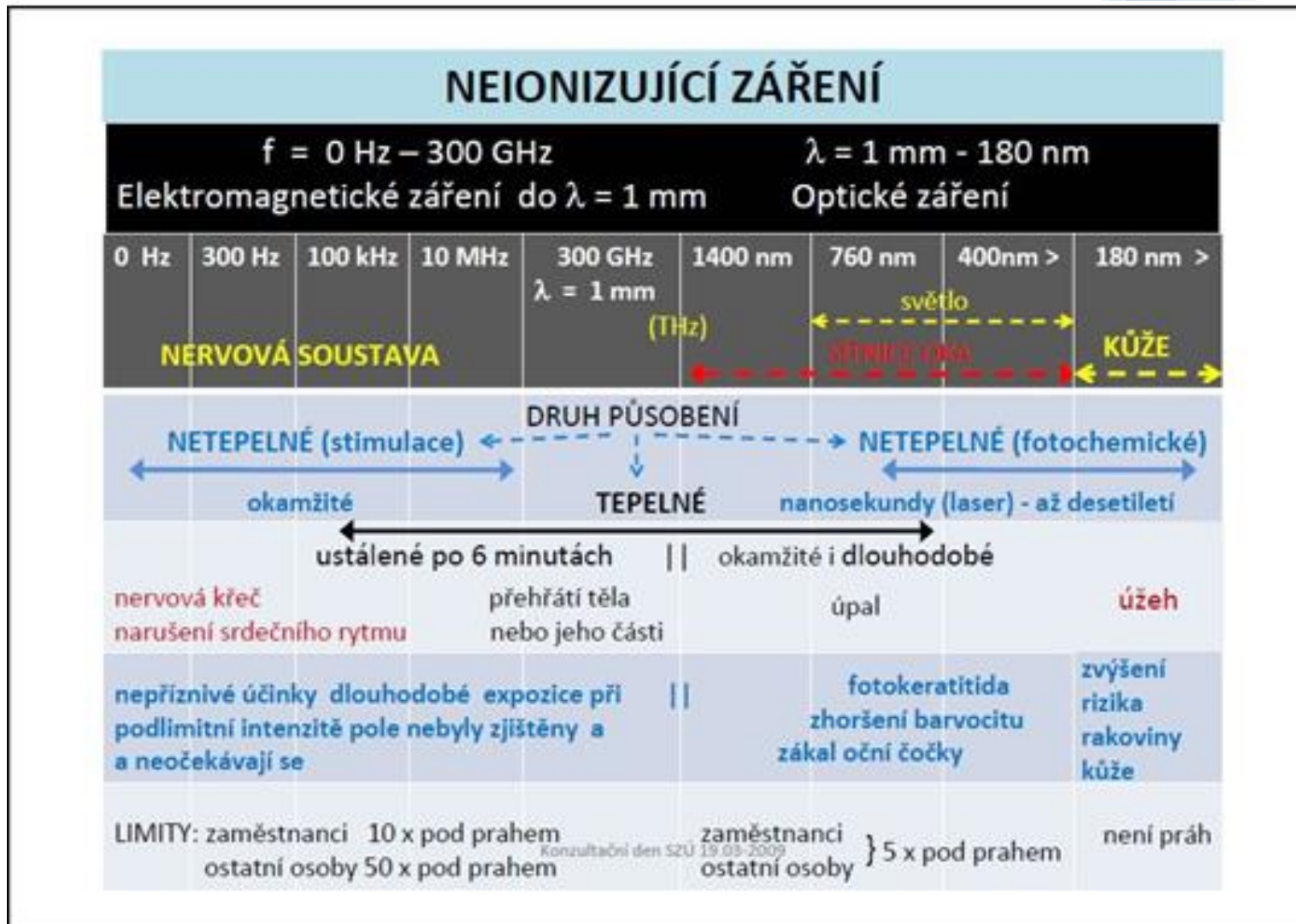
VYUŽITÍ

Elektromagnetické záření, vlnění	Vlnová délka $\lambda$	Použití, výskyt	Pozn.
<b>Radiové vlny</b> Dlouhé (DV) Střední (SV) Krátké (KV) Velmi krátké (VKV) Ultra krátké (UKV)	2 000 m – 1 000 m 600 m – 150 m 50 m – 15 m 15 m – 1 m 1 m – 0,1 m	Rozhlas, televize	Neionizující záření
<b>Mikrovlny</b>	0,1 m – 0,3 mm	mobilní telefony , GPS, WiMax, Wifi, mikrovlnné trouby, radar	
<b>Infračervené záření</b>	0,3mm – 750 nm	dálkové ovladače, noční vidění, tepelné záření	
<b>Světlo</b> červené oranžové žluté zelené modré fialové 	760 nm – 390 nm	Viditelné světlo	
<b>Ultrafialové záření</b>	390 nm – 10 nm	Opalování, solária, sterilizace	
<b>Rentgenové záření</b>	10 nm – 1 pm	lékařská diagnostika, průmyslová diagnostika	Ionizující záření
<b>Záření gama</b>	< 300 pm	ozařování nádorů, kosmické záření, jaderné reaktory	

# HLAVNÍ ZDROJE ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN

- 3-300kHz – vysílače pro radionavigaci, lékařské aplikace, videodisplejové terminály, indukční ohřev a pájecí a rafinační zařízení
- 0,3 – 3MHz – jsou rozhlasové, radionavigační a amatérské vysílače, indukční ohřevy, vysokofrekvenční spínané obloukové svářečky, aplikace v lékařství
- 3 – 30MHz – jsou krátkovlnné rozhlasové a amatérské vysílače, diatermie, dielektrické ohřevy, zařízení pro klížení a sušení dřeva
- 30 – 300MHz – jsou nejrůznější vysílače – policejní, požární, záchranné služby, FM (VKV) rozhlasové, některé zdroje dielektrického ohřevu
- nad 300MHz (tzv. mikrovlnné pásmo) – nejrůznější vysílače – policejní, požární, taxi, TV, amatérské, telefony – základny, radary různého užití, satelitní spoje, diatermie, mikrovlnné trouby

# ÚČINKY NEIONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ NA LIDSKÉ ZDRAVÍ



Obrázek 3 Účinky neionizujícího záření a účinky indukovaného elektrického proudu.[30]

# ÚČINKY NÍZKOFREKVENČNÍHO A VYSOKOFREKVENČNÍHO ZÁŘENÍ NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

- **Účinky se odvíjí od intenzity záření:**
- Jsou popsány případy, kdy došlo k popálení elektromagnetickým polem vysokofrekvenčního generátoru s vysokým výkonem. Bylo to ovšem v případech, kdy nebyly stanoveny aktuálně platné nejvyšší přípustné hodnoty a expozice člověka překračovaly i několik řádů těchto hodnot.
- Poškození zdraví neionizujícím zářením při expozici nepřekračující stanovené nejvyšší přípustné hodnoty nebylo naproti tomu nikdy prokázáno.
- Jediným doposud známým účinkem elmag (nízkofrekvenčnímu) záření je tvorba indukovaných proudů v těle. Tyto indukce jsou časově proměnné elektrické náboje na povrchu i uvnitř těla, stimulující nervové a svalové buňky.
- **Elektrosmog** je termín, který má označit „znečištění“ zevního prostředí vysokou, škodlivou hodnotou elektrických polí.
- Termín elektrosmog je nesmyslným pojmem, protože jednak nejde o smog, tedy směs kouře a mlhy (z anglického smoke a fog), a vyvolává mylný dojem, že má škodlivý efekt na člověka.

# ÚČINKY INFRAČERVENÉHO ZÁŘENÍ

- vyvolává v místě absorpce **zahřátí tkáně (tepelné účinky)**
- nejvýraznějším účinkem na kůži je rozšíření kapilár, jednorázová vysoká expozice může způsobit typické spáleniny, u oka-oční zákal
- Využití v medicíně: V medicíně se využívá jeho tepelná energie. Způsobuje rychlejší lymfatické odvodňování a lepší výživu tkáně. Účinně působí proti stárnutí kůže.
- Záření se využívá např. i v elektronice (dálkové ovladače, mobilní telefony)
- Rizikové činnosti a profese: hutnické a sklářské pece





# ÚČINKY VIDITELNÉHO SVĚTLA NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

## Účinky na organismus

- Delší pohled do slunce může způsobit tepelné nebo mechanické poškození sítnice
- Tepelné poškození sítnice vzniká tehdy, když se působením světla zvýší její teplota o 10 – 20 stupňů.
- Světelná energie se absorbuje pigmentovým epitelem sítnice a změní se na teplo, které způsobuje fotokoagulaci tkání sítnice.
- V zahraniční literatuře se však uvádí, že při opakované expozici slunečního světla během práce venku se může prodloužit adaptace na tmu se zhoršením nočního vidění, zvýšit práh vnímání světla a narušit barvocit.










Barva	Vlnová délka	Frekvence
červená	~ 625 až 750 nm	~ 480 až 405 THz
oranžová	~ 590 až 625 nm	~ 510 až 480 THz
žlutá	~ 565 až 590 nm	~ 530 až 510 THz
zelená	~ 520 až 565 nm	~ 580 až 530 THz
azurová	~ 500 až 520 nm	~ 600 až 580 THz
modrá	~ 430 až 500 nm	~ 700 až 600 THz
fialová	~ 380 až 430 nm	~ 790 až 700 THz

# ÚČINKY UV ZÁŘENÍ NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

- neproniká do hloubky tkání
- kritickým orgánem jsou proto kůže, oční spojivky, rohovka, u dlouhovlnného UVA také oční čočka
- UV záření se dle biologických účinků rozdělují na 3 oblasti
  - UVA: 315-400nm
  - UVB: 280-315nm
  - UVC: 200-280nm
- Využití v medicíně: Používá se při dezinfekci a sterilizaci nástrojů.

# ÚČINKY UV ZÁŘENÍ NA KŮŽI

- UV záření je **karcinogenní** (zvýšený výskyt spinocelulárních karcinomů kůže, basaliomů i melanoblastů po slunění)
- Ozáření dostatečnou dávkou UVA vyvolá po velmi krátké době latence přechodné zhnědnutí kůže.
- Ozáření UVB způsobuje později (záleží na dávce záření a jeho spektrálním složení – maximum okolo 297-250nm) zánětlivé poškození kůže.
- Po odeznění zčervenání dochází k pigmentaci kůže přetrvávající delší dobu, současně se zvětšuje povrchová vrstva kůže.
- Dlouhodobá expozice UV záření urychluje stárnutí kůže (u pracovníků, kteří tráví většinu času venku)

Kožní fototypy					
UV index					
	I + DĚTI	II	III	IV	
	1 – 3	15	10	6	–
	4 – 6	25	20	15	6
	7 – 9	30	25	20	15
	10 a více	50+	50	30	25
SPF – faktor sluneční ochrany					
	KOŽNÍ TYP	CHARAKTERISTIKA	REAKCE KŮŽE NA SLUNCE	HRANICE SPALENÍ KŮŽE BEZ OCHRANY	
I		velmi světlá kůže, rezavé vlasy, pihy	vždy se spálí, někdy se opálí do červena, nikdy nepigmentuje	10 minut	
II		světlá kůže, světlé vlasy	vždy se opálí do červena, někdy slabě pigmentuje	10 - 20 minut	
III		středně světlá kůže, hnědé až tmavé vlasy	někdy se opálí do červena, zřídka se spálí, vždy pigmentuje	20 - 30 minut	
IV		tmavá kůže, tmavé vlasy	nikdy se nespálí, velmi dobře pigmentuje	45 minut	

# IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

## Rentgenové záření

- Využití v medicíně: Největší uplatnění má v diagnostice  
Tvrdé RTG záření můžeme využít k léčbě zhoubných nádorů.
- Účinky rentgenového záření na lidský organismus: Rentgenové záření je pro lidský organismus nebezpečné, proto musejí být při práci s rentgenovými diagnostickými přístroji dodržována přísná bezpečnostní opatření.

## Gama záření

- Gama nůž využívá několika paprsků záření zaměřených na místo nádoru, a ničí tak buňky zasažené zhoubným bujením
- Způsobuje genetické změny, nemoci z ozáření (po genetických změnách buněk může dojít k rakovinnému bujení).



---

Dotazy?



Děkuji za pozornost.

Andrea Dalecká

[andrea.dalecka@recetox.muni.cz](mailto:andrea.dalecka@recetox.muni.cz)