



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Klinika pracovního a cestovního lékařství

Působení zvuku na zdraví

Effect of sound on health

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Doc. MUDr. Evžen Hrnčíř, Csc.

Autor:
Lenka Dorková

Praha, říjen 2008

Autor práce: **Lenka Dorková**

Studijní program: **Všeobecné lékařství**

Vedoucí práce: **Doc. MUDr. Evžen Hrnčíř, Csc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika pracovního a cestovního
lékařství**

Datum a rok obhajoby: **11.11.2008**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová/ bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze, 1.11.2008

Podpis

Obsah

Úvod.....	6
1. Fyzikální poznámky.....	7
1.1. Základní pojmy.....	7
1.2. Fyziologická akustika.....	10
1.3. Sluchový orgán.....	13
2. Účinky zvuku na lidské zdraví.....	17
2.1. Negativní účinky – hluk.....	17
2.1.1. Definice hluku.....	17
2.1.2. Účinky hluku.....	18
2.1.2.1. Specifické sluchové účinky.....	18
2.1.2.2. Nеспецифические мимослуховые эффекты.....	23
2.1.3. Zdroje hluku.....	25
2.1.4. Ochrana před hlukem.....	26
2.1.4.1. Hygienické požadavky z hlediska hluku na pracovištích.....	27
2.1.4.2. Ochrana před hlukovými imisemi podle zákona č. 258/2000 Sb.....	28
2.1.4.2.1. Zákonná definice hluku, povinnosti provozovatele zdroje hluku.....	28
2.1.4.2.2. Konstrukce hygienických limitů hluku v nařízení vlády.....	29
2.1.5. Některé zvláštní případy pro stanovení hygienických limitů hluku.....	32
2.1.5.1. Hudba.....	32
2.1.5.2. Letiště.....	33
2.1.5.3. Pozemní komunikace.....	34
2.1.6. Měření hluku.....	36
2.1.7. Strategické hlukové mapy a akční plány.....	39
2.1.7.1. Strategické hlukové mapování.....	39
2.1.7.2. Akční plány.....	41
2.1.8. Vibrace.....	42
2.2. Pozitivní účinky – hudba a muzikoterapie.....	45
2.2.1. Hudba.....	45
2.2.2. Muzikoterapie – léčba hudbou.....	46
2.2.2.1. Historie muzikoterapie.....	47
2.2.2.2. Výběr hudby v muzikoterapii.....	48
2.2.2.3. Působení hudby.....	48
2.2.2.4. Popis některých muzikoterapeutických technik.....	49
2.2.2.4.1. Hudební improvizace.....	49
2.2.2.4.2. Hudební interpretace.....	51
2.2.2.4.3. Zpěv písní.....	52
2.2.2.4.4. Poslech hudby.....	53
2.2.2.4.5. Psaní písní a kompozice hudby.....	54
2.2.2.4.6. Hudební vystoupení.....	54
2.2.2.4.7. Pohybové aktivity při hudbě.....	55
2.2.2.4.8. Hudba a imaginace.....	55
2.2.2.4.9. Dechová cvičení při interaktivní hudbě.....	56

Souhrn.....	57
Summary.....	58
Seznam použité literatury.....	60
Seznam tabulek, grafů a obrázků.....	62
Seznam příloh.....	62
Přílohy.....	63

Úvod

Zvuk, ať už v pozitivním nebo negativním smyslu, působí na člověka každý den jeho života. Už od příchodu na svět nás obklopují různé zvuky, od příjemného hlasu matky až po hluk z automobilové dopravy za oknem. Zvuk nás pak provází po zbytek našeho života, umožňuje nám komunikaci, je prostředkem příjemných počitků.

Bohužel s přesunem většiny obyvatelstva do velkých aglomerací, rozvojem techniky a dopravy, se v našem denním životě setkáváme na každém kroku taky s hlukem a jeho nepříjemnými důsledky.

Ve své diplomové práci bych se ráda hlouběji zabývala problematikou zvuku a jeho působení na člověka.

V první kapitole chci načrtnout fyzikální podstatu zvuku, věnovat se základním fyzikálním pojmům souvisejícím se zvukem a akustikou a stručně přiblížit i stavbu lidského sluchového aparátu, který nám umožňuje zvuk okolo nás registrovat a analyzovat.

V druhé kapitole se budu věnovat vlastním účinkům zvuku na člověka, definici pojmu hluk, zamýšlet se nad jeho zdroji a věnovat se vlivu na lidský organizmus. Také bych ráda podrobněji rozebrala legislativu České republiky zabývající se problematikou hluku a jeho hygienických limitů.

V druhé části rozeberu pozitivní vlivy zvuků, a to hlavně v zastoupení hudby a jejích léčebných účinků, tedy muzikoterapie.

Cílem mé práce není uskutečnit další studii zabývající se negativním působením hluku na člověka, ale analyzovat zvuk a jeho negativní i pozitivní vlivy z praktického hlediska.

1. Fyzikální poznámky

1.1 Základní pojmy

Akustika je rozsáhlý vědní obor, zabývající se komplexně zvukem od jeho vzniku, přenosu prostorem až po vnímání lidskými smysly. Má celou řadu poddisciplín, např. **hudební akustika** zkoumá fyzikální základy hudby, hudebních nástrojů a prostorů, **stavební akustika** zvukové jevy a souvislosti v uzavřeném prostoru, budovách a stavbách, **prostorová akustika** šíření zvuku v obecném prostoru, **fyzilogická akustika** se zabývá vznikem zvuku v hlasovém orgánu člověka a jeho vnímáním v uchu, **psychoakustika** vnímání zvuku v mozku atd. (10)

Zvuk obecně můžeme definovat jako **mechanické kmitání**, které je charakterizováno parametry pohybu částic pružného prostředí nebo u vlnového pohybu parametry zvukového pole. Část zvuků se projevuje jako **slyšitelný zvuk** - což je akustické kmitání pružného prostředí v pásmu frekvencí od 16 Hz do 20 kHz, schopné vyvolat **zvukový vjem**. Frekvenční závislost definice slyšitelného zvuku je silně individuální, jen málokdo je schopen vnímat celé pásmo frekvencí (především horní hranice je velmi proměnná a závislá mj. na věku). Zvuky mimo toto pásmo neslyšíme, přesto jsme je schopni vnímat a mohou mít i nepříznivý vliv na zdraví či psychiku. Zvuky pod slyšitelnou hranicí (0,7 - 16 Hz) označujeme jako **infrazvuk** (velmi nízké frekvence, lidské tělo je vnímá hmatem - jsou schopny rozvibrovat celý povrch těla či bránici), zvuky nad slyšitelnou hranicí (do 50 kHz) jako **ultrazvuk**. (10)

V plynném a kapalném prostředí se zvuk šíří jako vlnění postupné podélné (longitudinální), v pevném prostředí se zvuk šíří jako vlnění postupné příčné (transverzální). Zvukové vlnění je deformace, která se šíří hmotným prostředím, nedochází při ní k transportu částic prostředí, ale pouze k jejich kmitavému pohybu.(1)

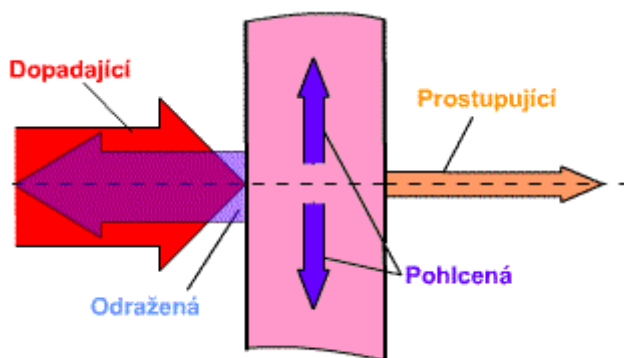
Vlnění se šíří od zdroje podle Huygensova principu (v každém okamžiku lze každý bod na čele šířící se vlny chápat jako nový zdroj vlnění (sekundárních vln). Nový tvar čela vlny v čase o malý okamžik pozdějším lze pak určit jako vnější obálku vln, šířících se z těchto zdrojů) a to rychlostí, která závisí na vlastnostech prostředí. V plynech je rychlost šíření zvuku v závislá na absolutní teplotě T a hmotnosti plynu M .(1)

Tabulka č. 1: Rychlost šíření zvukových vln v různých prostředích:

Prostředí	Rychlost zvuku ($m \cdot s^{-1}$)
vzduch 0°C	332
vzduch 20°C	344
vodík	1270
voda 13°C	1441
voda 20°C	1484
led 0°C	3200
guma	1440
ocel	5000
sklo	6000

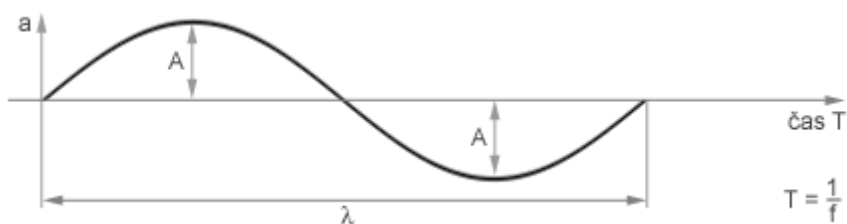
Vlny se v prostoru odrážejí, lámou i ohýbají, sčítají se s jinými vlnami, podléhají tlumení atd. V reálném prostředí se zvuk šíří konečnou rychlostí k posluchači. Ve volném i uzavřeném prostoru je dominantní přímá vlna – postupující po přímce mezi místem, kde zvuk vzniká (zdrojem) a místem jeho příjmu (uchem či hlavou posluchače, membránou mikrofonu a pod.). Zvuková vlna (její čelo) dorazí k místu poslechu se zpožděním, daným rychlostí šíření zvuku v daném prostředí a se stejným zpožděním po zániku zdroje (ukončení generování zvuku) dorazí i tyl vlny. Pokud se celý dej odehrává v uzavřeném prostoru, přistoupí k přímé vlně, ještě i vlny, které se odrazí od stěn, které tento prostor ohraničují. Odražená vlna se k posluchači nešíří přímo, ale odrazem ode stěn či jiných předmětů. Díky tomu je její cesta delší a do místa poslechu dorazí se zpožděním jak její čelo, tak i tyl. V místě poslechu se odražená vlna skládá (sčítá - interferuje) s vlnou přímou a mění tak charakter přijímaného zvuku, v prostoru pak vytváří obecné **zvukové pole**. Vlna se od stěn odráží pod stejným úhlem, v jakém na ně dopadá a díky nedokonalému odrazu (pohlčení - ztrátám části energie) je její intenzita po každém odrazu menší a menší. (10)

Obrázek č. 1: Odraz zvukové vlny



Délka zvukové vlny λ souvisí s rychlostí šíření v a frekvencí vlnění f podle následujícího vztahu: $\lambda = v/f$. (1)

Obrázek č. 2: Průběh zvukové vlny



Částice prostředí vykonávají při šíření zvuku kmitavý pohyb, jehož okamžitá výchylka (**akustická výchylka**) a v čase t může být popsána rovnicí sinusoidy:

$$a = a_{max} \sin \omega t = a_{max} \sin(2\pi f t),$$

kde a_{max} (na obrázku A) je maximální vrcholová hodnota výchylky a ω je kruhová frekvence, která souvisí s frekvencí vztahem $\omega = 2\pi f$. Akustické výchylky jsou ve vzduchu menší než vlnová délka viditelného světla. (1)

Akustická rychlost je rychlost, kterou kmitají částice elastického prostředí.

Akustický odpor (akustická impedance) z prostředí je pro rovinnou zvukovou vlnu určen poměrem mezi akustickým tlakem a akustickou rychlostí v daném prostředí. Táto veličina je pro každou látku charakteristická a rozhoduje o velikosti odrazu akustické energie při dopadu zvukové vlny na rozhraní prostředí o různých akustických impedancích.

Intenzita zvuku I je energie, která projde jednotkovou plochou orientovanou kolmo na směr šíření zvuku za jednotku času. Referenční intenzita zvuku pro lidské ucho (prahová intenzita tónu o frekvenci 1kHz) je $I_0 = 10^{-12} \text{W.m}^{-2}$. Jí odpovídá referenční akustický tlak $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{Pa}$. V akustice srovnáváme intenzity v rozsahu několika řádů. Proto byla ke srovnávání různých intenzit zavedena veličina **hladina intenzity**, s jednotkou **bel (B), decibel (dB)**.

$$L_{(B)} = \log I/I_0 \quad L_{(dB)} = 10 \log I/I_0$$

Například, zvětší-li se intenzita zvuku z počáteční hodnoty 1000x na intenzitu $I = 1000 I_0$, pak vzroste hladina intenzity o $10 \log 1000 I_0/I_0 = 30 \text{ dB}$. (1)

Akustický tlak je definován jako rozdíl mezi okamžitou velikostí celkového tlaku v daném bodě zvukového pole a statickou (trvalou) hodnotou tlaku atmosférického. Jedná se tedy o střídavou (proměnnou) složku tlaku, která je superponována (navázána, přičtena) k atmosférickému tlaku díky přítomnosti zvuku. V každém bodě se tedy hodnota celkového tlaku bude měnit v čase a to od atmosférického tlaku o hodnotu tlaku akustického nahoru či dolů. V přírodě se vyskytující hodnoty akustického tlaku za normálních okolností nepřesahují 102 Pa, tedy v krajním případě zhruba 1000x menší hodnotu, než má běžný atmosférický tlak. Z hlediska akustiky je důležitým údajem **hladina (úroveň) akustického tlaku**. Ta určuje, o co je okamžitá (změřená) hodnota vyšší, než referenční (vztažná) hodnota. Udává se v **dB**:

$$L_{(dB)} = 10 \log I/I_0 = 20 \log p(\text{změřená či okamžitá})/p_0(0 - \text{vztažná} - \text{referenční}).$$

Referenční hladina má hodnotu $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$.

Jednotka akustického tlaku **dB** (decibel) je logaritmická, platí tedy že o 6 dB větší hladina akustického tlaku odpovídá dvojnásobné hlasitosti (viz níže), o 20 dB větší hodnota desetinásobné hlasitosti atd. Běžně se setkáme ještě s jinou jednotkou - dBa, ta označuje akustický tlak, který je "pře počítán" podle závislostí, které charakterizují vlastnosti lidského ucha. (10)

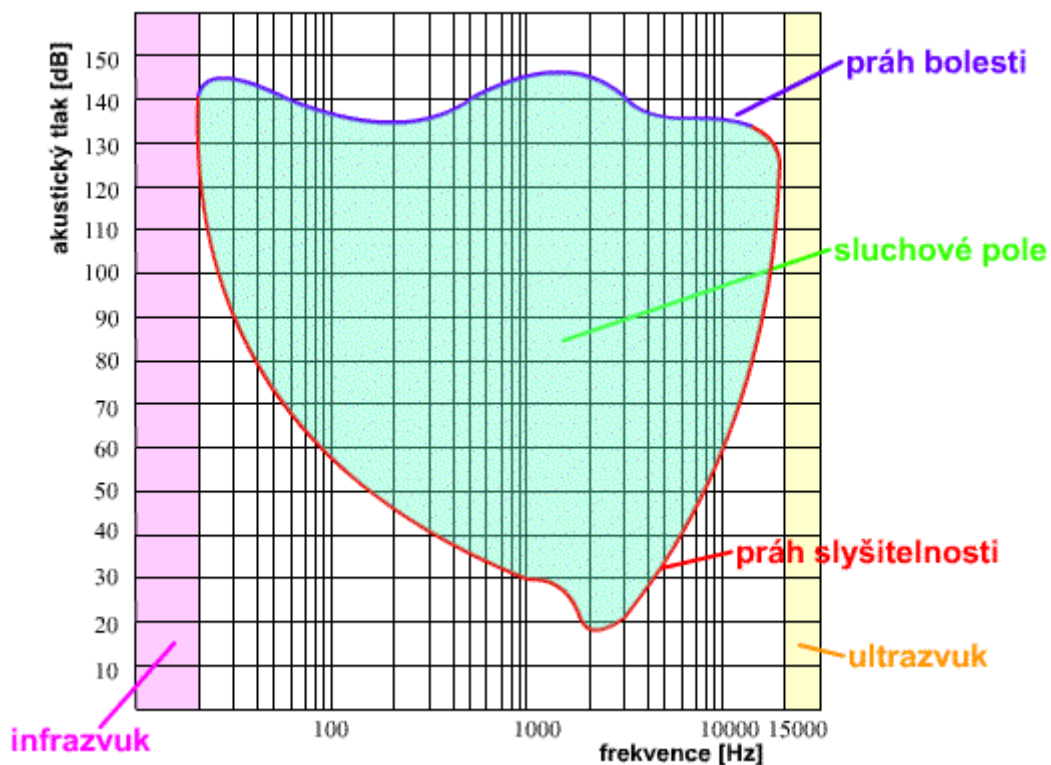
Čistě harmonický průběh zvukové vlny se vyskytuje jen u nejjednodušších zvuků, v běžné akustice se s ním téměř nesetkáme. Zvukový signál většiny zdrojů je oproti základní sinusovce více či méně deformovaný. Přesto lze v každém periodickém signálu určit základní frekvenci a pomocí **frekvenční analýzy** určit všechny harmonické složky, tj. podíl dalších frekvencí, které v součtu se základní vytvářejí deformovanou křivku. Výsledkem analýzy je **frekvenční spektrum**, z něhož lze zpětným postupem - **frekvenční syntézou** složit původní signál. (1)

1.2 Fyziologická akustika

Ve fyziologické akustice uvažujeme tutéž energii jako v akustice fyzikální. Rozdíl je však v hodnocení. Zatímco ve fyzikální akustice je možno zvukovou energii měřit objektivně, ve fyziologické akustice je vyhodnocujícím prvkem lidský sluchový aparát a jako údaje musíme brát subjektivní dojmy, které působí sluchová energie v sluchovém analyzátoru člověka. Objektivně měřitelnou zvukovou energii vnímá člověk jako sluchový vjem. Tento vjem je subjektivním počítkem. Dané intenzitě zvuku o dané frekvenci odpovídá určitá **hlasitost**. Sluchový orgán je však různě citlivý při různých frekvencích. Každá frekvence má svoji prahovou fyzikální intenzitu, která vyvolá sluchový počitek. (1)

Kmitavý pohyb zdroje (např.: hudebního nástroje) dorazí až do sluchového orgánu (lidského ucha), kde z roviny objektivní fyzikální reality přejde do oblasti subjektivního vnímání. Zvuk je ve vnitřním uchu převeden na nervové signály, které jsou složitým způsobem zpracovány v mozku. Jejich analýza, srovnání s dosavadními zkušenostmi a vybavení ve vědomí a podvědomí už probíhají u každého jedince individuálně, konečný účinek zvukového signálu tak není přesně popsitelný, lze definovat jen obecné a obecně platné závislosti. (10)

Vjem zvukového signálu je souhrnem subjektivních veličin - **výška tónu**, **hlasitost** a **barva zvuku**, které jsou přímým obrazem objektivních fyzikálních veličin - **frekvence**, **amplitudy**, **intenzity** a **časového průběhu** zvukového signálu. Sluchový vjem je závislý na frekvenci (velmi silně) a intenzitě zvuku, výsledný vjem je rovněž značně ovlivněn tím, zda posloucháme zvuk s jednou frekvencí nebo jejich více či méně složitou směs. Zvuky, které u posluchače vyvolají sluchový vjem lze zařadit do tzv. **sluchového pole**. (10)

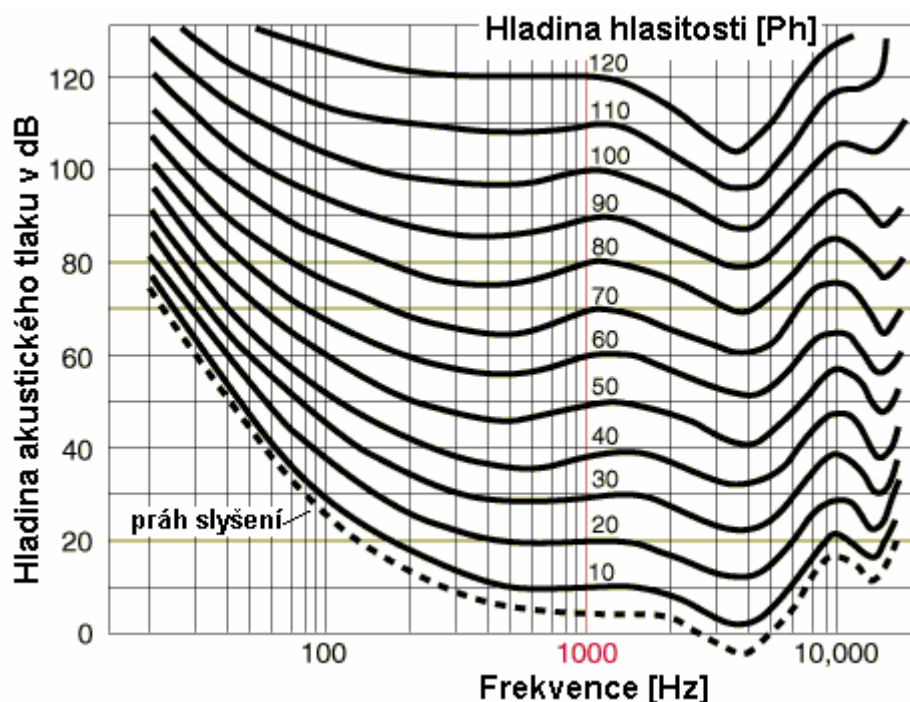


Graf č. 1: Závislost akustického tlaku na frekvenci. Práh slyšitelnosti znázorněn červeně, práh bolesti modře, zelená plocha představuje sluchové pole (10)

Hlasitost je odraz intenzity zvuku v mozkové kůře. Vztah mezi popudy a počitky vyjadřuje obecně psychofyzický Weber-Fechnerův zákon. Podle tohoto zákona je změna počitku přímo úměrná relativní změně popudu. Změna hlasitosti ΔH úměrná relativní změně intenzity $\Delta I/I$ je dána vztahem $\Delta H = \Delta I/I \cdot k$. Při nekonečně malých změnách intenzity jsou změny hlasitosti rovněž nekonečně malé. $H = k \cdot \log I/I_0$. Roste li tedy intenzita zvuku (podnětu) lineárně, potom hlasitost (počitek) roste pouze logaritmicky. (1)

Tvar sluchového pole je opět individuální pro každého člověka. Zdola je vymezen křivkou, popisující práh slyšitelnosti (zvuky pod tímto prahem neslyšíme), shora pak křivkou prahu bolesti (zvuky nad tímto prahem vyvolávají bolestivý vjem a mohou vést k poškození psychiky i samotného sluchového orgánu). Maximální citlivost sluchu spadá do oblasti mezi 500 až 4000 Hz, pro nižší a vyšší frekvence prudce klesá. (10)

Sluchový vjem jako subjektivní odraz objektivní reality nekopíruje přesně fyzikální skutečnost. Zřetelné je to především u vjemu **hlasitosti**, kde míra podráždění sluchu způsobená zvukem není přímo úměrná fyzikální energii. Podle Fechner-Weberova zákona hlasitost roste s logaritmem intenzity zvuku. Tato závislost však opět není lineární (je frekvenčně závislá). Jednotkou hlasitosti je **fón Ph** - (odpovídá hodnotě intenzity při referenční frekvenci 1 kHz). Závislost vjemu hlasitosti na frekvenci je dobře patrná z grafu křivek stejné hlasitosti:



Graf č. 2: Závislost hladiny akustického tlaku na frekvenci a na hladině hlasitosti. Z grafu je patrné, že hodnoty intenzity v dB a hlasitosti ve fónech (Ph) si odpovídají jen pro frekvenci 1 kHz. Pro nízké a vysoké frekvence je při stejné intenzitě vjem hlasitosti nižší. (pro stejnou hlasitost je nutná vyšší intenzita zvuku, pro frekvence cca do 5 kHz naopak vyšší. Prohnutí křivek okolo 3 Hz je způsobeno deformací zvukového pole hlavou posluchače. Pro vyšší intenzity zvuku jsou křivky plošší., frekvenční závislost se zmenšuje. (10)

Citlivost ucha je různá při různých frekvencích. K vyvolání postřehnutelného rozdílu hlasitosti je při nízkých hladinách intenzit zapotřebí většího rozdílu intenzit než při intenzitách vysokých. Proto byla v roce 1955 zavedena empirická jednotka hlasitosti 1 **son**. Hlasitost jednoho sonu je hlasitost, kterou vnímá průměrný posluchač, naslouchá-li oběma ušima referenčnímu tónu 1 kHz při hladině intenzity 40dB. (1) Aby však bylo možno vyjadřovat hlasitost v objektivnějších jednotkách než v sonech byla zavedena jednotka **fón (Ph)**. Tato jednotka byla zavedena na základě proměření křivek stejné hlasitosti u velikého souboru zdravých osob. Počet fónu byl každé křivce přiřazen podle počtu decibelů při frekvenci 1kHz. Platí tedy, že pouze při frekvenci 1 kHz odpovídají fóny decibelům. Při určování počtu fónu pro jiné frekvence se musíme řídit křivkami stejné hlasitosti. Nejmenší rozdíl hlasitosti, který lidské ucho postřehne při 1Hz je 1Ph. (1)

Výška tónu je subjektivní vjem, podle kterého odlišujeme zvuky s různou frekvencí. Protože vjem výšky je různý pro různé hlasitosti téhož kmitočtu, provádí se srovnání při 40 Ph. Absolutní výška tónu je dána frekvencí jednoduchého tónu (sinusového), o němž zdravý posluchač usoudí, že má stejnou výšku jako zkoumaný tón. Relativní výška tónu je dána poměrem jeho frekvence k určité základní frekvenci. (1)

Hladina intenzity zvuku je intenzita vyjádřená v **dB** nad prahovou intenzitou

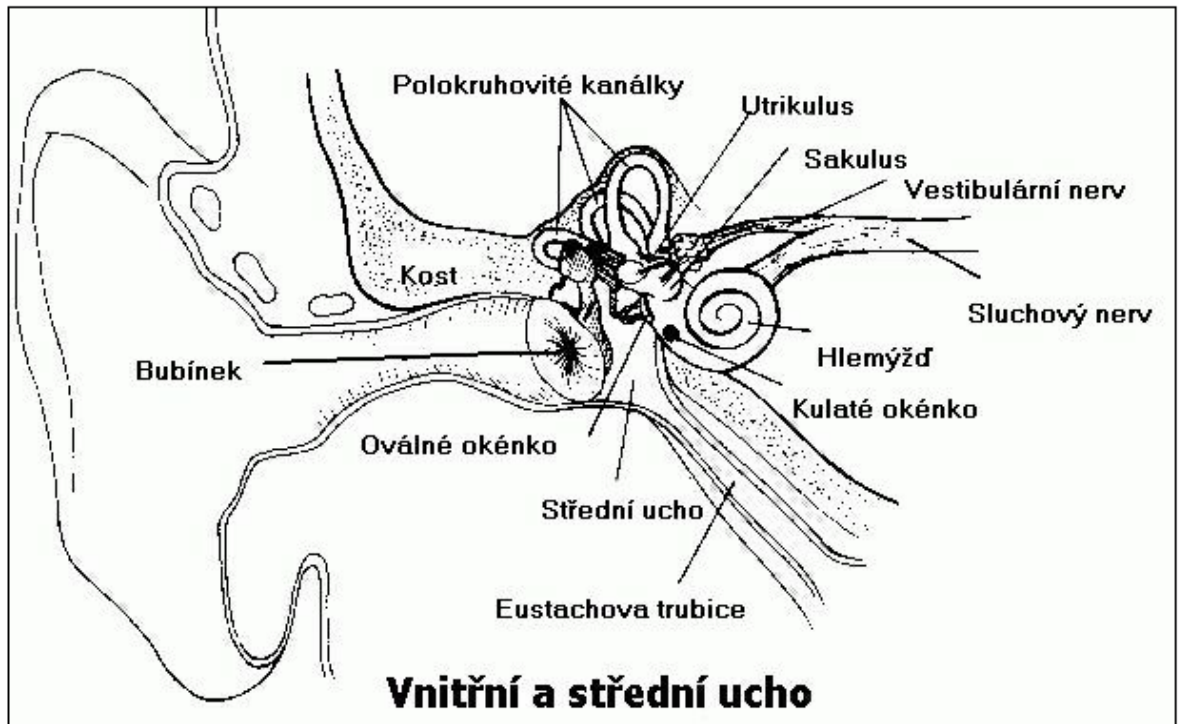
($I_0 = 10^{-12} \text{W.m}^{-2}$) pro referenční tón 1 kHz. Za I_0 je brána hodnota prahové intenzity pro jednotlivé frekvence. V systému hladiny nad prahem sluchu bude křivka prahu sluchu pro jednotlivé tóny přímkou a přírůstek hlasitosti bude udáván nad touto prahovou hodnotou, která je pro všechny rovna 0 dB. (1)

Jednoduché (sinusové) tóny s určitou frekvencí (tzv. čisté tóny) se v přírodě prakticky nevyskytují (viz výše). Téměř všechny zvuky jsou **komplexní, složené**. Jsou to buď neperiodické šумы, nebo periodické složené tóny. Tyto složené tóny obsahují základní frekvenci a různý podíl vyšších kmitočtů (celistvé násobky základního kmitočtu). Tyto tzv. harmonické kmitočty mají různé amplitudy a mohou být proti základnímu tónu fázově posunuté. Přítomnost vyšších harmonických kmitočtů ve zvuku určuje jeho **zabarvení**. K rozkladu komplexního zvuku na příslušné spektrum jednoduchých tónů je možno použít Fourieho analýzu. Analýzu komplexního tónu je schopen realizovat i sluchový aparát člověka (např.: rozpoznání hlasu určité osoby, rozeznání hudebního nástroje). (10)

Určování hlasitosti ve fónech je z hudebního hlediska nepraktické, vyjadřuje totiž hlasitost při poslechu jediné frekvence. Vnímáme-li více zvuků současně (celé spektrum), uvedené závislosti přesně neplatí, proto se u obecného zvuku hlasitost vyjadřuje v jednotkách son (jeden son odpovídá subjektivní hlasitosti tónu 1 kHz na hladině 40 dB, má-li zvuk hlasitost subjektivně 2 x vyšší, je jeho hlasitost 2 sony...). (10)

Kromě uvedených závislostí na frekvenci a intenzitě se při vnímání zvuku uplatňuje ještě celá řada dalších jevů, uveďme alespoň vliv **adaptace** - sluch po určité době působení zvuku ztrácí citlivost (především při působení zvuků velké intenzity nastává částečné "ohluchnutí" - **únava** sluchu), schopnost znovu slyšet se obnovuje do jedné sekundy, v případě větších intenzit zvuku i po několika minutách až dnech. Dalším významným jevem je **maskování** - posloucháme-li současně více zvuků, mohou silnější z nich překrýt slabší natolik, že je nejsme schopni vnímat a ve slyšeném zvuku rozlišit (na této skutečnosti je založena např. celá oblast záznamu zvuku a jeho komprese mj. známý formát MP3). (10)

1.3 Sluchový orgán



Obrázek č. 3: Schéma sluchového aparátu

Sluchový orgán dělíme na **analyzátor periferní a centrální**. Periferní analyzátor se anatomicky dělí na **zevní, střední a vnitřní ucho**.

Zevní ucho se skládá z boltce a zevního zvukovodu. Ušní boltec má směrový účinek na vnímaný zvuk, jeho ztráta však pro postiženého není výrazná. U člověka jsou svaly boltce rudimentární, boltce jsou jen velmi omezeně pohyblivé a tak je směrový vliv boltce jen naznačen. Hlavní mechanismy, mající vliv na rozlišení směru odkud zvuk přichází při biurnálním slyšení jsou zvukový stín, který se projevuje při krátkých vlnových délkách vzhledem k rozměrům hlavy, který způsobí, že uši přijímají rozdílnou zvukovou energii a dále časové zpoždění, se kterým jedno ucho detekuje zvuk vůči druhému uchu. Zevní zvukovod pak vede zachycené zvuky k bubínku.

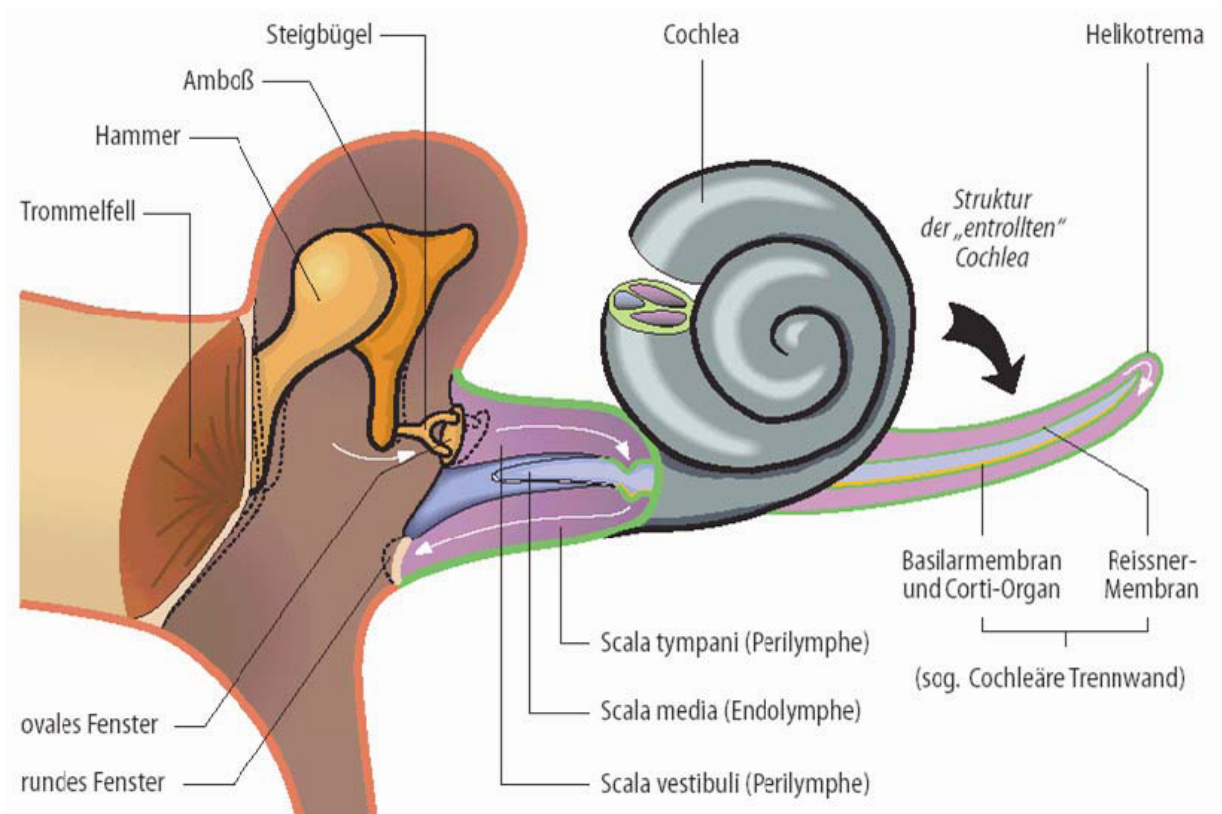
Střední ucho je umístěno ve spánkové kosti a skládá se z bubínku, bubínkové dutiny, převodních nitroušních kůstek – *kladívka, kovádlince, třmínku*. *Kladívko* je jedním výběžkem připojeno k bubínku a druhým ke *kovádlince*. Ta je skloubena s *třmínkem*, který je zasazen do oválného okénka hlemýždě. Funkčně přísluší k střednímu uchu i Eustachova trubice, která spojuje středouší s dutinou nosohltanu a tím s okolním vzduchem. Eustachovou trubicí se vyrovnávají rozdíly tlaku mezi středním uchem a naším okolím (změny atmosférického tlaku – letadla, hory). Ve středním uchu jsou drobné středoušní svaly, které svým napětím mění odpor středoušního aparátu a tedy i jeho citlivost. Zvukové vlny narážejí na bubínek a rozechvějí ho. Výchylky bubínku jsou velmi malé (při prahové intenzitě pro 1 kHz řádově

10^{-11}).

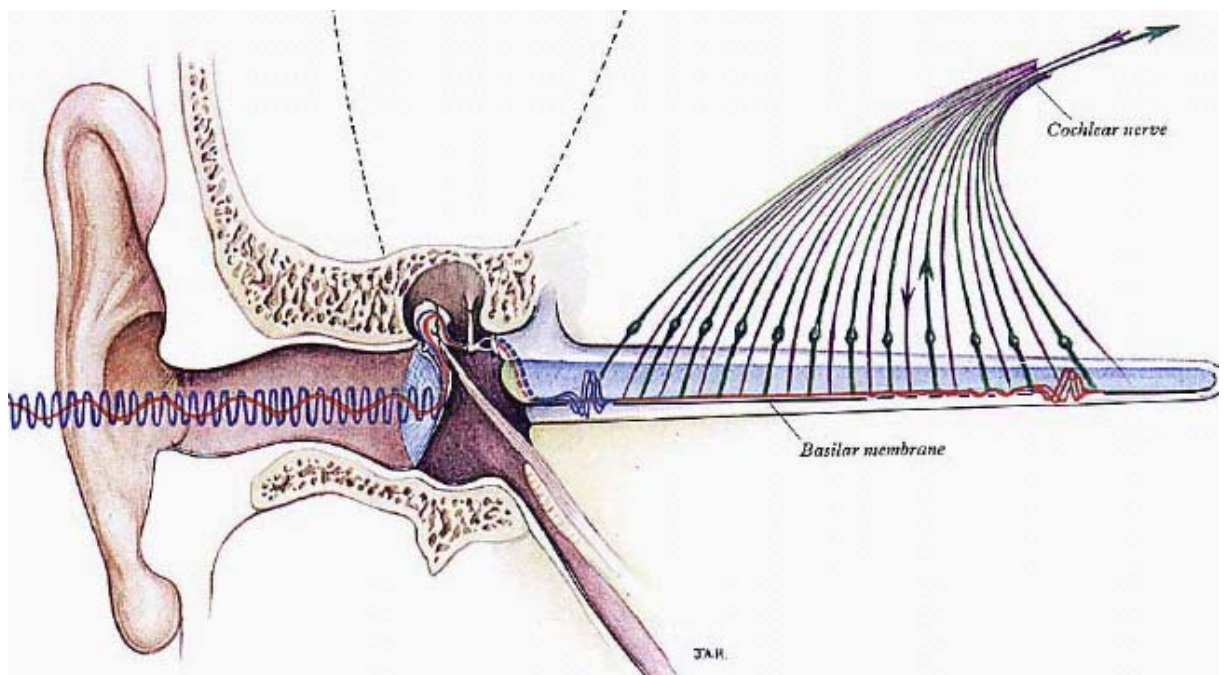
Plocha bubínku je asi 55 mm^2 a plocha membránového okénka 3 mm^2 . Kromě rozdílných velikostí ploch bubínku a membránového okénka má význam i kostní aparát středního ucha, který působí jako páka a tím zvyšuje tlak. Jelikož energie procházející oběma plochami je stejná, zvětší se akustický tlak na plochu oválného okénka. Toto zvětšení akustického tlaku je nezbytné k překonání akustického odporu vzduchu ($3,9 \text{ kPa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-1}$). Kdyby neexistoval docházelo by ke značné ztrátě energie (asi 30dB). Mimoto musí tento systém změnit velikost výchylky a tlaku – ve vzduchu má zvukové vlnění velkou výchylku a malý tlak, v tekutém prostředí malou výchylku a velký tlak.

Vnitřní ucho je tvořeno blanitým labyrintem uloženým ve skalní kosti. Skládá se z vestibulárního aparátu (statický orgán) a z hlemýždě (sluchové ústrojí). Směrem ke střednímu uchu je spojení realizováno *oválným okénkem*, do kterého je zasazen ze středního ucha třmínek (vstup zvukového vlnění) a *okénkem kruhovým*, ve kterém je napnuta pružná vazivová membrána (výstup zvukových vln). Vnitřní ucho je vyplněno kapalinou – *endolymfou*. Vzhledem k tomu, že jsou kapaliny nestlačitelné, je pružnost membrány v okrouhlém okénku nezbytnou podmínkou šíření zvukových vln v endolymfě. Při přechodu zvuku ze vzduchu do tekutiny uvnitř hlemýždě působí tento *hydrodynamický převod*. Mimoto se mohou akustické vlny dostat do endolymfy pomocí *kostního vedení*, kdy prostupují skalní kostí. Hlemýžď je rozdělen podélně na dva kanálky – jeden komunikuje s oválným okénkem a druhý s okrouhlým. Oba kanálky jsou spolu spojeny na vrcholu hlemýždě. Od kostěné lišty vybíhají k protější stěně dvě membrány – *bazilární* a *Reisnerova*. Bazilární membrána je dlouhá asi 3 cm a její tloušťka je na začátku asi 0,1 mm a na konci asi 0,6 mm. Vlastní smyslové ústrojí *Cortiho orgán* se nachází na bazilární membráně. Tlakové změny v endolymfě rozkmitají bazilární membránu, což má za následek podráždění vláskových sluchových buněk Cortiho orgánu a vznik akčních potenciálů, které jsou vedeny sluchovým nervem do centrálního analyzátoru v mozku.

Hlemýžď má vlastní klidový (kochleární) potenciál. Při průchodu zvukových vln endolymfou se objeví změny kochleárního potenciálu – tzv. mikrofonní jev. Tyto změny mohou být registrovány mezi elektrodou umístěnou na hlemýždi nebo v jeho blízkosti a indiferentní elektrodou. Patrně jsou generovány deformací výběžku vláskových buněk (analogie piezoelektrického jevu). (1)

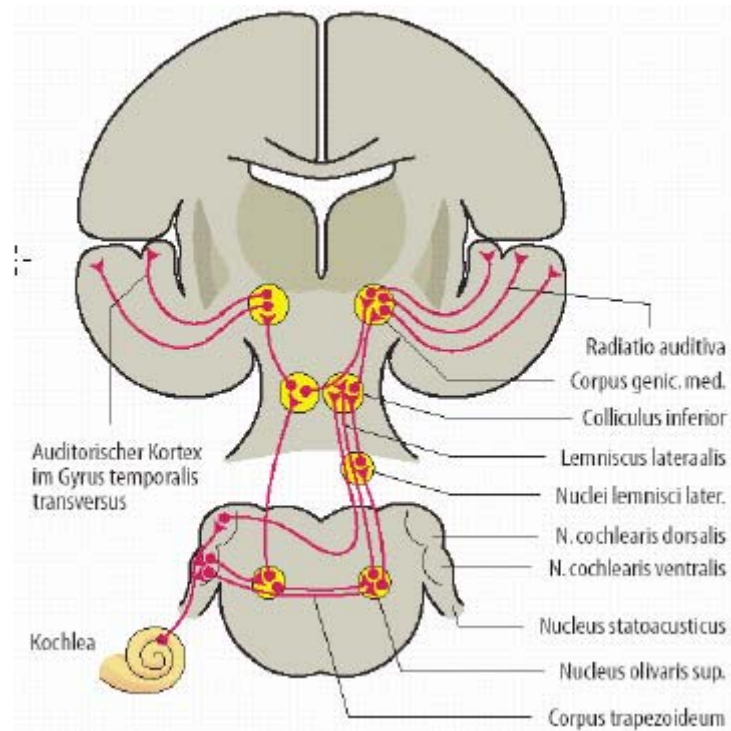


Obrázek č. 4: Schématické znázornění středního a vnitřního ucha



Obrázek č. 5: Schéma registrace zvuku v sluchovém aparátu

Buňky Cortiho orgánu produkují akční potenciály, které jsou vedeny nervovými vlákny do centrálního analyzátoru. Frekvence akčních potenciálů v jednotlivých nervových vláknech je úměrná hlasitosti dráždícího zvuku. (1)



Obrázek č. 6: Sluchová dráha

2. Účinky zvuku na lidské zdraví

2.1 Negativní účinky – hluk

2.1.1 Definice hluku

Hluk je zvukem (akustickým signálem), který je nežádoucí, nepříjemný či rušivý. Další zpřesnění definice bude záležet jednak na tom jaký obor a pro jaký účel jej definuje, dále potom, zda máme na mysli jeho emise, imise, či vliv těchto imisí a na co nebo koho.

Poměrně velice přesně lze zvuk **fyzikálně** popsat a jeho vlastnosti, ať už u zdrojů (emise) nebo pokud se šíří prostředím (imise), měřit. **Lékařsky** lze považovat hluk za zvuk, který má účinky přímo na správnou činnost sluchového orgánu (specifické účinky), nebo prostřednictvím něho v různé intenzitě jinak působí škodlivě na člověka (nespecifické účinky). I tyto vlivy zvuku příliš silného, příliš častého, nebo působícího v nevhodné situaci, době či na slabého jedince (tedy bez ohledu na jeho fyzikální vlastnosti) lze dnes již poměrně přesně pozorovat a objektivně popsat. (16)

Podle časového průběhu rozdělujeme hluk na **impulsní** a **neimpulsní** a ten dále na *ustálený*, *proměnný* a *přerušovaný*. Hluk o frekvenci 8 až 20 kHz je hluk **vysokofrekvenční**.

V praxi se hluk vyskytuje v širokém rozsahu intenzit, a proto se jeho velikost vyjadřuje v hladinách akustického tlaku L_A .

$$L_A = 20 \log p_A / p_0 \quad (\text{viz výše}),$$

kde p_A je akustický tlak frekvenčně vážený váhovým filtrem A v p_A a $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ referenční akustický tlak.

Základní veličinou pro měření hluku je ekvivalentní hladina hluku A **L_{Aeq}** , která odpovídá průměrné hladině akustického tlaku A. (2)

Právní definice hluku by měla vzít v úvahu jak výše uvedená vymezení, tak ovšem i zahrnout jeho další společenská negativa. Samotné vymezení není vůbec jednoduché. Z hlediska platného práva tak činí jednotlivé právní předpisy pro oblasti jimi upravované. Proto jej vymezíme, aniž bychom se nyní blíže zabývali zákonnými definicemi, jako **zvuk, který člověka poškozuje (na zdraví, majetku, na životním prostředí), ruší anebo obtěžuje**. (16)

2.1.2 Účinky hluku

Účinky působení hluku na člověka rozdělujeme na:

- 1) **Specifické sluchové účinky** - akutní akustické trauma,
 - poruchy sluchu z hluku,
 - zhoršené zpracování nových poznatků aj.
- 2) **Nespecifické mimosluchové účinky:**
 - funkční poruchy v aktivaci centrálního nervového systému, vyvolávající vegetativní, hormonální nebo biochemické reakce a poruchy spánku;
 - funkční poruchy motorických funkcí, jako je změna zrakového pole a poruchy koordinace pohybů vedoucí k vyšší úrazovosti;
 - funkční poruchy emocionální rovnováhy.
 - akutní zvýšení tepové frekvence a krevního tlaku.
 - dlouhodobá expozice nadměrnému hluku je spojena s rizikem kardiovaskulárních onemocnění. (2)

2.1.2.1. Specifické sluchové účinky

Všeobecně známým účinkem hluku na zdraví je poškození sluchu. K němu může dojít buď při krátkodobém vystavení hluku přesahujícímu 130 dB (o něco větší hluk, než vydává startující letadlo), nebo častému a dlouhodobému vystavování hluku nad 85 dB (např. velmi hlasitá hudba). K poškození sluchu ale může vést i dlouhodobé vystavování se hluku kolem 70 dB, což je běžná úroveň hluku podél hlavních silnic. Za hlavní příčinu sluchové ztráty není již v současné době považováno stárnutí, ale hluková zátěž. Poškození sluchu je přitom většinou nevratné. (17) Expozice intenzivnímu hluku vyvolává nejprve dočasný posun sluchového prahu. Narozdíl od jiných škodlivin se působení hluku neprojevuje většinou bezprostředně ani bolestí, ani zřetelnou poruchou sluchu (počáteční sluchová ztráta postihuje vnímání vyšších tónů, které k běžnému slyšení nutně nepotřebujeme). Při dlouhodobé expozici nadměrnému hluku při práci, kdy hladiny hluku jsou vyšší než 85 dB, dochází k trvalému posunu sluchového prahu neboli vzniku profesionální nedoslýchavosti.

Expozice hluku má vliv na vnitřní ucho, co přináší ztrátu sluchu typu nepodléhajícího léčbě. Avšak, množství expozice, které způsobí určitý stupeň ztráty sluchu u určitého jedince, není jednoduché stanovit. Je mnoho dalších faktorů, které svým vlivem komplikují tuto otázku. Jenom zřídka přichází hlukem indukované poškození sluchu bez dlouhodobé expozice. Ve všeobecnosti, délka expozice, která je zapotřebí k poškození sluchu je nepřímo úměrná množství hlukové energie. Avšak jak lidé, tak i hluky se liší jeden od druhého. Například energie hluku může být lokalizovaná v jednom, ve všech pásmech frekvencí nebo může být distribuovaná skrz osm nebo víc frekvenčních pásem. Proto, musí být hluk měřen ve dvou dimenzích – *celková energie a frekvenční charakteristika*. Také expozice může být rozdílně distribuovaná – *čas expozice během pracovního dne nebo celkový podíl celého pracovního života*. (7)

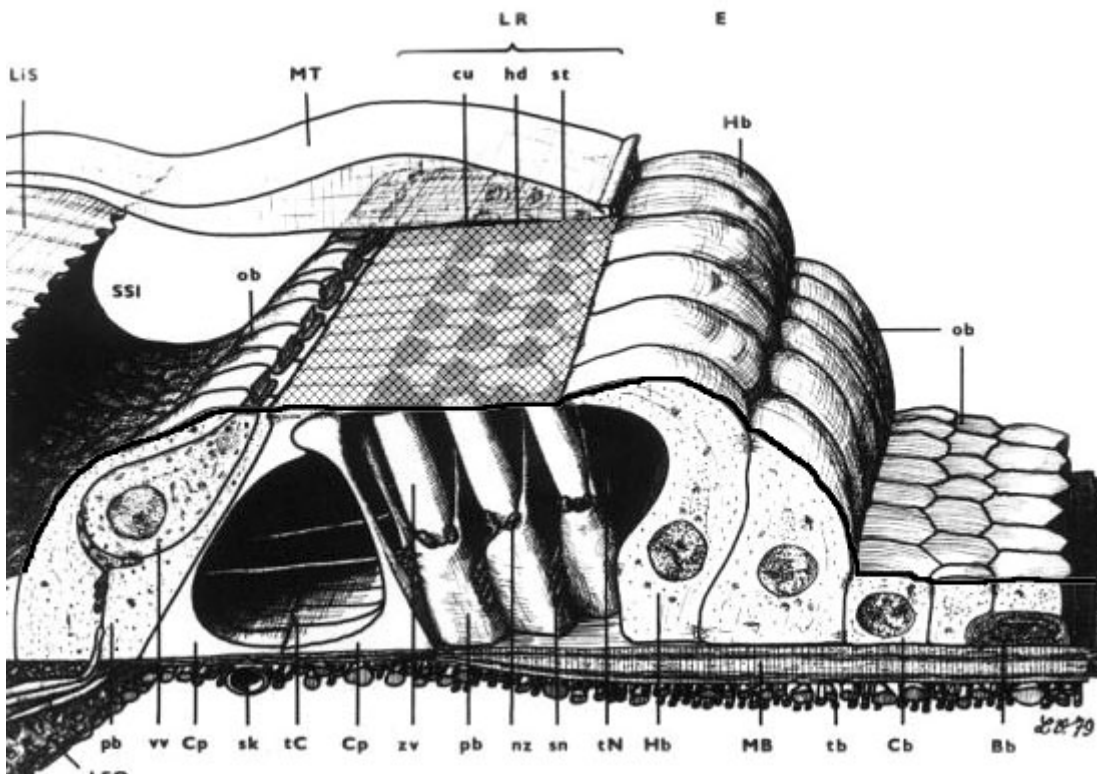
Hlukem indukovaná ztráta sluchu je většinou pomalý progresivní záludní proces. (7)

Metody posuzování hlukové expozice, jejich účinků na sluch a metody a metody predikce sluchových ztrát jsou mezinárodně normalizovány v ČSN ISO 1999 a ČSN ISO 7029. (2)

A) Akustické trauma

Tento termín v obecné terminologii označuje přímé *mechanické poškození* orgánů v důsledku působení akustické energie, kdy tato energie překročí meze pevnosti zasažených orgánů. Již proto, že v pevnosti orgánů jsou určité rozdíly u každého jedince, může se velikost poškození stejnou akustickou energií lišit jedinec od jedince, ale i ucho od ucha u stejného jedince. Protože u akustického traumatu působí škody přímo akustická energie, je mechanické poškození omezeno pouze na dobu působení zvuku. Jakékoliv změny v hlemýždi, které nastaly po vystavení hluku jsou důsledkem progresivní nekrózy (viz dále). Protože pro vznik traumatu je podstatná pevnost vs. velikost energie, rozhoduje o vzniku především hladina akustického tlaku. Doba působení je prakticky bezvýznamná. Pokud je však expozice hluku extrémně dlouhá, začne se uplatňovat numerická atrofie.

Nejchoulostivější na mechanické poškození je retikulární membrána. Při vystavení nadprahovým hodnotám hluku se nejprve objevují trhlinky, poté se začne membrána odtrhávat od Hensenových buněk a od bazilární membrány. Při vyšších hlasitostech se odtrhává Cortiho orgán a dochází také k perforaci bazilární membrány, popř. i Reissnerovy membrány. (14)



Obrázek č. 7: Upravený nákres Cortiho orgánu. Šrafovaná část označuje retikulární membránu (LR), na které jsou patrné smyslové vlásky sluchových buněk (st). Tlustá černá čára představuje rozhraní mezi endolymfou (nahore) a perilymfou (pod čarou). Hb – Hensenovy buňky, ob – vnější obkladné buňky (14)

Protože perforace se nejprve objevuje na retikulární membráně, lze právě tento jev považovat za vznik akustického traumatu. Protržení membrány znamená průnik endolymfy do prostoru Cortiho orgánu, který je naplněn perilymfou. Laboratorní nálezy ukázaly, že tekutina endolymfy se značně odlišnou koncentrací draslíku, sodíku a proteinů působí na buňky Cortiho orgánu přímo toxicky a dosud zdravé buňky hynou. Tento proces je však až následek akustického traumatu resp. protržení přepážky mezi endolymfou a perilymfou a nazývá se progresivní nekróza.

Poznámka: Poranění středního ucha bývá často zaměňováno s akustickým traumatem. Ovšem k poranění středního a vnitřního ucha dochází odlišnými mechanismy. Akustický signál (tj. slyšitelný zvuk) vyvolává poškození především vnitřního ucha a při tomto druhu poranění zůstává střední ucho v zásadě neporušeno. Naproti tomu k poranění středního ucha může dojít následkem prudké změny akustického tlaku (např. při explozi), pokud se nestačí tlak vyrovnat Eustachovou trubicí. Následkem může být např. protržení bubínku, poškození kůstek ucha apod. Při tomto druhu poranění pro změnu obvykle nedochází k poranění vnitřního ucha. Proto se poranění středního ucha nazývá “barotrauma” a poranění vnitřního ucha “akustické trauma”. (14)

B) Numerická atrofie

Obecná patologie rozumí pod tímto pojmem proces úbytku buněčné populace. Také počet sluchových smyslových buněk je definitivní, tj. podobně jako neurony se v průběhu života neobnovují. Pokud tedy nějaké buňky z libovolných důvodů odumřou, jsou nahrazeny jakousi buněčnou výstelkou, resp. buňkami bez nějakého funkčního významu pro sluchovou funkci. Úbytek sluchových buněk je patrný již u novorozenců, se vzrůstajícím věkem smyslových buněk dále ubývá. U jedinců, kteří se pohybují v hlučném prostředí, je pak úbytek vyšší. Ztráty smyslových buněk přitom přesně odpovídají audiometricky zjištěným funkčním změnám těchto jedinců, přičemž nejvyšší ztráty jsou v prvním závitě hlemýždě, kde se vyhodnocují nejvyšší frekvence.

Protože jedním z průvodních jevů civilizace je „zamoření“ hlukem, je také rychlost regrese neuroepitelu (smyslových buněk) u lidí v „civilizovaných“ oblastech daleko vyšší, než u např. domorodců žijících v tichých odlehlých oblastech. V těchto populacích je také daleko menší výskyt jiných civilizačních chorob, jako hypertenze či vředových chorob (viz dále). Jako profesní nedoslýchavost označujeme atrofii sluchového neuroepitelu způsobenou vysokým hlukem na pracovišti (např. u střelníků, kovářů, horníků apod).

Mechanismus atrofie smyslového orgánu není dosud znám, stejně jako důvod, proč jsou největší úbytky smyslových buněk v 1. závitě hlemýždě tj. u nejvyšších kmitočtů, když převážná část akustické energie je spíše na nižších frekvencích, což by odpovídalo spíše 2. závitě. Všeobecně přijímaný názor je ten, že buňky odumírají v důsledku vlastního metabolického vyčerpání resp. vyčerpání buňky z hyperaktivity. Průběh atrofie je zatím vysvětlován tak, že nejprve se smyslové buňky přílišnou aktivitou unavují – nastává sluchová únava, tj. dočasné zvýšení prahu slyšitelnosti. Při dalším zatěžování buňky nenávratně hynou a dochází k trvalému posunu prahu slyšitelnosti popř. k trvalým ztrátám sluchu.

Domněnku o metabolickém vyčerpání potvrzují například nálezy zvýšeného stupně numerické atrofie u jedinců s narušenou výživou orgánů vnitřního ucha (např. nedostatečný přísun kyslíku, živin aj.). Pokud totiž není zatěžovaná buňka dostatečně vyživována, odumírá daleko dříve. Podobné změny ve sluchovém orgánu však může způsobit např. RTG ozáření vnitřního ucha nebo intoxikace určitými látkami. (14)

C) Progresivní nekróza

Tento proces zde označuje postupný úhyn buněk Cortiho orgánu a nervových zakončení v důsledku průniku endolymfy do prostor Cortiho orgánu. Průnik endolymfy může způsobit protržení retikulární membrány následkem expozice nadměrného hluku, ale také porušení téže membrány v důsledku úhynu zevních vlasových buněk. To je možné např. po intoxikaci ototoxických antibiotik - neomycinu, gentamycin a jiných aminoglykosidových antibiotik. Nebezpečí progresivní nekrózy spočívá v zasažení mnohem většího počtu smyslových buněk, než kolik jich bylo poničeno vlastním traumatem. To je ve shodě s audiometrickým pozorováním, kde jsou změny citlivosti sluchu mnohem menší bezprostředně po expozici, oproti stavu o několik hodin až dní později. Šíření endolymfy do Cortiho orgánu pomáhá jak odumírání smyslových buněk právě v důsledku zasažení endolymfou, tak vystavení hluku podprahových hodnot, tj. intenzit zvuku, které samy o sobě nemají destruktivní charakter. Při jednom pokusu byla morčata vystavena traumatickému hluku 145 dB/5min a poté ještě 90dB/30min. Tato morčata měla největší poškození sluchového orgánu, oproti morčatům preparovaným ihned po vystavení pouze traumatickému hluku i oproti morčatům, která byla po vystavení pouze traumatickému hluku 145 dB/5min ponechána nějaký čas v tichém prostředí. To lze vysvětlit tak, že následná stimulace hlukem působí jako „pumpa“, která urychlí promíchání endolymfy s perilymfou a dojde k zasažení větší oblasti neuroepitelu. Míra poškození sluchového orgánu může být dále znásobena podáváním různých látek – uvedli jsme určitá antibiotika, podobné účinky má však také mangan, chinin aj. Nebezpečí některých uvedených antibiotik dále tkví v tom, že se v hlemýždi hromadí i dlouho po ukončení léčby a mohou tak způsobit významné sluchové ztráty. (14)

Jako příklad poškození sluchu hlukem uvedu studii publikovanou v svazku 9 časopisu *Noise&Health* v roce 2007. Studie byla vedena mezi mlynáři na rozsáhlém trhu v Ibadanu, v severozápadní Nigerii. Tyto pracovníci jsou zaměstnaní malými firmami s minimální nebo žádnou regulací expozice hluku. Mlynáři byli požádáni, aby vyplnili dotazník, který kromě osobních charakteristik podal informaci o době, po kterou byli zaměstnáni, typu práce, kterou vykonávali a symptomech poškození sluchu, které se u nich projeví. Krom toho byla měřena expozice hluku a hodnoceno poškození sluchu jednak ve skupině 85 mlynářů, jednak v kontrolní skupině. Kontrolní skupina měla 45 členů, u kterých nebyla známá expozice hluku a neměly v anamnéze onemocnění sluchového aparátu. Hladiny hluku se na pracovištích pohybovaly od 88-90 dB pro malé mlýny a 101-105 dB pro velké mlýny. Žáden ze zaměstnanců nepoužíval pomůcky pro ochranu sluchu. Výsledky ukázali, že 56% zaměstnanců mělo poškození sluchu v rozpětí od mírného poškození (49%), přes střední (6,4%) až po závažné (0,6%). V kontrolní skupině 33% mělo poškození sluchu, z toho 26% mírné, 7% střední. V této skupině nebylo prokázáno žádné závažné poškození sluchu., $p = 0,001$. Nebyla žádná asociace mezi věkem a poškozením sluchu, ale prevalence poškození sluchu byla vyšší mezi pracovníky, který byli na tomto pracovišti zaměstnaní déle než 20 let. To dokazuje potřebu regulace expozice hluku pro ochranu zdraví zaměstnanců i v malých společnostech. Používání nízko-nákladových pomůcek k ochraně sluchu a edukace k ochraně zdraví by měla snížit výskyt závažných poškození sluchu i mezi těmito pracovníky. (3)

Většina osob je vnímavá ke hlukem indukované ztrátě sluchu. Existují jedinci, který ani přes nadměrnou expozici nejeví známky ztráty sluchu. Na druhou stranu několik jedinců bude mít při srovnatelné expozici větší ztrátu sluchu nežli průměr. Počet jedinců v těchto dvou krajních případech je velmi malý. Přesně řečeno, ztráta sluchu může být definována jako výchylka směrem ke vzestupu sluchového prahu. Avšak z hlediska pracovní lékařského je zájem hlavně o prevenci signifikantní ztráty sluchu (ztráty sluchu, která je handicapem). Stupeň ztráty sluchu, který je už handicapem je určitě víc než jen pouhý vzestup prahu nad nulu na audiometru. Tato nula je statistickým průměrem a proto není specifickým bodem na stupnici. Když sluchový práh leží o 15 decibelů nad nebo pod nulou považujeme to za normu. Ztráta sluchu větší než ta reprezentovaná vzestupem sluchového prahu na 15 decibelů nad nulu je považována za handicap. (7)

Nejdůležitější funkce sluchu pro naši společnost je slyšet řeč, co je nutné pro komunikaci. Z toho důvodu by bylo žádoucí vědět jak velká expozice hluku je potřebná, aby vznikla ztráta sluchu dostatečná k tomu, aby způsobila handicap při komunikaci u průměrné osoby. (7)

Ze statistik Českého statistického úřadu vyplývá, že v roce 2007, bylo v České republice hlášeno celkem 629 případů nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory. Což představovalo 51,2% ze všech hlášených nemocí z povolání. Postižení byli hlavně pracovníci při výrobě kovových konstrukcí a kovodělných výrobků (OKEČ DJ28 – 109 t.j.17,3% případů) a pracovníci ve stavebnictví (OKEČ F45 – 55 t.j.8,7% případů). Nejvíce případů bylo hlášeno v Moravskoslezském kraji (197 tj 31,3% případů). Přehled a zastoupení jednotlivých položek uvádí tabulka (viz Příloha č. 4). Porucha sluchu způsobená hlukem byla zjištěna u 25 osob. Onemocněli pracovníci v 18 různých profesích a 10 různých odvětvích ekonomické činnosti. (Ohrožení nemocí z povolání viz tabulka v Přílohe č. 4).(18)

V snaze o prevenci profesionálních ztrát sluchu byli vypracované tzv. **programy pro zachování sluchu**.

Ty by měli zahrnovat:

I) analýzu hlukové expozice, II) kontrolu expozice hluku, III) měření sluchu.

I) Analýza expozice hluku znamená měření objemu hluku, stanovení, která část objemu souvisí s různými vlnovými délkami (frekvencemi), časovou distribuci během dne (jestli je kontinuální nebo intermitentní) a celkové trvání podél pracovního života.

II) Kontrola expozice hluku může být představovaná redukcí hluku u zdroje a/nebo protekcí exponované osoby. Redukce množství hluku u zdroje je práce inženýru a když je proveditelná je nejlepším možným řešením. Avšak, často je praktičtější metodou kontroly expozice hluku osobní ochrana. Nepraktičtější ze všeho je užívání pomůcek mechanicky chránících sluchový aparát (chrániče). V první řadě je důležité přimět pracovníky k tomu, aby ochranní pomůcky skutečně používali. Zkušenosti ale ukazují, že s trochou snahy a trpělivosti většina zaměstnanců bude nakonec pomůcky skutečně poctivě nosit. Tyto pomůcky zřídka způsobují těžkosti a při racionální starostlivosti mohou být nošeny kontinuálně.

III) Měření sluchu je bezpochyby nejdůležitější částí programu pro zachování sluchu. Bez audiometrického vyšetření je nemožné zhodnotit účinnost kontrolních metod hlukové expozice. Sluchové testy před nástupem do zaměstnání by měly být provedeny u každého zaměstnance bez ohledu na jeho budoucí povolání.

Audiogramy pořízené před nástupem do zaměstnání slouží k stanovení stavu sluchu zaměstnance a jsou použity v případě pracovně-lékařského řízení jako podklad pro porovnání s následujícími testy. Následní testy by měly být prováděny pravidelně – 90 dní po nástupu do zaměstnání v hlučné oblasti a pak rutinně raz ročně. Tyto testy monitorují efektivitu programů pro zachování sluchu a ukazuje jestli zaměstnanec má být kontrolován častěji co se týče protekce sluchu nebo v některých případech ukazuje na potřebu přeřazení zaměstnance do méně hlučného prostředí.

Audiogramy před umístněním vyžadují prahové testy vzdušného vedení na frekvenci 1000, 2000, 3000, 4000 a 6000 Hz. Můžou být provedeny spolu s jednoduchou standardní screeningovou audiometrií. Diagnostické audiogramy nemohou být rutinní součástí industriálního programu. Měly by být dělány pouze na požádání a obvykle otologem, nebo pod jeho dohledem. Následní testy se pořizují k detekci rozdílů od originálního nebo základního audiogramu. Ty mohou být prováděny v rámci jednoduchého screeningu s 20 dB na frekvenci 4000 Hz. Tyto jednoduché frekvenční screeningové testy slouží k rapidnímu testování mnoha zaměstnanců v krátkém čase. Výzkumy ukázaly, že většina ztrát sluchu se objevuje na 4000 Hz. Tedy u 99 procent zaměstnanců se ukáže větší ztráta sluchu na 4000 cyklech za sekundu než na jakékoli jiné frekvenci. Jednoduché frekvenční testy mají mnoho výhod. Vybavení stojí méně než u jiných typů. Screening na 4000 Hz a 20 dB může být prováděn v běžných tichých místnostech. Zvukově opatřené místnosti, jako ty, vyžadované pro prahové testy nejsou nutné. Test je provedený za několik málo sekund a není ani potřeba speciálně školeného personálu. (7)

2.1.2.2. Nespecifické mimosluchové účinky

Nespecifické účinky se projevují v celém rozsahu výskytu hodnot hluku, ovlivňují celou řadu funkcí a reakcí člověka a mohou se projevovat až v poruchách emocionální rovnováhy, sociálních interakcí, jakož i ve formě nemocí, u nichž působení hluku může nepříznivě působit na její průběh.

Nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž je pocit **obtěžování hlukem**, tedy psychologické působení hluku narozdíl od fyziologického, ačkoli stav tělesné pohody lze jen těžko oddělovat od toho duševního. Především u tohoto působení se zdá být pojem hluku zcela relativní, závislý na vztahu konkrétního člověka ke konkrétnímu zvuku a konkrétní situaci. Při obtěžování hlukem se uplatňuje jak emoční složka vnímání, tak i složka poznávací (tj. rušení hlukem při různých činnostech) a kromě fyzikálních vlastností hluku záleží i na řadě dalších neakustických faktorů sociální, psychologické nebo ekonomické povahy. U každého člověka také existuje určitý stupeň senzitivity, respektive tolerance k rušivému účinku hluku, a to jako významně osobnostně fixovaná vlastnost jedince. Sice se v normální populaci vyskytuje 10 - 20 % vysoce senzitivních osob, stejně jako je i výskyt osob velmi tolerantních, avšak u zbylých 60 - 80 % populace víceméně platí závislost míry obtěžování na velikosti hlukové zátěže.

Rušivost je do určité míry objektivně prokazatelný a uznávaný vliv hluku. To platí především pro klidný spánek, pro nějž byly vyzorovány obecné nejvyšší možné úrovně hluku a také to, že lidé si ve hlučných lokalitách nezvykají ani po několika letech působení hluku. (16)

Na ilustraci nespécifických účinků hluku uvedu 3 nezávislé studie:

1) První z nich byla publikována v roce 2007 v devátém svazku časopisu *Noise&Health*.

Jejím cílem bylo zjistit hladiny a časovou i místní distribuci hluku v městských veřejných na výuku zaměřených nemocnicích (*New York Methodist Hospital, Brooklyn, NY, USA*) a přidružených městských pečovatelských domech. Dalším úkolem bylo porovnat hlukové hladiny a schémata v obou institucích. Záznamy byli pořízené na jednotce intenzivní péče, na pohotovosti a dále v pokojích pacientů a místnosti sester na jednotlivých odděleních. V pečovatelských domech byli záznamy pořízené taky v pokojích pacientů i v místnosti sester. Ve všech oblastech nemocnice i pečovatelského domu byli naměřené hladiny hluku v rozmezí od 55 do 70 dB a tedy překročili 40-50 dB doporučený limit (EPA). Na jednotce intenzivní péče a pohotovosti naměřené hladiny hluku byly vyšší v pracovním týdnu než o víkendu. Na jednotce intenzivní péče a na jednotlivých odděleních byli hladiny hluku vyšší kolem oběda, v ranních a večerních hodinách. Nejvyšší hladiny hluku byli naměřeny na pohotovosti, následně na jednotce intenzivní péče a odděleních. Na odděleních místnosti sester byli hlučnější než pokoje pacientů. Při srovnání nemocnice a pečovatelských domů byli vyšší hladiny hluku naměřeny v nemocnici. V pečovatelském domě byli hladiny hluku podobné v pracovních dnech a o víkendu. Hluk byl tady výraznější v místnostech sester než na pokojích pacientů a silnější ráno a večer než v kolem oběda.

Závěrem studie bylo, že hladiny hluku byli nad doporučenou hladinou v obou institucích, co je stresujícím faktorem hlavně pro křehké starší pacienty. S transportem z pečovatelského domu do nemocnice se expozice pacienta tímto stresem ještě zvyšuje. Časové a místní schéma hluku v obou institucích ukazuje, že lidský faktor je hlavním zdrojem zatížení prostředí hlukem. Proto je toto zatížení potenciálně modifikovatelné. (5)

2) V jiné studii, uskutečněné ve Slovinku na vzorku dvaceti adolescentů průměrného věku 13,5 roku (SD = 0,25) se snažili zjistit jak různé stresové faktory ovlivňují na pracovní výkon. Studie byla publikována v časopise *Adolescent*, Vol. 43, No.169, v roce 2008. Výzkum byl uskutečněn v arteficialně vytvořených podmínkách „klimatické komory“, kde byla provedena široká škála sezení pro různé pracovní podmínky. Celkově se provedlo 360 měření pro každý možný účinek a všechny možné interakce. Ze všech tří stresových faktorů v pracovním prostředí (klíma, světlo a hluk) jenom účinek hluku byl signifikantní ($p < 0,001$). Jenom hluk ovlivňoval efektivitu monotónních pracovních úkolů, které byli účastníkům studie zadány. Z výsledků studie vyplynulo, že hluk v pracovním prostředí mladých adolescentů negativně ovlivňuje nejenom jejich zdraví, ale i úspěch v pracovních úkolech. Proto je důležité věnovat zvýšenou pozornost protekci adolescentů před hlukem ve vzdělávacích institucích. (4)

3) Z výsledků a závěrů studie HYENA (Hypertension and Exposure to Noise Near Airports) vyplývá, že **riziko hypertenze v závislosti na dlouhodobé expozici hluku**, primárně pro noční hluk z letecké dopravy, ale i průměrný hluk z cestní dopravy během dne **stoupá**. Tato studie byla publikovaná v časopise *Environmental Health Perspectives* v březnu 2008. V studii byl měřen krevní tlak a prostřednictvím dotazníku sbíraná data o zdravotních, socioekonomických faktorech a faktorech životního stylu, zahrnující dietní návyky a fyzickou aktivitu. Studie se zúčastnilo 4861 osob ve věku 45-70 let bydlících alespoň 5 let v blízkosti některého ze šesti největších evropských letišť. (6)

Člověk se běžně pohybuje v prostředí, kde hladiny hluku kolísají mezi 25 a 105 dB. Hodnoty okolo uvedené dolní hranice se vyskytují např. v zasněženém lese při bezvětří nebo v tiché místnosti v noci. Spánek by neměl být rušen hluky nad 45 dB, hluk do 50 dB ruší dobrou duševní pohodu, duševní práci vyžadující soustředěnost a přesnost. Ale už hlasitý hovor vytváří hladinu 60 dB, symfonický orchestr okolo 90 dB, rockový koncert přes 100 dB, stejně jako zdroje hluků v průmyslových provozech (takový hluk, ovšem dlouhodobým působením, již způsobuje poškození sluchu). I ve vzdálenosti několika kilometrů od letiště způsobují proudová letadla hluk přes 80 dB, ve vzdálenosti stovek metrů to jsou hladiny přes 100 dB, o raketách a kosmodromech ani nemluvě...(hluky nad 125 až 135 dB, které jsou provázeny bolestivým pocitem jsou naštěstí vcelku vzácné). (16)

2.1.3 Zdroje hluku

Hluk vzniká jako vedlejší produkt lidské aktivity. Je všeobecně známo, že provoz stacionárních i mobilních strojů a zařízení je příčinou vytváření vysokých hladin hluku, které nepříznivě působí na jejich obsluhu a zatěžují okolí.

Obecně lze říci, že se daří omezovat hluk úpravami strojů a dalších hlučných zařízení přímo při jejich výrobě – tedy přímo u zdroje. Neplatí pak v tomto případě před třiceti lety běžná úvaha, že technický pokrok dosáhl dimenzí, které nenechávají prostor a čas k likvidaci vyvolaných negativních důsledků.

Dnes se již nepodceňuje **hluk v pracovním prostředí**, který dle odhadů tvoří **40 % hluku** „vypouštěného“ lidmi do životního prostředí. Okolo **50 % celkové hlukové zátěže** způsobuje **doprava** (někdy se uvádí až **70 %**). Každopádně bylo odhadnuto, že podle platných limitů hluku bylo např. v Praze roku 2002 zasaženo hlukem z automobilové a tramvajové dopravy 7,6 % obyvatel. Uděláme-li přibližné korekce ve výše uvedeném smyslu – odečteme silné, ale i slabé jedince – dostaneme nejméně 50 tisíc obtěžovaných občanů. Zkusme si za procentuelní hodnotu obtěžovaných v hlavním městě - kráceno výší urbanizace, podílem podobně zahlcených měst a měst s tramvajemi - dosadit počet občanů republiky (dle méně střízlivých odhadů je zasaženo hlukem v České republice asi 2,5 milionů obyvatel). **Evropská unie za rok 2000 udává 25 % hlukem obtěžované populace, 5 – 15 % rušené ve svém spánku hlukem.** Odhadovaný počet obyvatel unie zasažených v roce 2000 hlukem o ekvivalentní hladině akustického tlaku vyšší než 65 dB byl 100 miliónů obyvatel. (16)



Obrázek č. 8: Zdroje hluku

V praktickém boji proti hluku je dnes klíčovou otázkou, nakolik je v současné době **technicky a ekonomicky** realizovatelné jeho omezení. Z technického hlediska je u hluku výhodné např. to, že se chová relativně přesně podle fyzikálních zákonů, což umožňuje aplikaci výpočtových metod s mnohem větší přesností než např. u prognóz znečištění ovzduší.

Hluková energie podléhá entropii a nezanechává žádná rezidua, nekumuluje se v prostředí, jako např. některé chemické škodliviny. Pokud jde o ekonomická hlediska, je samozřejmě snižování hluku spojeno s finančními náklady. Avšak opatření proti hluku mají v případě emisí mnohdy technicky příznivé účinky (např. v oblasti životnosti zařízení). V případě imisí mají zřejmě i ekonomický přínos, což lze již dnes objektivně kvantifikovat - i když je to složitý problém, spočítat ztráty či přínosy způsobené nepřikročením k protihlukovým opatřením ekonomové dovedou (např. se ekonomicky ocení zvýšená unavenost a nemocnost - ztráty produktivní, ztráty na účet zdravotních a sociálních výdajů). (16)

2.1.4 Ochrana před hlukem

Opatření proti hluku mohou být **technická, technologická, organizační, zdravotnická či jiná** (např. ochranné pomůcky). **Legislativní opatření** jsou jednak rámcem pro opatření předchozí, jednak jsou samostatně stojícím opatřením. Řízení hluku v životním prostředí můžeme rozdělit podle typu prostředků pro řízení hluku v prostředí, a sice:

A) **Řízení v oblasti zdrojů hluku** (regulace v emisní oblasti); tato část problematiky řízení hluku zahrnuje pak limitní či alespoň informativní požadavky na emise hluku dopravních prostředků, strojů, výrobků a zařízení. Preventivní opatření na snížení hlučnosti strojních zařízení jsou ze zdravotního hlediska neúčinnější a v souhrnu z pohledu zaměstnavatele i nejlevnější. Důraz kladený na provoz zařízení s nízkou hlučností se kromě účinné ochrany zdraví příznivě projeví zlepšením pracovních podmínek a vyšší produktivitou práce.

Tento požadavek je nutné uplatnit již při volbě technologie, výběru strojních zařízení a projektování výrobních prostor. U stávajícího zařízení je třeba se zaměřit na lokalizaci hlavních zdrojů hluku a výměnu nejhlučnějších agregátů, částí strojů nebo technologických celků. V případech, kdy výměnu stávajících zařízení nelze v širším měřítku realizovat, je třeba hlavní zdroje hluku opatřit alespoň protihlukovými kryty.

B) Další preventivní opatření jsou zaměřena na izolaci hluku a omezení cest jeho šíření. Tato opatření bývají nákladná a spočívají v **omezení šíření hluku vzduchem a konstrukcí budovy**. Ochranu určitých pracovišť a kritických míst lze přímo zajistit pomocí *akustických zástěn* nebo vybudováním *akusticky odděleného velínu*. Již na úrovni projektu lze navrhnout *akustické obklady stěn či stropu* a optimalizovat akustické vlastnosti nových výrobních prostor. Tato opatření chrání před odraženým hlukem od vzdálených zdrojů a snižují celkovou hladinu hluku pozadí v hale. Jejich účinek na kritických pracovních místech v blízkosti hlavních zdrojů hluku však bývá minimální.

C) **Řízení v oblasti příjmu hluku** (regulace v imisní oblasti). Technická opatření na snížení imisí hluku spočívají ve změně organizace práce a zavedených výrobních postupů. Celosměnovou expozici hluku lze tak snížit střídáním pracovníků na místech s velkou hlučností, zařazením povinných přestávek, vhodnou úpravou technologie výroby aj. Mezi organizační opatření také patří stanovení přípustného počtu pracovních směn. Chrániče sluchu se používají v případech, kdy některým z výše uvedených opatření se nedocílí snížení hluku pod 85 dB. Nejjednodušší z nich jsou *zátkové chrániče*, které se vkládají do zvukovodu. Při hladinách hluku nad 95 dB se doporučují *sluchátkové chrániče*. *Protihlukové přilby*, které chrání podstatnou část lebky a omezují kostní vedení zvuku, se používají při hladinách hluku nad 100 dB.

Současná právní úprava řeší povinnost osob nepřekračovat stanovené hygienické limity a míru obtěžování. Dále stanovuje postup při porušení uvedených povinností (nová povinnost provést opatření pro snížení hluku na rozumně dosažitelnou míru a povinnost zdržení se obtěžování). Preventivní opatření, stanovená zákonem, zahrnují zpracovávání tzv. strategických hlukových map a akčních plánů snižování hluku. Ty by měly být zpracovány do 18. 7. 2008 (avšak omezují se na velká města, hlavní komunikace, hl. železniční tratě a ruzyňské letiště).

2.1.4.1. Hygienické požadavky z hlediska hluku na pracovištích

Ochrana zdraví před nepříznivým působením hluku se provádí opatřeními ke snížení hlučnosti zařízení a opatřeními na ochranu před účinky hluku v místech pobytu osob. Zatímco první opatření sleduje omezení emise hluku, druhé zase stanoví omezení imise hluku. Hodnocení hlukové emise se provádí na základě výsledků měření hladin akustického výkonu A strojů a zařízení. U zvláště rozměrných strojů se přípouští hodnocení hlukové imise podle hladiny akustického tlaku A v místě obsluhy. Limitní emisní hodnota akustického výkonu A činí 100 dB(A), resp. hladina akustického tlaku A v místě obsluhy 80 dB(A). Překročení limitních hodnot hlukové emise o více než 10 dB je nepřijatelné.

Biologické hodnocení škodlivosti hluku se provádí v případech, kdy hluková zátěž se obtížně vyhodnocuje, u hluků přerušovaných a impulsních, nebo tam, kde se podílí ještě další škodlivý fyzikální faktor., a dále tam, kde není znám přesný vztah mezi expozicí a velikostí nebo výskytem poškození sluchu. Základem pro biologické hodnocení sluchových změn jsou audiogramy. Z nich lze pro daný kmitočet zjistit velikost sluchové změny, která se porovná s limitní hodnotou sluchové ztráty, která pro zvláště agresivní hluk činí 1,5 dB za rok.

Posuzování hluku na pracovištích se nejčastěji provádí na základě limitů hlukové imise. Základní veličinou pro hodnocení ustáleného, proměnného a impulsního hluku s opakovací frekvencí nižší než 20Hz je ekvivalentní hladina hluku A. Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina hluku A pro fyzickou práci nevyžadující duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem je 85 dB(A). V závislosti na druhu činnosti a podílu duševní práce se tato základní limitní hodnota upravuje o korekci v rozsahu -5 až -40 dB. Takto stanovená nejvyšší přípustná hodnota, vyjádřená ekvivalentní hladinou hluku A představuje limitní dávku akustické energie pro osmihodinovou pracovní změnu.

Impulsní hluk s opakovací frekvencí nižší než 20Hz se hodnotí na základě měření maximálních hladin akustického tlaku A při časové charakteristice I. Limitní hodnota pro impulsní hluk se stanovuje součtem základní hladiny $L_{AZ} = 85 \text{ dB(A)}$ a korekcí podle druhu vykonávané práce a doby trvání impulsů za směnu. Vysokofrekvenční hluk a ultrazvuk se hodnotí podle hladin akustického tlaku v třetinooktávových (nebo oktávových) pásmech. Limitní hodnota se opět vyjadřuje součtem základní hladiny 70 dB, respektive 105 dB (110 dB) a korekcí na druh vykonávané činnosti a doby působení vysokofrekvenčního hluku nebo ultrazvuku.

Standardní metody měření hluku na pracovištích předepisují pro každý typ hluku 3 měřicí metody, které se liší přesností a nároky na měření. Podrobná měření v 1. třídě přesnosti se provádějí s přesností $\pm 0,5 \text{ dB}$, běžná měření ve 2. třídě jsou s přesností $\pm 2,0 \text{ dB}$ a přehledová měření ve 3. třídě jsou pak s přesností $\pm 5 \text{ dB}$. Přesnost hygienických měření hluku je dána nejen přesností použitých měřících přístrojů, ale je velkou měrou závislá na počtu a volbě měřících intervalů. Při posouzení hluku na pracovištích se rozlišují:

- měření hluku na pracovním místě,
- měření hluku v pracovním prostoru,
- měření hlukové zátěže jednotlivce.

Měření na pracovním místě se provádí v případech, kdy pracovník se déle než 300 minut zdržuje na jednom pracovním místě a zbývající expozice hluku je nepodstatná. Hluk v pracovním prostoru se měří, je-li v prostoru rozmístěno větší množství obdobných zdrojů hluku a lidé při práci mění pracovní místa. Přímé měření hlukové zátěže jednotlivce se provádí v případech, kdy pracovník mění často pracovní místa s různou hlučností. (2)

2.1.4.2. Ochrana před hlukovými imisemi podle zákona č. 258/2000 Sb.

2.1.4.2.1. Zákonná definice hluku, povinnosti provozovatele zdroje hluku

Zákon 258/2000 Sb. v § 30 vymezuje osobu, která je odpovědná za provoz zdroje hluku nebo vibrací, definuje co se rozumí tímto zdrojem a zakládá povinnost provozovatele zdroje hluku a vibrací dodržovat stanovené hygienické limity. **Odpovědný** za provoz zdroje hluku a vibrací je obecně **subjekt**, který používá, popřípadě provozuje stroje a zařízení, které jsou zdrojem hluku nebo vibrací, případně provozovatel dalších objektů jejichž provozem vzniká hluk, konkrétně pak zákon vyjmenovává i

- provozovatele letiště (zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví),
- vlastníka nebo správce pozemní komunikace (zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích),
- vlastníka dráhy (zákon č. 266/1994 Sb., o drahách).

Zdroj hluku nebo vibrací (v § 30 odst. 1 zavedená legislativní zkratka) pak zjevně znamená obecně objekt, jehož provozem vzniká hluk, konkrétně zejména stroj či zařízení nebo letiště, pozemní komunikace a dráha.

Provozovatel zdroje hluku a vibrací má povinnost technickými, organizačními a dalšími opatřeními v rozsahu stanoveném zákonem 258/2000 a prováděcím právním předpisem **zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem** pro

- chráněný venkovní prostor,
- chráněné vnitřní prostory staveb a
- chráněné venkovní prostory staveb,

a aby bylo zabráněno nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby.

Hluk je v § 30 odst. 2 zákona pro účely zákona definován jako zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis. **Vibracemi** zákon rozumí vibrace přenášené pevnými tělesy na lidské tělo, které mohou být škodlivé pro zdraví a jejichž hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis.

Prostory, pro které mají být ve shodě s odst. 1 § 30 stanoveny hygienické limity, tedy chráněný venkovní prostor, chráněné vnitřní prostory staveb a chráněné venkovní prostory staveb, definuje odstavec třetí. **Chráněným venkovním prostorem** se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, sportu, léčení a výuce. Výjimkou jsou prostory určené pro zemědělské účely, lesy a venkovní pracoviště. Rekreaci podle § 30 odst. 1 věty první se rozumí i užívání pozemku na základě vlastnického, nájemního nebo podnájemního práva souvisejícího s vlastnictvím bytového nebo rodinného domu a nebo nájmem nebo podnájmem bytu v nich. **Chráněný venkovní prostor staveb** je prostor do 2 m okolo bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, a staveb funkčně obdobných.

Chráněným vnitřním prostorem staveb zákon rozumí obytné a pobytové místnosti s výjimkou místností ve stavbách pro individuální rekreaci a ve stavbách pro výrobu a skladování. (16)

2.1.4.2.2. Konstrukce hygienických limitů hluku v nařízení vlády

Hygienickým limitům hluku dává co do jejich konstrukce, výpočtů a také měření konkrétní náplň **nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací**. Nařízení vlády stanoví nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací pro pracoviště a především pro chráněný venkovní prostor, chráněné vnitřní prostory staveb a chráněné venkovní prostory staveb, vedle toho se zabývá i způsoby měření a hodnocení těchto ukazatelů. **Hygienický limit** je v tomto předpisu chápán jako nejvyšší přípustná hodnota hluku nebo vibrací stanovená pro místa pobytu osob z hlediska ochrany jejich zdraví před nepříznivými účinky hluku nebo vibrací.

Vnitřní prostor staveb:

Konstrukci nejvyšší přípustné hodnoty hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb zavádí § 10 nařízení vlády. Hodnoty hluku se pro vnitřní prostory staveb vyjadřují jako

- ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a
 - maximální hladina akustického tlaku $A_{L_{pAmax}}$.
-
- V **denní době** se hodnoty hluku stanoví pro osm souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin,
 - v **noční době** jen pro nejhlučnější hodinu.
 - Výjimku tvoří **hluk z dopravy** na veřejných komunikacích a železnicích a **hluk z leteckého provozu**, zde se hodnoty hluku stanoví pro **celou denní a noční dobu** (viz. § 34 odst. 2 zákona č. 258/2000 Sb.).

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí součtem

- **základní hladiny** akustického tlaku $L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$ a
- **korekcí** přihlížejících k využití prostorů a denní době podle **přílohy č. 2** k nařízení vlády (viz příloha č. 2).

Dále platí, že obsahuje-li hluk výrazné tónové složky nebo má-li výrazný informační charakter, jako například elektroakusticky zesilovaná řeč, přičítá se **další korekce** - 5 dB.

- Podobně pro hluky šířící se ze zdrojů uvnitř budovy se nejvyšší přípustná maximální hladina akustického tlaku A stanoví součtem **základní maximální hladiny** hluku $L_{pAmax} = 40 \text{ dB}$ a
- **korekcí** přihlížejících k využití prostoru a denní době podle **přílohy č. 2** k nařízení vlády (viz příloha č. 2).

Obsahuje-li hluk výrazné tónové složky nebo má výrazně informativní charakter, jako například elektroakusticky zesilovaná řeč, přičítá se opět **další korekce** - 5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř budovy se pokládá i hluk ze zdrojů, umístěných mimo posuzovaný objekt, který proniká do těchto objektů jiným způsobem než vzduchem, to znamená konstrukcemi nebo podlahám.

Korekce pro stanovení nejvyšších přípustných hodnot hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb je stanovena v **příloze č. 2** nařízení vlády (viz příloha č. 2). Jde o tabulku, která k druhu chráněné místnosti přiřazuje (případně v závislosti na denní a noční době) korekci, tedy číslo, které je nutné přičíst k základní maximální hladině. Způsob užívání stavby je dán kolaudačním rozhodnutím. Nepraktičtějším příkladem je zřejmě řádek č. 4 tabulky, obytné místnosti: v době od 6 00 do 22 00 je korekce 0 nebo, v případě že jde o místo v okolí hlavních komunikací, kde je hluk z těchto komunikací převažující, a v ochranném pásmu drah, připočte se korekce + 5. Výsledkem je pak limit 45 dB. V době od 22.00 do 6.00 h se odečítá korekce - 10, v případě že jde ale o místo v sousedství hlavní komunikace jak bylo uvedeno výše, přičte se opět korekce + 5 dB.

Vnější prostor, vnější prostor staveb a letecký provoz:

Nejvyšší přípustné hodnoty hluku v chráněném venkovním prostoru a v chráněných venkovních prostorech staveb stanoví § 11 nařízení vlády.

Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{Laeq,T}$, přičemž se

- v **denní době** stanoví pro **osm** souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších **hodin**,
- v **noční době** pro **nejhlučnější hodinu**,
- pro **hluk z dopravy na veřejných komunikacích** a pro **hluk z leteckého provozu** se stanoví **pro celou denní a noční dobu**.

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A (s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku) se stanoví součtem

- **základní hladiny** hluku $L_{Aeq,T} = 50 \text{ dB}$ a
- příslušné **korekce** pro denní nebo noční dobu a místo podle **příloh č. 3** k nařízení vlády (viz příloha č. 3).

Pro vysoce impulsní hluk se připočte další korekce -12 dB. Obsahuje-li hluk výrazné tónové složky nebo má-li výrazný informační charakter, jako např. elektroakusticky zesilovaná řeč, přičítá se další korekce -5 dB.

Příloha č. 3 nařízení vlády má obdobnou konstrukci jako tabulka výše uvedená. Rozlišují se v ní nemocnice a lázně (přesněji chráněné venkovní prostory staveb nemocnic a lázní a chráněný venkovní prostor nemocnic a lázní) a ostatní stavby (chráněný venkovní prostor ostatních staveb a spolu s ním ostatní chráněný venkovní prostor). Svisle jsou uvedeny čtyři typy korekcí, přitom platí, že korekce uvedené v tabulce se nesčítají. Pro noční dobu se použije další korekce - 10 dB s výjimkou hluku z železniční dráhy, kde se použije korekce - 5 dB. Vyberme si opět případ kdy budeme sledovat měření chráněných venkovních prostorů ostatních staveb (tj. jiných než nemocnic a lázní, tedy třeba rodinného domu...) a postupujme ve sloupcích podle jednotlivých typů korekcí:

- korekce v prvním sloupci, se použije v případě, že objektem produkujícím hluk v sousedství našeho fiktivního rodinného domku je provozovna (např. továrna, výrobní dílna, prádelna, stravovací a kulturní zařízení) nebo jiný podobný stacionární zdroj (např. vzduchotechnické systémy, kompresory, chladicí agregáty), či v případě, kdy je zdrojem hluku veřejná produkce hudby. Použije se i pro hluk působený vozidly, která se pohybují na neveřejných komunikacích (pozemní doprava a přeprava v areálech závodů, stavenišť apod.). Dále pro hluk z železničních stanic, kde probíhají vlakové práce.

- korekci v druhém sloupci, použijeme pro hluk z pozemní dopravy na veřejných komunikacích.

- korekci podle třetího sloupce použijeme v případě, že se jedná o místo v okolí hlavních pozemních komunikací, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující, a také v ochranném pásmu drah. Nařízení bohužel není přesnější v otázce co je a co už není „okolí“, ani nevysvětluje, co jsou hlavní komunikace.

- čtvrtý sloupec obsahuje korekci až + 20, jedná se o případy, kdy do hry vstupuje poněkud nejasný pojem „stará hluková zátěž“. Starou hlukovou zátěží se dle vysvětlivky č. 4 přílohy č. 3 nařízení vlády rozumí stav hlučnosti, způsobený dopravou na pozemních komunikacích a drahách, který v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru vznikl do 31. prosince 2001. Z této definice přímo nevyplývá, zda lze tuto korekci použít u každé silnice, která byla provozována před uvedeným termínem, nebo jen u komunikací, které byly již před tímto datem zdrojem nadlimitního hluku. V každém případě platí, že o přiznání korekce rozhoduje v konkrétní situaci příslušná Krajská hygienická stanice.

Nařízení vlády dále uvádí, že tato korekce zůstává zachována i po položení nového povrchu vozovky, výměně kolejového svršku, popřípadě rozšíření vozovek při zachování směrového nebo výškového vedení pozemní komunikace nebo dráhy, při které nesmí dojít ke zhoršení stávající hlučnosti v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru a pro krátkodobé objízdne trasy. Uvádí se, že tento dodatek obsahuje nařízení vlády proto, že by jinak byli správci a vlastníci pozemních komunikací demotivováni k provádění jejich oprav, pokud by při každé obměně svršku platilo, že musí snížit hluk na komunikaci na základní limit (bez korekce pro starou hlukovou zátěž).

V každém případě platí, že dojde-li na komunikaci, které byla dosud přiznána korekce pro starou hlukovou zátěž, ke stavebním či dopravně – organizačním změnám většího rozsahu, než je uvedeno v předchozím odstavci, nelze již použití této korekce dále přiznat.

Hygienický limit pro hluk z leteckého provozu je pro chráněný venkovní prostor stanoven na **60 dB** pro denní dobu (16 h) a **50 dB** pro noční dobu (8h), bez možnosti použití korekcí. (16)

2.1.5. Některé zvláštní případy pro stanovení hygienických limitů hluku

Teď se podíváme na tři zvláštní oblasti ve kterých jsou poněkud odlišně stanovovány hygienické limity hluku a ve kterých může být užitečné uvést další souvislosti právní úpravy a to i mimo zákon 258/2000 Sb.

2.1.5.1. Hudba

Zákon se v § 32 výslovně zmiňuje i o **hluku z veřejné produkce hudby** (koncert, taneční zábava atd.) a hluku z **provozoven služeb**. Ani tento hluk nesmí překročit hygienické limity dané prováděcím předpisem (tedy nařízením vlády 148/2006 Sb.). Splnění této povinnosti zajistí osoba provozující službu a nebo pořadatel, jde-li o veřejnou produkci hudby. Nelze-li zjistit kdo je pořadatel, pak povinnost zajistit aby nebyl překračován hlukový limit podle zákona leží na osobě, která k produkci hudby poskytla stavbu, pozemek nebo jiné zařízení.



Obrázek č. 9: Hluk z veřejné produkce hudby

Hygienický limit pro chráněný venkovní prostor a chráněné venkovní prostory staveb je pro hudební produkci stanoven stejně jako pro jiné zdroje hluku. Vyčísluje se tedy jako průměrná hodnota pro denní a noční dobu. To znamená, že ve většině případů nedojde k překročení limitu na základě pouze krátkodobé, byť velice hlučné, hudební produkce.

K základnímu limitu je zapotřebí přičíst korekci – 5 dB v případech, kdy se jedná o chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení, včetně lázní (sloupec 1, část A, přílohy č. 3 nařízení vlády 148/2006 Sb.). Nejvyšší přípustná hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro zvuk elektronicky zesilované hudby v § 10 odst. 6 nařízení stanovena $L_{Aeq,T} = 100$ dB v prostoru pro posluchače a to pro dobu $T = 4$ hodiny maximálně. (16)

2.1.5.2. Letiště

Zvláštní pravidla platí pro **letiště jako zdroj hluku** a vibrací. Výjimku podle § 31 odst. 1 nelze udělit v případě, že zdrojem hluku je letiště. Na problematiku hluku produkovaného letištem pamatuje § 31 odst. 2 a 3, adresátem povinnosti je zde provozovatel a) **veřejného mezinárodního letiště, které zajišťuje ročně více než 50 000 startů nebo přistání** a b) **provozovatel vojenského letiště**. Provozovatel takového letiště může sice svým provozem **překročit hygienické limity hluku**, je v takovém případě ovšem povinen navrhnout **ochranné hlukové pásmo**. Ochranné hlukové pásmo zřídí rozhodnutím správní úřad příslušný podle zvláštního právního předpisu.

V tomto hlukovém pásmu má provozovatel letiště další povinnost. Musí u vyjmenovaných druhů staveb (u bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu, staveb pro zdravotní a sociální účely a funkčně obdobných staveb; účel staveb je dán kolaudačním rozhodnutím) postupně provést nebo zajistit **provedení protihlukových opatření** v takovém rozsahu, aby byly **alespoň uvnitř staveb hygienické limity hluku dodrženy**. Pro tento účel je povinen na svůj náklad nechat vypracovat odborný posudek. U staveb výše vyjmenovaných nacházejících se v tomto ochranném pásmu, u nichž by podle odborného posudku protihluková opatření nezajistila dodržování hygienických limitů, může příslušný správní úřad rozhodnout o **vyvlastnění**, popřípadě zahájit řízení o **změně v užívání stavby** nebo o jejím **odstranění**.

Vraťme se ještě jednou stručně k **nařízení vlády 148/2006 Sb.**, k nejvyšším přípustným hodnotám hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru a v chráněných venkovních prostorech staveb a připomeňme si, v čem je v případě letišť rozdíl od obecné konstrukce limitů. Hlukový limit je v tomto případě stanoven jako ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq, 16 h} = 60$ dB pro denní dobu a $A L_{Aeq, 8 h} = 50$ dB pro noční dobu, bez možnosti dalších korekcí.

Hovořili jsme zde o provozovatelích **velkých mezinárodních letišť** a o **vojenských letištích**. Vraťme se teď ještě jednou k §§ 30 a 31 a všimněme si že a) provozovatel letiště je provozovatelem zdroje hluku ve smyslu § 30 odst. 1 zákona, b) povolení k provozu nadlimitního zdroje hluku lze vydat provozovateli zdroje hluku s výjimkou letišť (viz. § 31 odst. 1) a že c) speciální možnost překročit za určitých podmínek hygienické limity je dána jen u dvou výše uvedených typů letišť. Znamená to že **provozovatelé ostatních typů letišť** jsou vázáni hygienickými limity a **není možné** dalším řízením rozhodovat o povolení případné **nadlimitní imise hluku**.

Podívejme se ještě na letiště optikou zákona o civilním letectví a stavebního zákona. Podle § 35 zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, musí být letiště jakožto plocha určená k vzletům a přistáním vymezeno v územně plánovací dokumentaci nebo v územním rozhodnutí o využití území. Paragraf 36 upřesňuje, že letiště je leteckou stavbou (leteckou stavbou je letiště, stavba v prostoru letiště a stavba sloužící k zajištění letového provozu mimo prostor letiště). **Speciálním stavebním úřadem** pro letecké stavby je Úřad pro civilní letectví (§ 36 odst. 3), tento úřad také vydává kolaudační rozhodnutí podle stavebního zákona. V této souvislosti je třeba uvést také § 15 stavebního zákona (zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)). Podle § 15 odst. 1 stavebního zákona u leteckých staveb vykonávají **působnost stavebního úřadu**, ovšem s výjimkou pravomoci ve věcech územního rozhodování, orgány vykonávající státní správu na uvedených úsecích podle zvláštních předpisů (tedy tzv. "speciální stavební úřady"). Speciální stavební úřad postupuje podle stavebního zákona (a vedle toho samozřejmě podle těch speciálních předpisů, které jeho působnost založily). Dále platí, že speciální stavební úřady mohou vydat stavební povolení jen se **souhlasem** (obecného) **stavebního úřadu** příslušného k vydání územního rozhodnutí.

Shrňme tedy výše uvedené z hlediska pravomocí toho kterého úřadu v různých fázích rozhodování o zřízení (nebo rozšíření či podobných úprav) letiště. Rozhodnutí o umístění stavby, rozhodování o ochranném hlukovém pásmu letiště je na (obecném) **stavebním úřadu**. Stavební povolení pro leteckou stavbu a kolaudační rozhodnutí o letecké stavbě vydá jakožto **speciální stavební úřad** - Úřad pro civilní letectví (§ 36 odst. 3 zákona o civilním letectví).

Dodejme ještě na závěr, že záměr výstavby letiště podléhá posouzení EIA, tj. posuzování v režimu zákona 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí). Záměr letiště se vzletovou nebo přistávací drahou nad 2 100 m. vždy podléhá posouzení, příslušným úřadem je ministerstvo životního prostředí. Alespoň zjišťovacímu řízení bude podléhat i změna této stavby nebo jejího záměru (§ 4 odst. písm. d) zákona o posuzování vlivů na životní prostředí). Letiště se vzletovou nebo přistávací drahou pod 2 100 m. podléhá zjišťovacímu řízení prováděnému krajským úřadem. (16)

2.1.5.3. Pozemní komunikace

Řekli jsme už v úvodu, že nejčastějším zdrojem rušivého a zhusta i nadlimitního hluku jsou v našich podmínkách komunikace. Pojdme si teď promítnout povinnosti podle zákona 258/2000 Sb. a limity podle nařízení vlády 148/2006 Sb. do modelové situace vlastníka nemovitosti, obytného domu, sousedícího s hlučnou komunikací. První krok který učiníme (a to nejen v případě silnice, totéž platí i když naším nepříjemným sousedem bude továrna, letiště nebo diskotéka) bude zjistit, jestli je stavba v našem sousedství na daném území v souladu se zákonem a s rozhodnutími příslušných úřadů.

Znamená to ověřit si že stavba je

- v souladu s **územním plánem**,
- bylo pro ni v územním řízení vydáno **rozhodnutí o umístění stavby** a
- **stavební povolení**

a stavba těmto rozhodnutím svým skutečným provedením odpovídá.



Obrázek č. 10: Měření hluku u pozemní komunikace

O stavbě silnic se může vést řízení o **předčasném užívání** stavby nebo o povolení zkušebního provozu. Poslední otázkou je jestli užívání stavby bylo povoleno v **kolaudačním rozhodnutí**. A samozřejmě opět nakolik je provoz nebo užívání objektu s tímto povolením v souladu.

Za druhé, abychom zjistili kdo je vlastníkem komunikace a také kdo je speciálním stavebním úřadem povolujícím její stavbu musíme znát **zařazení komunikace do kategorie a třídy** podle silničního zákona (zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích). Pozemní komunikace se v zákoně dělí na tyto **kategorie**:

- dálnice,
- silnice,
- místní komunikace,
- účelová komunikace (§ 2 odst. 2 silničního zákona).

Silnice se podle svého určení a dopravního významu ještě dále rozdělují do **třídy** první až třetí (§ 5 odst. 2 silničního zákona). Výše uvedené rozdělení je také relevantní chceme-li určit, který úřad bude vystupovat jako **speciální stavební úřad**. Podle § 15 odst. 1 stavebního zákona je pro stavbu dálnice, silnice, místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace speciálním stavebním úřadem příslušný silniční správní úřad. **Silničními správními úřady** jsou Ministerstvo dopravy a spojů, krajský úřad a obecní úřad obce s rozšířenou působností, vykonávají státní správu ve věcech dálnice, silnice, místní komunikace a veřejné účelové komunikace (§ 40 odst. 1 silničního zákona).

Třetím krokem bude zjištění nakolik dodržuje komunikace jako zdroj hluku zákonné limity. Podmínkou je samozřejmě existence měření nebo alespoň výpočtů vzniklých buď v souvislosti s řízeními, které stavbu povolovaly, a nebo, v době provozu silnice, měření vzniklého na objednávku sousedícího občana.

Zopakujme si ještě ve stručnosti ta místa z nařízení vlády 148/2006 Sb., která mohou být v našem modelovém případě důležitá. Především, jak pro vnitřní tak pro vnější prostor platí, že pro hluk z dopravy na veřejných komunikacích a železnicích a pro hluk z leteckého provozu, se hodnoty hluku stanoví pro celou denní a noční dobu. Pro hluk v **chráněných vnitřních prostorách staveb pronikající vzduchem zvenčí** uvádí § 10 odst. 1 až 3 **základní hladinu** akustického tlaku $L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$ a **korekci** podle **přílohy č. 2**. Pro náš model je relevantní řádek č. 4 tabulky, obytné místnosti: v době od 6 00 do 22 00 může být korekce 0 nebo, právě v případě že jde o místo v okolí hlavních komunikací, kde je hluk z těchto komunikací převažující, a v ochranném pásmu drah, připočte se korekce + 5. Výsledkem je tedy limit 45 dB. V době od 22.00 do 6.00 h se odečítá korekce - 10, v případě že jde ale o místo v sousedství hlavní komunikace, přičte se opět korekce + 5 dB.

Nejvyšší přípustné hodnoty hluku v **chráněném venkovním prostoru** a v **chráněných venkovních prostorech staveb** stanoví § 11 nařízení vlády. **Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A** se stanoví součtem **základní hladiny** hluku $L_{Aeq,T} = 50 \text{ dB}$ a **korekce** pro denní nebo noční dobu a místo podle **přílohy č. 3**. Svisle jsou v ní uvedeny čtyři typy korekcí, přitom platí, že **korekce** uvedené v tabulce **se nesčítají**. Pro noční dobu se použije další korekce - 10 dB. Korekci + 5, použijeme pro hluk z pozemní dopravy na veřejných komunikacích. Korekci + 10 podle třetího sloupce použijeme v případě že se jedná o místo v okolí hlavních pozemních komunikací (dálnice, silnice I. a II. třídy a místní komunikace I. a II. třídy), kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující, a také v ochranném pásmu drah. Korekci + 20 dB a sporný pojem „**stará hluková zátěž**“ zavádí čtvrtý sloupec tabulky. Korekce se použije se pro starou hlukovou zátěž z pozemních komunikací a drážní dopravy. (16)

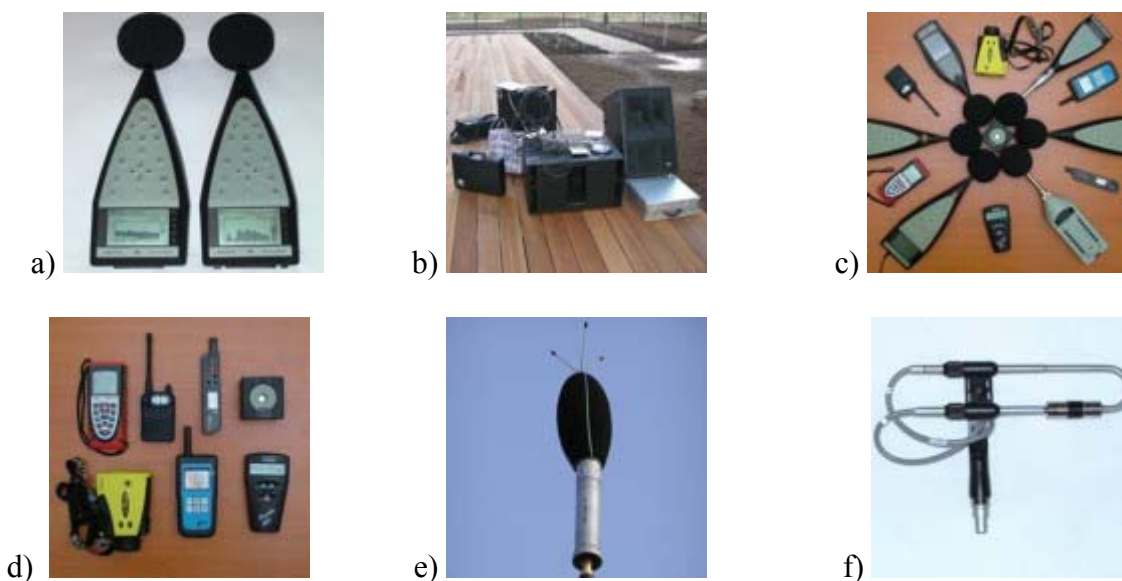
2.1.6 Měření hluku

Měření hluku resp. **splnění či překročení hygienických limitů** hluku v souvislosti s provozem zdroje hluku, v případě, že krajský hygienik ani jiný subjekt měření neprovedl nebo pokud se staré měření např. vzhledem ke změně poměrů nebo z jiných důvodů nedá považovat za vyhovující a průkazné.

Otázka kdo měření provede (a zaplatí) závisí na konkrétní situaci. Často se stává, že krajský hygienik vyhoví stížnosti občana na hlučné sousedství a provede na jeho podnět, ale z vlastního rozhodnutí a na vlastní náklady měření, a na jeho základě pak stížnost vyřizuje (klasicky ovšem bohužel povolením provozu nadlimitního zdroje hluku podle § 31 odst. 1 zákona). Podobný postup nastane zřejmě v situaci, kdy daný zdroj hluku už je zahrnut do kontrolního plánu hygienické stanice, měření je tedy provedeno v rámci naplánované činnosti orgánu ochrany veřejného zdraví a v jeho režii. Druhou možností je postup podle § 97 odst. 3 zákona. Podle něj osoba, která požádá o hodnocení zdravotních rizik, je povinna poskytnout potřebné podklady pro toto hodnocení nebo uhradit cenu jejich pořízení orgánem ochrany veřejného zdraví. Třetí možností je, že krajský hygienik nebude považovat stížnost občana za opodstatněnou a provedení měření úplně odmítne.

V takovém případě je možné se obrátit na autorizovaný subjekt a provedení měření objednat a uhradit. Předpokládáme, že pracovníci hygienické stanice budou schopni i ochotni doporučit zájemci subjekt schopný požadované měření provést, dalším zdrojem informací jsou pak např. stránky Ministerstva vnitra nebo Státního zdravotního ústavu obsahující seznam autorizovaných subjektů. Je možné se také spojit se soudním znalcem pro daný obor.

Ke **způsobu a průběhu měření** a následného **hodnocení** se vyjadřuje § 19 nařízení vlády č. 148/2006 Sb. Podle něj se při měření a hodnocení hluku a vibrací postupuje dle normových metod (těmi se rozumí metody upraveny v české technické normě, ČSN), jejichž dodržení činí zjištěný výsledek za prokázaný. Naopak při použití jiné než normové metody musí být doloženo, že takto zjištěné výsledky jsou co do záchytnosti, přesnosti a reprodukovatelnosti porovnatelné s normovou metodou.



Obrázek č.11: Pomůcky pro měření hluku: a) spektrální analyzátor hluku, b) měřící aparatura, c) soubor měřidel, d) pomocná měřidla, e) venkovní sada, f) sonda akustické intenzity.

Normové metody obsahují (popř. na ně ve svých ustanoveních odkazují) 2 metodické návrhy ministerstva zdravotnictví. Jedná se především o **metodický návod č. HEM-300-11.12.01-34065 pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí**. Ustanovení tohoto návodu nejsou právně závazná, orgánům dle něj postupujícím je ale doporučeno dle něj postupovat. Uvedeme zde několik zásad:

- doba měření se volí tak, aby odpovídala průměrné standardní situaci provozu zdroje hluku a aby v jejím průběhu byly zachyceny všechny typické hlukové situace, které se v místě vyskytují,
- v případě stacionárních zdrojů hluku (továrna, diskotéka, silnice apod.) se měření pro denní dobu provádí tak, aby bylo možno stanovit výslednou hladinu pro osm nejhluchnějších hodin v jednom celku, pro noční dobu (doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou) pro nejhluchnější hodinu,

- při měření hluku z dopravy na veřejných komunikacích se měření provádí tak, aby bylo možno stanovit výslednou hladinu pro celou denní dobu (16 hod.), resp. pro celou noční dobu (8 hod.),

- přednostně se volí pracovní dny úterý až čtvrtek, měsíce duben až červen, září a říjen,

- doba měření na komunikacích používaných jen pro část dne (např. příjezdové komunikace ke staveništi, k závodu apod.) se zvolí tak, aby počet průjezdů odpovídal průměrné dopravní zátěži v době používání komunikace, v noci v nejhlučnější hodině.

Měří se hladiny akustického tlaku v decibelech (hodnoty hluku se ve všech případech vyjadřují jako hladiny akustického tlaku v decibelech), distribuční (procentní) hladiny hluku a další údaje dle českých technických norem. K výsledkům měření se uvádějí **nejistoty měření**. Z naměřených hladin akustického tlaku se vypočítá pro referenční časový interval, jímž je doba stanovená pro hodnocení hluku v mimopracovním prostředí v § 10 a § 11 nařízení vlády č. 148/2006 Sb., a tzv. **výsledná hodnota akustického tlaku**. Ta se po započtení možných nejistot měření následně **porovná s nejvyšší přípustnou (limitní) hladinou akustického tlaku** (opět podle příslušných ustanovení §§ 10 a 11 a příloh nařízení vlády). Je jasné, že pokud je naměřena výsledná hladina akustického tlaku vyšší, než limitní hladina akustického tlaku, došlo k překročení hygienických limitů.

Bez ohledu na to, zda došlo k překročení hygienických limitů či nikoliv, od krajské hygienické stanice nebo osoby, jež měření provedla, obdrží žadatel o provedení měření **protokol o měření** a hodnocení.

Z **protokolu**, popř. z jeho **interpretace** by tak mělo vždy být **zřejmé, zda došlo k překročení hygienických limitů hluku nebo ne**. Upozorníme ještě výslovně na **problém nezpochybnitelné identifikace měřeného zdroje hluku a jeho odlišení od hluku pozadí**. Stává se totiž (a byl by to problém zejména v případném soudním sporu), že občan má k dispozici měření prokazující překročení zákonných limitů hluku, nemusí z něj ovšem zcela jasně zřejmý zdroj této zátěže (nechme zde stranou nakolik může v konkrétních případech jít o neochotu úřadu zakročit a nakolik může, v jiných případech, jít o skutečný technický problém, se kterým si poradí pouze nadstandardně vybavená laboratoř – v našich podmínkách by to měl být Státní zdravotní ústav.

Zmiňme ještě otázku **autorizace osob způsobilých provádět měření** a jiné šetření pro účely správních řízení a jiných činností při ochraně veřejného zdraví. Autorizace je postup jehož výsledkem je osvědčení o tom, že určitá osoba je způsobilá provádět (mimo jiné) měření intenzit hluku a vibrací (§ 83a odst. 1 písm. g)). Seznam držitelů autorizace s uvedením firmy a sídla uveřejňuje ministerstvo ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví, praktičtějším způsobem vyhledání autorizovaného subjektu se zdá být např. webová stránka ministerstva nebo Státního zdravotního ústavu (v seznamu hledejme pro měření hluku a vibrací jako kód „autorizačního setu“ písmeno G s příslušným číslem). (16)

2.1.7 Strategické hlukové mapy a akční plány

Strategické hlukové mapy a akční plány snižování hlukové zátěže představují další nástroj řešení problémů s hlukem. Do právního řádu ČR se dostaly díky povinnosti převzít úpravu směrnice Evropských společenství 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve vnějším prostředí.

Od ostatních nástrojů ochrany před hlukem, popsaných v předchozích kapitolách se liší zejména ve dvou ohledech:

- mají výrazně preventivní charakter. Vymáhání dodržování maximálních hygienických limitů nastupuje zpravidla ex post, tedy v případě, že už je nějaký zdroj nadlimitního hluku v provozu. Hlukové mapy a akční plány se zpracovávají pro vybraná území dopředu, bez ohledu na konkrétní případy překračování hlukových limitů. Lze v nich například stanovit území, kam nesmí být umístěovány nové zdroje hluku. Pak jsou podkladem i pro zpracovávané územní plány,
- problematiku hluku řeší ve vybraných územích komplexně, nikoliv jen pro jednotlivé zdroje hluku (jak je tomu např. v řízení o povolení výjimky dle § 31 odst. 1 zák. č. 258/2000 Sb.).

Zjednodušeně řečeno si lze hlukové mapy představit jako mapy městských aglomerací, okolí komunikací, železnic a letišť, v nichž je označeno území, zatížené hlukem. Součástí map je i výpočet počtu hlukem zatížených nemovitostí a obyvatel.

Akční plán je pak soubor opatření, vycházející z hlukových map, který má za cíl snížit zatížení daného území hlukem. Jde o opatření stavebního charakteru (přeložky silnic, obchvaty), klasická protihluková opatření (protihlukové stěny, výměna oken, izolační zeleň), i opatření organizačního charakteru (podmínky pro zpracování územních plánů, organizační opatření v dopravě atd.).

Důležitou zásadou pořizování strategických hlukových map a akčních plánů, je zapojení veřejnosti. To je další významný rozdíl od ostatních nástrojů ochrany před hlukem, kdy je téměř stoprocentně vyloučené, aby se veřejnost zapojila do řešení problémů s hlukem v okolí svého bydliště. (16)

2.1.7.1. Strategické hlukové mapování

Jak již bylo řečeno, lze si strategickou hlukovou mapu představit jako mapu, v níž jsou vyznačena místa zatížená hlukem, bez ohledu na jeho zdroj (doprava, průmyslové podniky atd.). Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 523/2006 Sb., která upravuje podrobnosti hlukového mapování zároveň stanoví, že musí být v mapách hluková situace zdokumentována v pásmech (izofonách) po 5 dB, a to od úrovně hluku 45 dB do 75 dB.

Tento právní předpis zároveň stanoví tzv. mezní hodnoty hluku tedy jakousi obdobu maximálních hygienických limitů, jejichž překročení však není spojeno se sankcemi podle zák. č. 258/2000 Sb. Mezní hodnota je v tomto případě definována jako hodnota hluku, při níž dochází ke škodlivému zatížení životního prostředí. Z praktického hlediska je důležitá pro stanovení priorit při odstraňování hlukové zátěže.

Tabulka č. 2: Mezní hodnoty hluku stanoveny vyhláškou

	Celodenní obtěžování hlukem (L dvn)	Rušení spánku (Ln)
Pro silniční dopravu	70 dB	60 dB
Pro železniční dopravu	70 dB	65 dB
Pro leteckou dopravu	60 dB	50 dB
Pro integrovaná zařízení	50 dB	40 dB

Součástí strategických hlukových map je vedle samotného mapového podkladu i textová část. Z ní vyplývají zejména tyto údaje:

- odhadovaný počet osob vystavený shora uvedeným hodnotám hluku v oblasti, pro kterou se mapa zpracovává,
- odhadovaný počet staveb pro bydlení, škol, školských poradenských zařízení, školských zařízení pro zájmové a další vzdělávání, školských výchovných a ubytovacích zařízení, zařízení školního stravování, diagnostických ústavů, dětských domovů, dětských domovů se školou, výchovných ústavů a středisek výchovné péče a nemocnic vystavených definovaným hodnotám hlukového ukazatele v oblasti, pro kterou se zpracovává strategická hluková mapa,
- výčet a obsah programů protihlukové ochrany, které byly realizovány v minulosti, či se realizují.

Velmi podstatnou okolností zpracovávání strategických hlukových map je skutečnost, že právní předpisy velmi přesně definují oblasti, pro které se zpracovávají. Zákon vychází z předpokladu, že jsou určité části území, kde lze předpokládat vyšší hlukovou zátěž, než jinde. Právě pro tato území se pak mapy zpracovávají.

Z tohoto hlediska existují dva základní typy strategických hlukových map:

a) strategické hlukové mapy městských aglomerací

b) strategické hlukové mapy pro okolí hlavních pozemních komunikací, železničních tratí a letišť

ad a) právní předpisy znají dva typy aglomerací. Na prvním místě jsou to aglomerace s více než 250 tisíci trvale žijícími obyvateli. Takových v České republice moc není. Jejich seznam, včetně přesného výčtu všech katastrálních území, které pokrývají, je stanoven vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 561/2006 Sb. Jedná se o aglomeraci Praha, Ostrava a Brno..

Dále se jedná o aglomerace nad 100 tisíc trvale žijících obyvatel, jejichž seznam je rovněž stanoven ve shora uvedené vyhlášce. Jedná se o souměstí Ústí nad Labem/Teplice, aglomeraci Plzeň, Liberec a Olomouc.

Všechny typy strategických hlukových map zpracovává Ministerstvo zdravotnictví.

Nelze si představovat, že by se strategické hlukové mapy v tomto rozsahu vytvářely na základě faktického měření hluku. Podle předepsané metodiky se hlukové mapy připravují počítačovým modelováním, mezi jehož základní vstupy patří intenzity dopravy umístění průmyslových závodů atd.

Důležitou zásadou, kterou uvádí i Směrnice 2002/49/ES, je informování veřejnosti o výsledcích hlukového mapování. Vyhláška č. 523/2006 Sb., stanoví povinnost Ministerstva zdravotnictví zveřejňovat strategické hlukové mapy v následující podobě:

- grafické výstupy
- mapy znázorňující překročení mezních hodnot hluku,
- diferenční mapy, na kterých se stávající situace porovnává s možnými scénáři budoucího vývoje

Tyto strategické hlukové mapy se zveřejňují buď **v listinné podobě v sídle Ministerstva zdravotnictví**, nebo **v elektronické podobě na internetové adrese ministerstva**. (16)

2.1.7.2. Akční plány

Na strategické hlukové mapy navazují akční plány, obsahují opatření ke snižování hlukové zátěže. Prioritně by měly obsahovat nástroje na řešení situace v oblastech, kde hlukové mapy zjistily překročení mezních hodnot hluku.

Specifikem akčních plánů je vymezení tzv. **tichých oblastí**. Za ně se v **aglomeracích** považují oblasti, které nejsou vystaveny hluku, překračujícímu mezní limity. **Ve volné krajině** se pak tichými oblastmi rozumí území, která nejsou rušena hlukem z dopravy, průmyslu nebo rekreačních oblastí. Tyto tiché oblasti stanoví **Ministerstvo životního prostředí zvláštní vyhláškou**, na rozdíl od tichých oblastí v aglomeracích, jejichž vymezení spadá do působnosti subjektu, který pořizuje akční plán jako takový.

Vedle vymezení tichých oblastí musí akční plány obsahovat tyto náležitosti:

- souhrn výsledků hlukového mapování, vč překročení mezních ukazatelů,
- vymezení problémů, které je třeba z hlediska protihlukové ochrany řešit,
- schválená a prováděná a plánovaná protihluková opatření,
- všechny připravované projekty, které pořizovatelé akčních plánů chtějí v průběhu příštích pěti let přijmout,
- dlouhodobou strategii ochrany před hlukem
- ekonomické informace (zhodnocení efektivnosti nákladů a přínosů ochrany před hlukem,
- odhady snížení počtu osob vystavených hluku.

Povinnost pořídit akční plány si mezi sebe dělí dva úřady:

a) Ministerstvo dopravy

b) Krajské úřady

Do přípravy akčních plánů musí jejich pořizovatel zapojit veřejnost. Vyhláška č. 523/2006 Sb., k tomu v § 6 stanoví, že návrh akčního plánu musí být zpřístupněn v listinné podobě v sídle pořizovatele a v elektronické podobě na jeho internetových stránkách. Oznámení o této skutečnosti vyvěsí rovněž na své úřední desce. Způsob vyhodnocení došlých připomínek a stanovisek veřejnosti oznámí pořizovatel stejným způsobem, jako zveřejnění návrhu akčního plánu. (16)

2.1.8 Vibrace

Vibrace představují pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem své rovnovážní polohy. Velikost vibrací může být vyjádřena výchylkou nebo jejími osovými derivacemi, tj. rychlostí, zrychlením nebo rytmem kmitavého pohybu. Z praktických důvodů a dostupnosti široké řady akcelerometrů se nejčastěji měří a hodnotí velikost zrychlení vibrací.

Podle časového průběhu se vibrace dělí na:

- a) deterministické, u nichž lze okamžitou hodnotu v daném čase přesně určit podle jejich dosavadního průběhu;
- b) náhodné, které se mění nepředvídatelným způsobem. Zvláštní skupinu kmitání tvoří mechanické rázy neboli otřesy, které jsou charakteristické náhlou změnou síly, polohy, rychlosti nebo zrychlení a vyvolávají přechodové vzruchy. Velikost vibrací se nejčastěji vyjadřuje efektivní hodnotou, která má přímý vztah k přenosu energie vibrací, a tudíž i možným zdravotním rizikům. Impulsivnost vibrací se vyjadřuje poměrem špičkové a efektivní hodnoty, který definuje tzv. činitel výkmitu.

Na člověka se intenzivní vibrace přenášejí nejčastěji z kmitajících částí různých strojů a zařízení, ručního nářadí, dopravních prostředků, sedadel, pracovních plošin aj. S intenzivními vibracemi lidského organismu se proto setkáváme hlavně při pracovní činnosti. Nezanedbatelné jsou ale i celkové vibrace a rázy vybuzené v budovách. Při působení vibrací na člověka se vždy jedná o interakci soustavy zdroje vibrací a lidského organismu.

Podle způsobu přenosu se vibrace dělí na :

- 1) celkové vibrace, které se přenášejí na sedící nebo stojící osobu z vibrujícího sedadla nebo plošiny tak, že způsobují intenzivní vibrace celého organismu; vibrace se hodnotí v pásmu 1-1000 Hz;
- 2) celkové vibrace v budovách o frekvencích 1-80 Hz;
- 3) celkové vertikální vibrace o frekvencích nižších než 1 Hz, které vyvolávají tzv. nemoci z pohybu neboli kinetózy;
- 4) místní vibrace přenášené na ruce, které se vyskytují při práci s vibrujícími nástroji o frekvencích 8-1000 Hz
- 5) místní vibrace přenášené zvláštním způsobem, například z křovinořezů či postřikovačů na hlavu, páteř, ramena atp., o frekvencích 1-1000 Hz. (2)

Pro hodnocení nepříznivého působení vibrací přenášených na člověka se považuje za rozhodující způsob přenosu, dominantní směr a frekvence vibrací. Pro posouzení směrových účinků vibrací byli stanoveny soustavy souřadnic lidského těla a ruky, ve kterých se provádí měření. Zásadně se hodnotí jen translační neboli posuvné vibrace. Kmitočet vibrací se sleduje zejména proto, aby se omezilo nepříznivé působení vibrací na rezonančních frekvencích lidského organismu. I krátkodobá expozice člověka intenzivním vibracím je obecně spojena s nepříznivou odezvou lidského organismu. Dlouhodobá expozice pak může vyvolat trvalé poškození.

Nejzávažnější jsou místní vibrace přenášené na ruce při práci s různým nářadím. Ty vyvolávají poškození periferních cév, nervů, svalově-kloubního aparátu horních končetin. Obdobně jako u hluku se v závažných případech poškození horních končetin přiznává nemocí z povolání. Dlouhodobá expozice celkovým vibracím a rázům ve spojení s vynucenou pracovní polohou se může projevit poškozením páteře. Rozlišení účinků obou faktorů je však velmi obtížné. Na rozdíl od jiných států není systém odškodnění za poškození zdraví v důsledku expozice celkovým vibracím v ČR zaveden. (2)

V případě expozice vibracím se vždy jedná o systémové účinky postihující celý organismus. Při prvním přiblížení můžeme na člověka nahlížet jako na mechanickou soustavu vykazující řadu rezonančních oblastí (celkové vertikální vibrace 4-8 Hz, horizontální vibrace 1-2 Hz). Působení vibrací na rezonančních frekvencích je subjektivně nepříjemné a při vyšších intenzitách může být i nebezpečné, neboť uvnitř organismu se vyvolávají velké dynamické síly. Expozice intenzivním vibracím je spojena s nepříjemným subjektivním vjemem nepohody, který může být posuzován z psychologického nebo fyziologického hlediska. Obecně vibrace vyvolávají celkovou únavu organismu, která má za následek snížení pozornosti, zpomalené a zhoršené vnímání, pokles motivace a snížení pracovní výkonnosti. Účinky vibrací a rázů na člověka se sledují s ohledem na zajištění komfortu, pracovní výkonnosti nebo zdraví exponovaných osob. (2)

K vibracím se vztahuje § 33 zákona. Podle něj nesmějí být v chráněných vnitřních prostorech instalovány stroje a zařízení o základním kmitočtu od 4 do 8 Hz. Pokud jde o umístění zdroje vibrací mimo chráněné vnitřní prostory, může podle tohoto paragrafu provozovatel instalovat takový stroj nebo zařízení v okolí bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb. Zákon ovšem jako podmínku stanoví, že provozovatel zdroje na základě studie o přenosu vibrací příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví prokáže, že nedojde k nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby v těchto stavbách. K prokázání nezávadnosti zdroje vibrací dojde v průběhu např. stavebního řízení nebo jiného řízení upraveného zvláštními předpisy, ve kterém orgán ochrany veřejného zdraví funguje jako dotčený správní orgán na základě § 77 zákona.(16)

Cílem snižování vibrací je omezení vibrací na pracovních místech na zdravotně bezpečnou hodnotu. Vždy se jedná o systémové řešení, které zahrnuje zdroj vibrací, přenosovou cestu i samotného pracovníka. Pozitivní zdravotní účinky snížené expozice vibracím se objektivně projeví až po delší době. Při snižování vibrací má největší význam snížení akustické emise vibrací a zvýšení vložného útlumu na cestě přenosu. Nejméně účinná jsou opatření na omezení akustické emise vibrací.

Základní požadavky na nízké imisní hodnoty vibrací se musí uplatnit přímo při konstrukci a vývoji strojních zařízení nebo při technologické přípravě výroby, kdy je nutné uvážit možnost použití moderní techniky, automatizace výroby nebo dálkového ovládání strojů a zařízení.

Z odborné praxe je známo, že dobrým ergonomickým návrhem pracovního místa a nákupem odpruženého sedadla se významnělepší pracovní komfort sníží možnost budoucího ohrožení zdraví řidiče nebo strojníka. Vhodné jsou rovněž konstrukční úpravy nářadí, i když obecně nebývají tak účinné a často mají protichůdný účinek. Vyvážením rotujících částí zařízení se sníží energie vibrací, stejně tak přidáním vyvažujících hmot u kmitajících nebo úderných nářadí. Vyšší hmotnost nářadí více zatěžuje pohybový aparát pracovníka a může mít za následek horší ovladatelnost zařízení a nižší produktivitu práce. Při návrhu zařízení je důležitou otázkou konstrukce samotných odpružených rukojetí. Ty však lze použít jen pro určité typy zařízení, kdy výběr vhodné rukojeti závisí na pracovní frekvenci nářadí. Požadovaný útlum vibrací v pásmu vyšších frekvencí je doprovázen zesílením vibrací na nízkých frekvencích a pro určitá nářadí jsou taková rukojeti vysloveně nevhodné.

Nepříznivým zdravotním důsledkem expozice vibracím lze předejít výběrem vhodného nářadí. Budoucí provozovatel nářadí by měl od výrobce nebo dodavatele důsledně požadovat všechny podstatné informace týkající se provozu strojů a zařízení. Důležitý je také důkladný zácvik práce s nářadím a volba pracovní techniky. Cílem těchto opatření je snížení výsledné imise energie vibrací mj. tak, že se na minimum sníží potřebné síly stisku přítlačku ruky, pracovník se vyvaruje silně kmitajících částí nářadí a nevhodných pracovních poloh a ponechá nářadí volně pracovat. V případě snižování imise vibrací prostředky osobní ochrany se nejčastěji jedná o použití „antivibračních“ rukavic. Vzhledem k velikosti vibrací ručního nářadí je útlum vibrací takových rukavic zanedbatelný a jejich pozitivní účinek se při práci spíše projevuje při ochraně před vlhkem a chladem. Další opatření spočívají v omezení expozice změnou organizace práce a technologie výroby, střídáním pracovníků a zavedením přestávek. (2)

2.2 Pozitivní účinky – hudba a muzikoterapie

2.2.1 Hudba

O pozitivním působení organizovaného systému zvuků nazývaného **hudba** nikdo z nás nepochybuje. Výběr zvuků, jejich rytmické členění a jejich uspořádání určují kvalitu, funkci a estetické působení hudby.

Toto estetické působení hudby se může uplatnit pouze v rámci historicky proměnných pravidel a dobového vkusu. Odborná disciplína, která zkoumá hudbu a vše, co je s ní spojené, se nazývá muzikologie nebo též hudební věda.

Existuje mnoho různých teorií o vzniku hudby. Vzhledem k tomu že na rozdíl od ostatních druhů umění se u hudby nelze příliš spolehnout na přímé důkazy, jsou tyto teorie nutně částečně spekulativní. Existují následující názory:

- Hudba se vyvinula napodobováním zpěvu ptáků, respektive přírodních zvuků obecně. Její povaha je tedy mimetická. Pro tento pohled hovoří pojetí hudby v některých primitivních kulturách.
- Hudba vznikla jako doprovod společné práce. Rytmická složka hudby pomáhala udržovat pracovní tempo.
- Hudba se vyvinula společně s řečí. Tato teorie je založena na povaze tzv. tónových jazyků (například Čínština), kde se význam vyjadřuje velkou měrou pomocí melodie.

Ačkoliv pro žádnou z těchto teorií neexistují nezvratné důkazy, je třeba si uvědomit, že se navzájem nevylučují. Je tedy možné, že platí více než jedna. Důvodem odlišného pojetí hudby v různých kulturách může být také právě rozdílný zdroj jejího vzniku.

Hudba se dá dělit do kategorií podle různých kritérií. Mezi nejčastější dělení patří následující:

Podle vztahu ke spiritualitě:

- **Duchovní** – váže se k duchovnu, náboženství
 - Liturgická – určena jako doprovod k náboženským obřadům
- **Světská** – zahrnuje ostatní témata, náměty. Spadá sem hudba milostná, taneční.

Podle původu:

- **Umělá** (artificiální) – je výsledkem práce konkrétního jednotlivce – autora.
- **Lidová** (nonartificiální) – autor je zde kolektivní, tato hudba se samovolně časem dovytváří a mění.

Tyto kategorie jsou samozřejmě orientační a nejsou proto striktně oddělené, naopak často se vyskytují i jejich kombinace, například lidová duchovní hudba (Gospel)

Podle hudebního žánru (tedy podle jejich formálních a obsahových charakteristik):

- Vážná hudba (vše, co obsahuje anglický termín „classical music“, tedy hudbu postavenou na principech umělé evropské hudby)
- Lidová hudba (chápána „naše“ či blízká evropská lidová hudba, ale též hudba zlidovělá, např. dechovka)
- Populární hudba (chápáno spíše jako komerční oblast hudby)
- Jazz (vycházející sémanticky z lidové hudby afroameričanů)
- Rock (žánr, který se postupně vyčlenil z jazzu)
- Folk (umělá návratka lidové hudby)
- Country (také původně lidová hudba, ale americké provenience)

Poznámka: Toto tradiční rozdělení nemá příliš logiku. Stalo se však obecně akceptovaným a užívaným, proto nezbyvá, než ho alespoň do jisté míry respektovat, jakkoli individuálních názorů na toto téma je velké množství. Do seznamu by se dala zařadit např. též tzv. etnická hudba, což je ovšem zase hudba lidová, je jen chápána více či méně místně jako lidová hudba exotické provenience (někdy je také označována nejednoznačným termínem world music).

2.2.2. Muzikoterapie – léčba hudbou

Muzikoterapie je druh arteterapie. Jde o užití hudebních prostředků k léčebným účelům, zpravidla v kombinaci s jinými psychoterapeutickými metodami. (12)

O muzikoterapii lze mluvit v užším a širším pojetí. *V užším pojetí* je definována jako specifická léčebná psychoterapeutická metoda, která k dosažení terapeutických efektů využívá specifické hudebně komunikativní médium. Podpůrně rehabilitační pojetí nebo též edukační muzikoterapie je součástí širšího vnímání muzikoterapie. *V širším pojetí* není hudba aplikována pouze k léčbě, ale i za účelem celkové podpory klienta se zdravotními (v pojetí zdraví dle WHO jako stavu duševní, sociální i zdravotní pohody) nebo edukačními problémy.

A) Receptivní muzikoterapie je založena na poslechu hudby, sdělování prožitků a jejich interpretaci. Tady jsou využívány dvě metody:

1) Reakční muzikoterapie, snažící se vyvolat hudbou emoční procesy, které odhalují racionalizované nebo potlačené konflikty.

2) Regulační muzikoterapie, která probíhá ve skupině, a jejím smyslem je hlavně rozšíření spektra vnímavosti. Tento druh muzikoterapeutického působení má několik stádií (nezaujaté vnímání hudby, později vnímání citových reakcí na hudbu, práce s přijetím a regulací vzniklého napětí...). Z regulační muzikoterapie se později vyvinul regulační hudební trénink, který se využíval v první řadě k prevenci před psychickými nemocemi (Peter Wehle in Pipeková - Vítková; 2001). (13)

B) Aktivní muzikoterapie spočívá v hudební improvizaci či reprodukci s použitím individuálních výrazových prostředků (hlasu, tleskání) nebo jednoduchých nástrojů. Účelem muzikoterapie je zprostředkovat neverbální dialog mezi terapeutem a pacientem, resp. vzájemnou komunikaci mezi členy terapeutické skupiny. Muzikoterapie se používá zejména při léčení neuróz a funkčních psychických poruch s cílem oživit či odreagovat určité emocionální stavy, prohloubit schopnost sebeprožívání, kontaktu s ostatními lidmi a podobně.



Obrázek č. 12: Aktivní muzikoterapie

Další možnosti dělení muzikoterapie jsou např. **skupinová - individuální, direktivní - nedirektivní, kauzální - symptomatická, kreativní - nekreativní, psychoterapeutická - podpůrná**. Na všech těchto úrovních může muzikoterapeut s pacientem-klientem pracovat, volit přístup, který je pro něj nejvhodnější.(13)

2.2.2.1. Historie muzikoterapie

Nejstarší zmínky o spojení hudby a medicíny pocházejí z Bible, kde je popisováno, jak David léčil hrou na harfu deprese krále Saula. Ve starých předoasijských kulturách, v Egyptě a v antickém Řecku byly nejen prakticky, ale i teoreticky propracované koncepce formování člověka pomocí hudby. To se týká např. dionýského kultu, nauky o ethosu v hudbě a

Aristotelova učení o katarzi prostřednictvím umění. Nová koncepce muzikoterapie se objevila koncem 17. století. Pod názvem iatromusica vycházela z představy vibrací způsobovaných hudbou - ty z nemocného těla podle této teorie vypuzovaly jedovaté látky. Za nejprínosnější se považoval rytmus, proto byly komponovány speciální léčebné skladby tanečního charakteru.

Koncem 19. století s nástupem exaktní medicíny byla muzikoterapie zavržena jako šarlatánství. Jen výjimečně se objevovaly dílčí studie, např. o vlivu hudby na krevní oběh a pod. Teprve kolem druhé světové války se v USA a ve Švédsku objevily propracovanější koncepce opřené o psychoanalýzu.

V USA (Altshuler, Douglas, Benedict, Boenheim, Blanke, Masserman, Shatin, Sutermeister) to byla hlavně empirická klinická praxe (objevil se přímo pojem "hudební farmakologie") a muzikoterapie zde sloužila spíš jen jako pomocná metoda. Ve Švédsku Alexis Pontvik založil v roce 1942 muzikoterapeutický institut, vycházející z Jungova pojetí psychoanalýzy. Muzikoterapie je zde hlavní léčebnou metodou, neboť hudba může svými specifickými prostředky pronikat do hlubších vrstev osobnosti než mluvené slovo. Přes značné pokroky, kterými muzikoterapie prošla, lze tvrdit, že je stále v začátcích, neboť dosud významně nepřekročila hranici empirismu. Z nejnovějších výzkumů se dá zmínit podstatný podíl hudby na výsledcích holotropního dýchání (Stanislav Grof). (12)

2.2.2.2. Výběr hudby v muzikoterapii

Hudba k terapii se většinou nevybírání podle estetických kritérií. Obvykle se neklade důraz na obsahovou stránku díla, ale na schopnost bezprostředně působit. Povzbuzuje se emocionálně laděný fantazijní výklad, výpověď o prožitku a pod. Proto se vybírají všeobecně přijatelné skladby klasicko-romantické produkce (Beethoven, Chopin, Čajkovskij), které vyvolávají intenzivní citové prožitky a reakce. Pontvikova švédská škola muzikoterapie zásadně preferuje bachovskou polyfonii. Často se užívají lidové písně a etnická hudba a pro některé účely se hodí dokonce agresivní rytmická hudba. Dosud však není popsáno terapeutické působení psychedelické rockové hudby a orchestrální a komorní témbrové hudby (Messiaen, Ligeti, Penderecki, Schnittke, Scelsi ad.).

2.2.2.3. Působení hudby

Hudba ovlivňuje vegetativní funkce - srdeční rytmus, krevní tlak, dýchání, svalový tonus, motoriku, termoregulaci a pod. Používá se ke zmírnění bolesti, úzkosti, strachu (např. při chirurgických nebo stomatologických zákrocích), u poinfarktových stavů, při léčbě dlouhotrvajících chorob (např. tuberkulózy).

V psychoterapii se hudba užívá k léčbě adaptability, komunikace, v souvislosti s neurózami a pod. Hudba je sama o sobě komunikací, proto umožňuje oslovení a porozumění i tam, kde jsou narušeny běžné mezilidské kontakty. Pomáhá jednak poslech hudby (tzv. receptivní muzikoterapie) a jednak aktivní provozování hudby - např. jako emoční ventil, jako prostředek restrukturační vztahu jedince a kolektivu a pod. Za důležité se také, v návaznosti na Junga, považuje napojení na základní zákonitosti fungování světa (Weltklang, archetypy...). Užívají se různé metody muzikoterapie - racionální, sugestivní, abreaktivní, tréninková, interpersonálně korektivní atd. Muzikoterapie může být individuální, skupinová nebo hromadná. Užívá se (např. u autistických dětí) tzv. akustická dieta - omezení zvukových podnětů na triangly či zvony. Reprodukovaná hudba s následnou reflexí se užívá při léčbě alkoholismu a toxikomanie. Aktivní muzikoterapie je účinná při rozvoji psychicky i somaticky zaostalých dětí. Významná je také léčba postavená na práci s vlastním hlasem, resp. zpěvem - hlasová terapie. To, že má hudba pozitivní účinky na lidi při nemoci, stresu, nebo bolestech, již dnes dokazují mnohé vědecké výzkumy. Stále však zůstává nezodpovězena otázka, **proč hudba zmírňuje bolest, nebo podporuje proces uzdravování.**

V jedné z hypotéz by odpověď na tuto otázku snad mohla dát chronobiologie, nauka o biologických rytmech. Posluchač vnímá hudbu jako příjemnou, nebo krásnou, když biologický rytmus hudby - jenž zase určují skladatelé a interpreti - je synchronizován s biologickým rytmem posluchače. Takové rytmy představují například fáze spánku, denní rytmy, nebo adrenalinové cykly.

2.2.2.4 Popis některých muzikoterapeutických technik

2.2.2.4.1. Hudební improvizace

Hudební improvizace představuje stěžejní techniku práce muzikoterapeuta. Představuje spontánní vytváření hudby pomocí hry na tělo, zpěvu a hudebních nástrojů. Hudební improvizace umožňuje vyvolat odpovědi klientů na jakékoliv úrovni postižení. Rozvíjí kontakt s klientem a terapeutický vztah v kontextu hudebních zkušeností. Muzikoterapeut vytváří hudebně a emocionálně příznivé prostředí, které podporuje hudební vyjadřování klienta. Hudební improvizace má diagnostické i terapeutické využití. Může být značně strukturovaná. Rozlišujeme improvizaci připravenou (terapeut a klient předvídají její průběh) a nepřipravenou (improvizace spontánně přebíhá z jedné hudební situace do druhé).

Diagnostické využití hudební improvizace:

Hudební improvizace je z diagnostického hlediska chápána jako projektivní technika. Hudební nástroj nebo jiný výrazový prostředek (hlas, pohyb) zastupuje hráčovo alter ego (druhé já) a bezprostředně zrcadlí vnitřní svět hráče. Klient může prozkoumat a vyjádřit pocity, které je obtížné sdělit verbálně.



Obrázek č. 13: Hudební improvizace

Množství důležitých dat lze získat verbálním rozhovorem s klientem po skončení improvizace. Tím se vyloučí potíže spojené se subjektivitou posuzování druhých. Verbální analýza hudební improvizace není nezbytná, neboť někteří kreativní terapeuti interpretace neprovádějí a za podstatné faktory považují vzájemnou blízkost a spolupráci s klientem. Interpretovat hudební improvizaci si může dovolit jen kompetentní muzikoterapeut.

Pokud verbální rozbor s klientem není možný, komunikace probíhá převážně na neverbální úrovni. Terapeut se snaží o citové vyladění (affect attunement) na improvizaci klienta, které je druhem hudební empatie. Analýzu hudební improvizace pro diagnostické účely usnadňují audio nebo video záznamy.

Podle formálního uspořádání rozlišujeme individuální a skupinovou hudební improvizaci. V individuální improvizaci se ukazují problémy jednotlivce, struktury jeho osobnosti, sebepojetí a prožívání. Skupinová improvizace umožňuje mapovat sociální interakce klientů, jejich vztahy, postavení uvnitř skupiny a schopnosti neverbální komunikace. Nabízí jedinečný a specifický způsob pohledu na skupinové procesy a interakce.

Moreno (2005) nabízí doporučení, na co se zaměřit při analýze hudební improvizace. Tato doporučení se týkají výběru nástroje a jeho kvalit, způsobu, jakým klient nástroj používá, dynamiky, tempa, kontrastů a délky hudebního projevu, kontinuity a vnitřní organizaci improvizované hudby. Hudební improvizaci můžeme analyzovat také z hlediska dostatku/nedostatku energie, aktivity/pasivity, otevřenosti/uzavřenosti, spontaneity/kontroly...

Muzikoterapeutickou analýzu je vhodné doplnit dalšími diagnostickými postupy, např. rozhovorem s klientem, pozorováním, testovými metodami a konzultací s dalšími odborníky, kteří jsou často ve styku s klientem. Několik současných výzkumných projektů (např. Intelligent Music Systems) je zaměřeno na vytvoření softwarových programů ke komplexní počítačové analýze hudební improvizace klientů v klinické praxi (Erkkilä a kol., 2004).

Terapeutické využití hudební improvizace:

Z terapeutického hlediska nabízí hudební improvizace prostor ke svobodnému prozkoumávání nových způsobů chování, vyjadřování, komunikace a sociálních interakcí. Improvizační činnosti nabízí klientovi příležitost k volbě a rozvoji kreativity. S rozvojem terapeutického vztahu se nabízí možnost změnit ustrnulé nebo patologické vzorce reagování a integrovat je do běžného života klientů. Změna chování v rámci hudební improvizací skupiny může vést k podstatným změnám ve skutečném životě. Hudební skupina se může stát odrazovým můstkem osobního růstu. Improvizace může být zcela volná nebo mohou klienti dostat za úkol improvizovat podle nějaké instrukce.

V průběhu terapie muzikoterapeuti často využívají techniky **hudební zrcadlení** a **hudební modelování**. Při hudebním zrcadlení muzikoterapeut hudebně reflektuje to, co klient právě dělá. Pokud terapeut zrcadlí pohyby klienta, umožňuje mu to vstoupit hlouběji do jeho světa. Terapeut tím dává klientovi najevo, že jej přijímá. Zrcadlení umožňuje velmi rychlé navázání kontaktu s klientem a podporuje jeho vlastní aktivitu. Patří k neúčinnějším způsobům navázání komunikace i u těžce mentálně postižených nebo psychotických klientů. Zrcadlit lze hudební i nehudební chování klienta. Hudebním zrcadlením může muzikoterapeut nedirektivním způsobem konfrontovat klienta s projevy jeho nežádoucího chování.

Hudební modelování umožňuje klientům prostřednictvím improvizace předvádět nové způsoby chování a interakce (Moreno, 2005, str. 75). Terapeut překračuje hranice pouhého hudebního zrcadlení jednání klienta. Myšlenka hudebního modelování vychází z behaviorální terapie. Moreno (2005) uvádí některé další modifikace techniky hudební improvizace.

Příklad 1: Klient prostřednictvím hudební improvizace vyjadřuje své aktuální pocity. Technika umožňuje prozkoumat do značné hloubky stavy, které by bylo těžké popsat verbálně. Do improvizace se promítají struktury klientovy osobnosti. Po hudební improvizaci následuje rozhovor s muzikoterapeutem a verbální intervence.

Příklad 2: Muzikoterapeut se snaží iniciovat komunikaci s těžce mentálně postiženým klientem pomocí zrcadlení jeho vokálních projevů. Terapeut sleduje, zda si klient uvědomuje jeho chování. V pozitivním případě vzniká hudební dialog, během něhož terapeut zkouší podporovat aktivitu klienta a nové komunikační vzory.

Příklad 3: Z hudební improvizace vychází technika modifikace. Klient zpočátku hudebně vyjadřuje svůj aktuální stav, stres, úzkost, bolest nebo jiné nežádoucí pocity. Terapeut zrcadlí jeho hru (izo-princip).

Po chvíli společného hraní s klientem se terapeut postupně snaží změnit hru klienta, změnit její dynamiku, tempo, výraz a odvést takto pozornost klienta a jeho vnitřní prožitky žádoucím směrem. (11)

2.2.2.4.2. Hudební interpretace

Ve srovnání s hudební improvizací je hudební interpretace direktivnější způsob práce, který spočívá v reprodukci předem známého hudebního materiálu. Podobně jako u hudební improvizace je možné kromě hry na tělo, zpěvu a hudebních nástrojů využít také pohybu a dalších uměleckých prostředků.



Obrázek č. 14: Hudební interpretace

Hudební interpretace je vhodná pro klienty, kteří potřebují posílit sebedůvěru pro svobodnou exploraci hudebních prostředků nebo kteří prožívají úzkost ze spontánního projevu. Pomáhá rozvíjet hudební dovednosti, percepční, motorické, sociální a kognitivní funkce. Buduje sebedisciplínu a schopnost sebekontroly (zvláště při skupinové hře klientů). Klient musí dodržovat základní pravidla, které určí terapeut. Při hudební interpretaci je omezeno kreativní vytváření hudby, technika však dovoluje klientům účastnit se hudebních situací, které by nebyli schopni vytvořit bez předem připraveného plánu.

Příklad: Muzikoterapeut pracuje s klientem s DMO. Snaží se podpořit rozvoj motoriky a kognitivní funkce prostřednictvím hry na klavír a jiných instrumentálních aktivit. Klient má za úkol přehrát jednoduché motivy, melodie písní. Způsob hry aktivuje oslabené svalové skupiny. Podle svých schopností a možností klient směřuje ke stále větší motorické komplexitě (zapojuje všechny prsty, hraje oběma rukama současně...). (11)

2.2.2.4.3. Zpěv písní

Zpěv písní pomáhá lidem s narušeným řečovým projevem zlepšit jejich artikulaci, rytmus řeči a dechovou kontrolu. Lidem s mentálním postižením slouží písně k rozšiřování slovní zásoby, memorování důležitých údajů a zvládnání sekvenčních úloh. Použití písní podle principů strukturovaného učení usnadňuje orientaci klientů v čase, prostoru a posloupnosti aktivit během dne. Seniorům připomínají písně významné okamžiky jejich života, které mohou sdílet s ostatními. Každý klient se může identifikovat s nějakou písní a s jejím textem. Vhodná píseň dokáže poskytnout potřebné emocionální zázemí.



Obrázek č. 15: Skupinový zpěv

Skupinový zpěv přivádí zúčastněné ke společnému kontaktu, poskytuje anonymitu projevu a možnost odreagování. Zapojuje percepční, motorické, emocionální, kognitivní a další funkce. Klient by se měl identifikovat nejen s obsahem písně, ale také s jejími slovy. Pro děti jsou méně účinné písně, které obsahují příliš abstraktní, nezáživná nebo věkově nepřiměřená slova.

Rytmická struktura, přízvuky a melodie slov písní by měly odpovídat přízvukům, které tato slova mají v přirozené řeči (Nordoff-Robbins, 2003). Běžně používáme melodii ke zdůraznění významu a pocitů jednotlivých slov. Slabiky, při kterých v běžné řeči hlas stoupá, by měly být zpívány vyššími tóny než slabiky, při kterých v běžné řeči hlas klesá. V některých písních nalezneme zároveň rytmickou i tonální distorzi na určitých slovech, což snižuje hodnotu i použitelnost písně. V písních může být přízvuk zdůrazněn pomocí delších rytmických hodnot, např. přízvukná slabika je zpívána na dvě doby, kdežto nepřívukné slabiky pouze na jednu. Pokud melodizujeme báseň, říkanku nebo jiný text, měly by být hudebně zdůrazněny pouze přízvukné slabiky. Méně důležitá slova a nepřívukné slabiky podkládáme notami s kratšími rytmickými hodnotami a nižší melodií. Tato slova by se neměla shodovat s dobami, které jsou přízvukné v hudebním metru.

Obsahu řeči často přizpůsobujeme expresivní kvality a melodii slov a frází, např. v otázkách melodie nezvykle stoupá na konci věty. Pokud je otázka v písni, měla by taktéž melodie vzrůstat na konci hudební fráze. Tyto základní principy zdůrazňují expresivní jednotu mezi zpěvem a textem a jsou důležité pro rozvoj řeči u handicapovaných dětí. Pochopitelně lze použít také písně, které dokonale nesplňují požadavky.

Nordoff a Robbins (2003) doporučují naučit se slova i doprovod písní nazpaměť. Terapeut potom může věnovat většinu své pozornosti klientu nebo skupině a flexibilně přizpůsobit tempo, dynamiku a frázování zpěvu klienta. Při výběru písní a tóniny pro děti se řídíme hlasovým rozsahem, který udává schéma Gutmana a Paulsena (in Máteřová, Mašura, 1992).

Příklad 1: Muzikoterapeut vytvoří pro klienty píseň s edukačními záměry. Píseň zahrnuje důležité informace, které by si měli klienti zapamatovat a které pomohou zvýšit jejich výkony ve škole. Spojení s melodií a rytmem písně usnadňuje rychlejší zapamatování textu písně. Klienti se píseň naučí. Terapeut podporuje u klientů maximální porozumění významu textu.

Příklad 2: Muzikoterapeut pracuje se skupinou klientů.

Každý klient si vybere píseň, se kterou se může emocionálně identifikovat a kterou si skupina zazpívá. Po zpěvu písní navazuje diskuze. Muzikoterapeut se ptá, proč si jednotliví klienti vybrali dané písně a jakou mají náladu. (11)

2.2.2.4.4. Poslech hudby

Poslech hudby podporuje vyjádření myšlenek a pocitů nedirektivním způsobem. Usnadňuje navázání kontaktu, komunikace a interakce mezi terapeutem a klientem. Pomáhá klientovi dospět k obtížným a problematickým tématům tím, že vytváří kreativní prostředí pro jeho sebereflexi a verbální sdělení. Pokud se na setkání s klientem chceme věnovat nějakému konkrétnímu problému, poslech hudby nám usnadní začít a rozvinout komunikaci.

Hudba evokuje vzpomínky, asociace klienta a zpřístupňuje nevědomý materiál. V tradiční podobě receptivní muzikoterapie se před samotným poslechem hudby aplikovala vstupní relaxace, která usnadňovala vynoření představ, myšlenek, vzpomínek a různých imaginací. Po poslechu následoval rozhovor, zpracovávání pocitů a symbolů, které se při poslechu objevily.

Hudba může být instrumentální nebo vokální. Píseň je konkrétnější a text písně přitahuje pozornost klienta. Klient může píseň použít jako pomůcku pro vlastní sebevypovězení. Text písně direktivněji ovlivňuje následnou diskusi mezi terapeutem a klientem. Texty písní, které se vztahují k osobním tématům klientů, jsou v terapii užitečným pomocníkem. V písních lze obvykle najít velké množství možných pohledů a způsobů vyrovnávání s potížemi klientů.

Při poslechu hudby by měl muzikoterapeut vzít v úvahu:

- hudební preference klienta,
- délku koncentrace jeho pozornosti
- terapeutický záměr, kterému by měl odpovídat výběr konkrétní hudby

Příklad 1: Muzikoterapeut připraví pro skupinu klientů s mentálním postižením poslech písně, ve které se zpívá o zvířatech, věcech denní potřeby nebo dalších tématech blízkých klientům. Díky poslechu písně lze cíleně procvičovat paměť, pozornost a myšlení klientů. Poslech písně je spojený s následující reflexí jejího obsahu. Klienti dostanou výkres a výtvarné potřeby. Během poslechu písně mají klienti za úkol nakreslit, o čem se v písni zpívalo.

Příklad 2: Muzikoterapeut pomáhá v předporodní přípravě vybrat vhodnou hudbu, kterou pustí nově narozenému dítěti po porodu. Hudba je věnováním od matky dítěti a obsahuje určité poselství, které podporuje vzájemný vztah.

Příklad 3: Muzikoterapeut používá poslech hudby jako motivační prostředek pro klienta s autismem. Zná jeho hudební preference a k poslechu používá oblíbenou píseň klienta. Vlastní poslech písně následuje až po dokončení jiné činnosti, kterou má klient vykonat. (11)

2.2.2.4.5. Psaní písní a kompozice hudby

Psaní písní a kompozice hudby podporují kooperativní učení, sdílení pocitů, myšlenek a zkušeností. Pro hospitalizované děti je prostředkem k vyjádření obav a úzkostí a porozumění jim.

Lidem s letálním onemocněním slouží k prozkoumání pocitů týkajících se smyslu života a smrti a vytváření odkazů pro pozůstalé. Léčebná píseň, napsaná s klientem pro konkrétní záměry, může podporovat významné okamžiky v terapeutickém procesu, usnadňuje sebeuvědomění a katarzi (Kanadská muzikoterapeutická asociace, 2003).

Psaní písní je vhodná aktivita pro práci se skupinou i jednotlivci. Existuje několik způsobů, jak můžeme postupovat. Nejjednodušší z nich používá předem připravenou strukturu textu nějaké písně s vynechanými slovy, které má klient doplnit (technika fill in blank). Terapeut si počíná obvykle takovým způsobem, že nejprve představí píseň, se kterou bude skupina pracovat. Následuje krátká diskuse. Poté začíná práce s textem. Klienti doplňují vynechaná slova podle svých vlastních nápadů. Nové písně jsou zahrány ve skupině, opět následuje diskuse a zpracovávání jednotlivých témat.

Také je možné přepisovat a upravovat již existující písně. V tomto případě se úprava vždy úzce dotýká osobních témat nebo potíží klientů. Místo hotové písně si lze vzít za předlohu text bez hudební složky, na jejíž vytvoření se může klient podílet.

Jiným přístupem je spontánní psaní písní, které do textu písně přináší témata důležitá pro klienta. Účelem je porozumění tomu, čím klienti ve skutečnosti jsou, co potřebují a co mají v životě rádi.

Příklad: Cílem setkání je vytvořit skupinou úvodní píseň (hello song). Muzikoterapeut představí nahrávku písně, jejíž text bude skupina přepisovat. Klienti se snaží odpovědět na otázky: Co dělají v muzikoterapii?, V čem jim hudba může pomoci?, S jakými problémy se skupina nejčastěji potýká? Odpovědi zakomponuje muzikoterapeut do nového textu, který si klienti na závěr setkání zazpívají na původní melodii. Vytvořenou píseň může začínat každé další setkání. (11)

2.2.2.4.6. Hudební vystoupení

Hudební vystoupení zahrnuje fázi přípravy (náviku) a realizaci vystoupení. Při náviku můžeme využít instrumentální, vokální a pohybové aktivity podle preferencí a schopností klientů. Nemusí se jednat o vystoupení pro veřejnost, neboť předvést naučené dovednosti před ostatními lze se stejnými výsledky také v terapeutické skupině.

Hudební vystoupení pomáhají klientům budovat sebedůvěru, sebevědomí a sebedisciplínu. Při skupinové hudební činnosti se prohlubuje vnímání a uvědomování druhých. Hudební vystoupení pro veřejnost jsou taktéž vhodnými příležitostmi pro socializaci handicapovaných dětí a mládeže a rozšíření jejich interakcí s intaktními vrstevníky. Prostřednictvím veřejných uměleckých aktivit mohou handicapovaní klienti stejnou příležitost k sociálnímu ocenění jako jejich intaktní vrstevníci.

Příklad 1: Muzikoterapeut připraví společné vystoupení hudební skupiny obsahující klienty se zdravotním postižením i klienty intaktní. Hudební aktivita slouží k rozvoji interakcí mezi jednotlivými členy skupiny a k podpoření procesu integrace postižených klientů.

Příklad 2: Dijkstra a Hakvoort (2004) uvádějí kazuistiku dívky se sklony k vyhublému chování a nízkým prahem pro sociální frustraci. Terapie probíhala nácvikem zpěvu její oblíbené písně ve skupině klientů, přičemž se postupně zvyšovala náročnost.

Nejprve zpívala ve skupině, poté v menší skupině, pouze v doprovodu několika klientů, až byla v závěru schopna zazpívat píseň sama před celou skupinou. (11)

2.2.2.4.7. Pohybové aktivity při hudbě

Pohybové aktivity při hudbě podporují a rozvíjejí rozsah pohybů, senzomotorickou koordinaci, svalovou sílu, vytrvalost, respiraci, svalovou relaxaci a kreativní vyjadřování pohybem. Hudební rytmus dodává pohybům strukturu a usnadňuje pohybové vyjádření. Pozitivně působí při motorické reedukaci různých neurologických poruch. Rytmické komponenty hudby pomáhají zvýšit motivaci, zájem a prožitek z pohybu a hudby. S imobilními klienty můžeme provádět tanec a pohybovou improvizaci na vozíku (Jäger, Luhede-Politsch, 2001).

Příklad 1: Klient provádí techniku autentického pohybu, spontánní pohybové improvizace. Skupina má za úkol jej hudebně podpořit. Improvizuje na nástroje podle toho, jaké pocity vyjadřuje pohybový projev klienta.

Příklad 2: Klienti se mohou pohybem kreativně vyjadřovat při hudbě. Podle charakteru hudby dostávají různá témata pro pohybové ztvárnění. Mohou improvizovat na barvy, přírodní elementy, jednotlivé emoce... Muzikoterapeut musí vybrat vhodnou hudbu, jejíž charakter bude podporovat pohybovou aktivitu a vytvářet příznivou atmosféru.

Příklad 3: Klienti poslouchají píseň, která obsahuje různé pohybové úkoly, např. ukazovat na různé části těla, potřást si rukama se sousedem, vyměnit si s někým ve skupině hudební nástroj... Klienti mají splnit všechny úkony, o kterých se v písni zpívá. (11)

2.2.2.4.8. Hudba a imaginace

Spojení hudby s imaginací nabízí direktivní a nedirektivní způsob práce. Při direktivní imaginaci nabízí terapeut klientovi konkrétní témata pro imaginaci. Terapeut vybírá pro imaginační proces taková témata, která mohou podpořit zdravotní stav klienta. Imaginace ovlivňuje psychosomatické procesy v organismu. Klient je během poslechu hudby a imaginace v relaxovaném stavu. Konkrétní imaginace závisí na terapeutickém cíli, např. posílení imunitního systému.

Nedirektivní způsob (hudba podporující imaginaci) zahrnuje poslech hudby v relaxovaném stavu za účelem rozvinutí spontánních imaginací spojených s terapeutickými cíli. Technika pomáhá zaměřit a koncentrovat pozornost a vyvolat pozitivní afektivní reakce. Podstatná je klientova schopnost imaginovat a výběr hudby. Délka poslechu odpovídá klientově schopnosti udržet pozornost. Během poslechu nedochází zpravidla k žádné interakci mezi terapeutem a klientem. Po skončení poslechu následuje sdílení imaginací, diskuse, zpracovávání symbolů, imaginací a pocitů, které se během imaginačního procesu objevily.

Hudba podporující imaginace je charakteristická pro psychoterapeutický způsob práce s klientem. Moreno (2005) popisuje doporučení pro imaginační proces.

Příklad 1: Při poslechu nahrávky moře si můžeme představit následující imaginaci. Ležíme na teplé poklidné exotické pláži. Všemi smysly můžeme vnímat sluneční paprsky na tváři, vůni moře, opalovací krém na pokožce, sůl na rtech. Slyšíme mořské vlny, jak se něžně převalují po pobřeží. Dýcháme pomalu a hluboko (v rytmu vln). S odlivem každé vlny v nás ubývá napětí a úzkosti.

Příklad 2: Následující imaginační cvičení slouží pro zvládnání stresu. Představíme si sebe jako pírkó plující ve vzduchu. Pírkó klesá pomalu k zemi, zatímco my se cítíme stále více uvolnění. Nakonec měkce přistaneme a odpočíváme, něžně a jemně se dotýkáme země. K této imaginaci se hodí např. Gymnopedie od E. Satieho. (11)

2.2.2.4.9. Dechová cvičení při interaktivní hudbě

Zvláštní muzikoterapeutickou techniku nazvanou dechová cvičení při interaktivní hudbě popsali Grossman (Grossman a kol., 2001) a Schein (Schein a kol., 2001). Klienti s vysokým krevním tlakem jsou vedeni k pomalým a pravidelným dechovým vzorcům, které jsou synchronizovány s rytmem a tempem poslouchané hudby. Vysoký krevní tlak se díky zpomalení dechové aktivity sníží. Tento postup se ukázal jako efektivní nefarmakologická technika pro uvolnění hypertenze, posílení respiračních svalů, prevenci pneumonie a usnadnění řeči u klientů s roztroušenou sklerózou (Wiens a kol., 1999). (11)

Souhrn

Zvuk lze obecně definovat jako **mechanické kmitání**, které je charakterizováno parametry pohybu částic pružného prostředí. Část zvuků se projevuje jako **slyšitelný zvuk**, což je akustické kmitání pružného prostředí v pásmu frekvencí od 16 Hz do 20 kHz, schopná vyvolat **zvukový vjem**.

Vjem zvukového signálu je souhrnem subjektivních veličin - **výška tónu, hlasitost a barva zvuku**, které jsou přímým obrazem objektivních fyzikálních veličin - **frekvence, amplitudy, intenzity a časového průběhu** zvukového signálu. Sluchový vjem je závislý na frekvenci a intenzitě zvuku. Výsledný vjem je rovněž značně ovlivněn tím, zda posloucháme zvuk s jednou frekvencí nebo je výsledný sluchový vjem jejich složitou směsí. Zvuky, které u posluchače vyvolají sluchový vjem lze zařadit do tzv. **sluchového pole**.

Lidský sluchový aparát je tvořen analyzátozem periferním (zevním, středním a vnitřním uchem) a centrálním. Buňky Cortiho orgánu (umístěné na bazilární membráně hlemýžďe vnitřního ucha) produkují akční potenciály, které jsou vedeny nervovými vlákny do centrálního analyzátoru. Frekvence akčního potenciálu v jednotlivých nervových vláknech je úměrná hlasitosti dráždícího zvuku.

Zvuk působí na lidský organizmus buď pozitivně nebo negativně. Zvuk, který působí na člověka negativně označujeme jako hluk. **Hluk** je definován jako akustický signál, který je nežádoucí, nepříjemný nebo rušivý.

Účinky působení hluku na člověka rozdělujeme na **specifické sluchové účinky a nespecifické mimosluchové účinky**, označované taky jako **systémové**.

K specifickým sluchovým účinkům patří akutní akustické trauma, poruchy sluchu z hluku, zhoršené zpracování nových poznatků aj.

K nespecifickým mimosluchovým účinkům řadíme funkční poruchy v aktivaci centrálního nervového systému, vyvolávající vegetativní, hormonální nebo biochemické reakce a poruchy spánku; dále funkční poruchy motorických funkcí, jako je změna zrakového pole a poruchy koordinace pohybů vedoucí k vyšší úrazovosti; pak funkční poruchy emocionální rovnováhy. Hluk vyvolává také akutní zvýšení tepové frekvence a krevního tlaku. Dlouhodobá expozice nadměrnému hluku je spojena s rizikem kardiovaskulárních onemocnění.

Okolo **50 %** celkové hlukové zátěže způsobuje **doprava. Hluk v pracovním prostředí** dle odhadů tvoří **40 % hluku** „vypouštěného“ lidmi do životního prostředí. Evropská unie udává 25 % hlukem obtěžované populace, 5 – 15 % rušené ve svém spánku hlukem za rok 2000.

Opatření proti hluku mohou být **technická, technologická, organizační, zdravotnická nebo jiná** (např. ochranné pomůcky).

Co se týče legislativní úpravy:

Zákon č. **258/2000** Sb., o **ochraně veřejného zdraví** a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, podává zákonnou definici hluku a vymezuje povinnosti provozovatele zdroje hluku, věnuje se ochraně před hlukovými imisemi.

Hygienickým limitům hluku dává co do jejich konstrukce, výpočtů a také měření konkrétní náplň nařízení vlády č. **148/2006** Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Nesmíme zapomínat ani na pozitivní působení zvuků. Zmínky o léčbě hudbou jsou známé již ze starověku. Novodobá muzikoterapie (léčba hudbou) vychází z Jungova pojetí psychoanalýzy a objevuje se v 20. století. Hudba ovlivňuje vegetativní funkce - srdeční rytmus, krevní tlak, dýchání, svalový tonus, motoriku a termoregulaci. Může se použít ke zmírnění bolesti, úzkosti, strachu (např. při chirurgických nebo stomatologických zákrocích), u poinfarktových stavů, při léčbě dlouhotrvajících chorob (např. tuberkulózy).

V psychoterapii se hudba užívá k léčbě adaptability, komunikace, v souvislosti s neurózami.

Přes značné pokroky, kterými muzikoterapie prošla, lze tvrdit, že je stále v začátcích, neboť dosud významně nepřekročila hranici empirismu.

Summary

Generally we can define **the sound** as a mechanical oscillation. It is characterised by movement parameters of elements of springy environment. The part of the sound, that we are able to hear is acoustic oscillation of springy environment at 16 Hz to 20 kHz frequency.

Sound perception is a summery of subjective quantity – tone hight, sound volume, timbre of sound, which are direct likeness of objective physical quantities – frequency, amplitude, intensity and time behaviour of acoustic signal. Auditory perception is subject to frequency and intensity of the sound. Final perception is also impressed with the fact, if we are listening to the sound of one frequency or to their more or less complicated mixture. Sounds that evoke listener's auditory perception we can class in **auditory field**.

Human's auditory equipment composes of peripheral analyzer (external, medial and internal ear) and central analyzer. Cells of Corti's organ (placed at basillar membrane of snail of the internal ear) produce action potencials, which are conducted by the neural fibres to the central analyzer. Frequency of action potencials in each neural fibre is proportional to sound volume of stimulative sound.

Effect of sound on people is either positive or negative. The sound that effects man negatively is called the noise. The noise is defined as an acoustic signal, which is undesirable, unpleasant or disturbing.

Effects of noise we can split into **specific auditory effects** and **non-specific non-auditory effects**. As specific auditory effects we understand acute acoustic trauma, noise induced auditory defects, impaired working with new information etc.

Non-specific non-auditory effects are functional defects in activation of central nervous system, which cause vegetative, hormonal and biochemical reactions and sleeping problems; functional defects of motoric functions, like change of visual field and coordination disorders of movements, which lead to higher accident rate; functional disorders of emotional balance. The noise causes also acute elevation of pulse rate and blood pressure. Long-term exposition to excessive noise is connected with higher risk of cardiovascular diseases.

Around 50% of total noise exposure causes traffic. Noise in working environment creates 40% of noise drained to the environment by the people. European Union indicates 25% of population bothered by noise and 5 to 15% of population with disturbed sleeping because of noise in year 2000.

Preventative measures could be technical, technological, organisational, medical or other complementary (f.e.: protective aids).

As regards legislature:

The law no. **258/2000**, about **protection of public health** and about changes of some coherent laws in wording of later instructions, shows statutory definition of the noise and delimitates duties of noise source operator, presents protection against noise imissions.

Hygienic limits of the noise shows public note of the government no. **148/2006**, about **protection of health against unfavourable effects of noise and vibrations**.

We can not forget positive effects of sound. First notes about treatment using music are from antiquity. New age musicotherapy (treatment by music) comes from Jung's conception of psychoanalysis and occurs in 20th century. Music effects vegetative functions like heart rhythm, blood pressure, breathing, muscle tension, motorics and thermoregulation. It can be used to reduce pain, anxiety or fear (f. e.:in surgical or stomatological operations), in postinfarction cases, in treatment of long-term diseases (f.e.: tuberculose).

In psychotherapy music is used for treatment of adaptibility and communication problems connected to neurosis.

Although musicotherapy shows rapid progress last 50 years, it's still the beginning of it's way, cause this therapy still did not cross the border of empirism.

Seznam použité literatury

- 1) Navrátil, L., Rosina, J. a kol.: *Lékařská biofyzika*. 1.vydání, Praha: MANUS, Praha, 2000. 357 s. ISBN 80-902318-5-3
- 2) Provazník, K., Komárek, L., Cikrt, M. a kol.: *Manuál prevence v lékařské praxi. V.díl. Prevence nepříznivého působení faktorů pracovního prostředí a pracovních procesů* 1.vydání, Praha: Státní zdravotní ústav Praha, 1997. 144 s. ISBN 80-7071-066-7
- 3) Omokhodion, O. O., Adeosun, A. A., Fajola, A. A.: Hearing impairment among mill workers in small scale enterprises in southwest Nigeria, *Noise&Health*, 2007, vol. 9, no. July-September, p. 75-77
- 4) Fošnarič, S., Planinšec, J., Prediction of work efficiency in early adolescence under the effects of noise, *Adolescence*, 2008, vol. 43, no. 169, p.165-175
- 5) Bharathan, T., Glodan, D., Ramesh, A. et al.: What do patterns of noise in teaching hospital and nursing home suggest?, *Noise&Health*, 2007, vol. 9, no. April-June, p. 31-34
- 6) Jarup, L., Babisch, W., Houthuijs, D. et al.: Hypertension and Exposure to Noise Near Airports: the HYENA Study, *Environmental Health Perspectives*, 2008, vol. 116, no. 3, p. 329-333
- 7) Glorig, A.: Hearing Conservation, Industrial Aspect in California, *California Medicine*, 1957, vol. 87, no. 3, p. 145-148

Seznam elektronických zdrojů:

- 8) Rádce, spol.s.r.o.: Obrázek č. 13.[online]. c2006 [cit. 2006-04-18]. Dostupné na www: <http://www.mineralfit.cz/clanek/446--muzikoterapie-leci.html>
- 9) Seznam.cz, a.s.: Článek [online]. c2007 [cit. 2007-12-16]. Dostupné na www: <http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/535404-muzikoterapie>
- 10) Bernat, P.: Akustika, vznik a šíření zvuku, frekvenční analýza a syntéza, sluchový vjem zvukového signálu [online]. c2008 [cit. 2007-06-13]. Dostupné na www: http://home.vsb.cz/petr.bernat/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm
- 11) Lipský, M.: Muzikoterapie [online]. c2007. Dostupné na www: <http://www.muzikoterapie.cz/?p=muzikoterapie>
- 12) <http://cs.wikipedia.org/wiki/Muzikoterapie>
- 13) Marvanová, E.: Muzikoterapie [online]. c2008 [cit. 2007-04-30]. Dostupné na www: <http://www.urozcesti.cz/kategorie/muzikoterapie/>
- 14) Svoboda, V.: Sluchové ústrojí – akustické trauma [online]. c2004 [cit. 2004-08-11]. Dostupné na www: <http://www.audiocity.cz/clanek.php?id=96>

- 15) Arnet On Line, a.s.: Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. [online]. c2006 [cit. 2006-06-01].
Dostupné na www:
<http://www.zakony.cz/?sekce=zakony&akce=prihlaseniSMS&cislo=148&rok=2006>
- 16) Ekologický právní servis: Hluk ve vnějším prostředí. Právní rádce občana obtěžovaného hlukem [online]. c2007 [cit. 2007-08-31]. Dostupné na www:
<http://hluk.eps.cz/index.php?section=hluk&page=pravni-radce-obcana>
- 17) Ekologický právní servis: Vliv hluku na zdraví [online]. c2007 [cit. 2007-08-31].
Dostupné na www:
<http://hluk.eps.cz/index.php?section=hluk&page=vliv-hluku-na-zdravi>
- 18) Fenclova, Z., Urban, P., Pelclova, D. a kol.: Profesionální onemocnění hlášená v České republice v roce 2005. [online]. c2006 [cit. 2006-04-06]. Dostupné na www:
<http://www.tigis.cz/prac/Index.htm>
- 19) Obrázek č. 3. [online]. c2008. Dostupné na www:
http://www.geocities.com/orl_cz/stredniucho.htm
- 20) Brůčková, L.: Obrázek č. 12, 14. [online]. c2006 [cit. 2006-11-28]. Dostupné na www:
<http://www.civup.cz/show.php?id=12&PHPSESSID=55c7528406fc4708c0d1bea3bee174e5>
- 21) Hudební atelier Múza: Obrázek č. 15. [online]. c2007. Dostupné na www:
<http://www.muzikoterapie.com/>
- 22) Akustické centrum: Obrázek č. 8, 9, 10, 11. [online]. c2008. Dostupné na www:
<http://www.akustickecentrum.cz/index.php?leftodkaz=0&upodkaz=1>

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Rychlost šíření zvukových vln v různých prostředích

Tabulka č. 2: Mezní hodnoty hluku stanoveny vyhláškou

Seznam grafů:

Graf č.1: Závislost akustického tlaku na frekvenci.

Graf.č.2: Závislost hladiny akustického tlaku na frekvenci a na hladině hlasitosti.

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: Odraz zvukové vlny

Obrázek č. 2: Průběh zvukové vlny

Obrázek č. 3: Schéma sluchového aparátu

Obrázek č. 4: Schématické znázornění středního a vnitřního ucha

Obrázek č. 5: Schéma registrace zvuku v sluchovém aparátu

Obrázek č. 6: Sluchová dráha

Obrázek č. 7: Upravený nákres Cortiho orgánu.

Obrázek č. 8: Zdroje hluku

Obrázek č. 9: Hluk z veřejné produkce hudby

Obrázek č. 10: Měření hluku u pozemní komunikace

Obrázek č. 11: Pomůcky pro měření hluku

Obrázek č. 12: Aktivní muzikoterapie

Obrázek č. 13: Hudební improvizace

Obrázek č. 14: Hudební interpretace

Obrázek č. 15: Skupinový zpěv

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Seznamy nejhluchnějších měst a obcí, které zveřejnil Ekologický právní servis 21.2.2008

Příloha č. 2: Příloha č. 2 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Příloha č. 3: Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Příloha č. 4: Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory a ohrožení nemoci z povolání v roce 2005

Příloha č.1:

Seznamy nejhlučnějších měst a obcí, které zveřejnil Ekologický právní servis 21.2.2008.

Vycházel z hlukových map, které vypracovalo ministerstvo zdravotnictví. Vznikly pro aglomerace Praha, Brno a Ostrava a pro silnice, po nichž ročně přejede víc než šest milionů vozidel. Jsou v nich zaneseny i frekventované železniční trati a ruzyňské letiště.

Nadměrný hluk překračuje celodenně u silnic a železnic hladinu 70 decibelů, u letiště 60 a u ostatních zařízení 50 decibelů. Spánek pak v noci ruší hluk nad 60 decibelů ze silnice, 65 u železnice, 50 u letiště a 40 u ostatních zařízení.

1) Seznam deseti míst s extrémní hlukovou zátěží nad 70 decibelů v nočních hodinách a počtem obyvatel, kteří jí jsou přímo vystaveni:

1. Olomouc - 1919 obyvatel
2. Znojmo - 1026 obyvatel
3. Opava - 725 obyvatel
4. Bučovice - 671 obyvatel
5. Kolín - 646 obyvatel
6. Praha - 627 obyvatel
7. Nymburk - 579 obyvatel
8. Mladá Boleslav - 372 obyvatel
9. Hulín - 308 obyvatel
10. Valašské Meziříčí - 297 obyvatel

2) Seznam tří měst a míst v jednotlivých krajích s nejvyšším počtem obyvatel zasažených nadměrným hlukem:

Praha - celodenně 106.091 obyvatel, v noci 119.471 obyvatel

Brno - celodenně 31.994 obyvatel, v noci 37.718 obyvatel

Ostrava - celodenně 27.800 obyvatel, v noci 33.400 obyvatel

Středočeský kraj:

1. Mladá Boleslav - 2230 obyvatel
2. Kolín - 1988 obyvatel
3. Nymburk - 992 obyvatel

Jihomoravský kraj:

1. Znojmo - 5575 obyvatel
2. Bučovice - 1110 obyvatel
3. Břeclav - 859 obyvatel

kraj Vysočina:

1. Havlíčkův Brod - 1677 obyvatel
2. Jihlava - 1633 obyvatel
3. Třebíč - 451 obyvatel

Olomoucký kraj:

1. Olomouc - 7095 obyvatel
2. Prostějov - 3110 obyvatel
3. Hranice - 1456 obyvatel

Zlínský kraj:

1. Zlín - 6213 obyvatel
2. Valašské Meziříčí - 2864 obyvatel
3. Uherské Hradiště - 1766 obyvatel

Moravskoslezský kraj:

1. Opava - 5529 obyvatel
2. Havířov - 5379 obyvatel
3. Frýdek-Místek - 3279 obyvatel

Královéhradecký kraj:

1. Hradec Králové - 6107 obyvatel
2. Náchod - 2891 obyvatel
3. Jaroměř - 1001 obyvatel

Pardubický kraj:

1. Pardubice - 5182 obyvatel
2. Svitavy - 1294 obyvatel
3. Chrudim - 1289 obyvatel

Jihočeský kraj:

1. České Budějovice - 4608 obyvatel
2. Tábor-Planá nad Lužnicí - 2519 obyvatel
3. Strakonice - 703 obyvatel

Plzeňský kraj:

1. Plzeň - 4373 obyvatel
2. Klatovy - 2118 obyvatel
3. Sulkov-Nová Hospoda - 56 obyvatel

Ústecký kraj:

1. Děčín - 3887 obyvatel
2. Teplice - 3579 obyvatel
3. Ústí nad Labem - 2401 obyvatel

Liberecký kraj:

1. Jablonec nad Nisou - 1478 obyvatel
2. Turnov - 1336 obyvatel
3. Svijany-Chrastava - 906 obyvatel

Karlovarský kraj:

1. Sokolov-Jenišov - 104 obyvatel
2. Karlovy Vary - 79 obyvatel
3. Dolní Dvory - 24 obyvatel

3) Seznam měst a obcí, které jsou nejvíc zasaženy hlukem z dopravy (procento jejich obyvatel vystavených hluku):

Středočeský kraj:

1. Židněves (silnice I/16) - 28,92 procenta obyvatel obce
2. Loděnice (dálnice D5) - 26,99 procenta obyvatel obce
3. Jeneč (silnice I/6, letiště Ruzyně) - 20,68 procenta obyvatel obce

Jihomoravský kraj:

1. Ostrovačice (dálnice D1) - 58,93 procenta obyvatel obce
2. Popůvky (dálnice D1) - 51,81 procenta obyvatel obce
3. Lipůvka (silnice I/43) - 32,11 procenta obyvatel obce

kraj Vysočina:

1. Slavnič (dálnice D1) - 54,76 procenta obyvatel obce
2. Věžnice (dálnice D1) - 40,71 procenta obyvatel obce
3. Meziříčko (dálnice D1) - 40,22 procenta obyvatel obce

Olomoucký kraj:

1. Polom (silnice R 48) - 57,55 procenta obyvatel obce
2. Dobrochov (silnice R46) - 10,99 procenta obyvatel obce
3. Běloutín (silnice I/47) - 10,71 procenta obyvatel obce

Zlínský kraj:

1. Huštěnovice (silnice I/55) - 23,94 procenta obyvatel obce
2. Babice (silnice I/55) - 19,12 procenta obyvatel obce
3. Lípa (silnice I/49) - 15,92 procenta obyvatel obce

Moravskoslezský kraj:

1. Návsí (silnice I/11) - 11,81 procenta obyvatel obce
2. Šenov u Nového Jičína (silnice I/57) - 10,92 procenta obyvatel obce
3. Opava (silnice I/11, I/46, I/57) - 9,35 procenta obyvatel obce

Královéhradecký kraj:

1. Náchod (silnice I/33) - 13,79 procenta obyvatel obce
2. Jaroměř (silnice I/33) - 7,88 procenta obyvatel obce
3. Hradec Králové (městský okruh) - 6,48 procenta obyvatel obce

Pardubický kraj:

1. Přelouč (silnice I/2) - 8,55 procenta obyvatel obce
2. Svitavy (silnice I/34, I/43) - 7,51 procenta obyvatel obce
3. Holice-Býšť (silnice I/35) - 6,09 procenta obyvatel obce

Jihočeský kraj:

1. Tábor-Planá nad Lužnicí (silnice I/3) - 6,42 procenta obyvatel obce

Plzeňský kraj:

1. Klatovy (silnice I/22, I/27) - 9,25 procenta obyvatel obce

Ústecký kraj:

1. Lovosice (silnice I/30, I/15, dálnice D8) - 7,82 procenta obyvatel obce

2. Děčín (silnice I/13, I/62) - 7,45 procenta obyvatel obce

3. Teplice (silnice I/13) - 7,01 procenta obyvatel obce

Liberecký kraj:

1. Turnov (silnice I/35, R10) - 9,20 procenta obyvatel obce

Karlovarský kraj:

méně než pět procent obyvatel v jednotlivých obcích

Příloha č. 2:

Příloha č.2 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Část A

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce (dB)
Nemocniční pokoje	Doba mezi 6.00 a 22.00	0
	mezi 22.00 a 6.00	-15
Operační sály	Po dobu používání	0
Lékařské vyšetřovny, ordinace	Po dobu používání	-5
Obytné místnosti	Doba mezi 6.00 a 22.00	0 ⁺⁾
	Mezi 22.00 a 6.00	-10 ⁺⁾
Hotelové pokoje	Doba mezi 6.00 a 22.00	+10
	Mezi 22.00 a 6.00	0
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí, mateřských škol a školských zařízení		+5
Koncertní síně, kulturní střediska		+10
Čekárny, vestibuly veřejných úřadoven a kulturních zařízení, kavárny, restaurace		+15
Prodejny, sportovní haly		+20

Pro ostatní pobytové místnosti, v tabulce jmenovitě neuvedené, platí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.

Účel užívání stavby je dán kolaudačním rozhodnutím a uvedené hygienické limity se nevztahují na hluk způsobený používáním chráněné místnosti.

+) Pro hluk z dopravy v okolí dálnic, silnic I. a II. třídy a místních komunikací I. a II. třídy (dále jen „hlavní pozemní komunikace“), kde je hluk z dopravy na těchto komunikacích převažující, a v ochranném pásmu drah se přičítá další korekce + 5 dB. Tato korekce se nepoužije ve vztahu k

chráněnému vnitřnímu prostoru staveb navržených, dokončených a zkolaudovaných po dni nabytí účinnosti tohoto nařízení.

Část B

Způsob výpočtu hygienického limitu $L_{Aeq,s}$ pro hluk ze stavební činnosti pro dobu kratší než 14 hodin

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti $L_{Aeq,s}$, se

vypočte ze vztahu

$$L_{Aeq,s} = L_{Aeq,T} + 10 \cdot \lg[(429 + t_1)/t_1],$$

kde

t_1 je doba trvání hluku ze stavební činnosti v hodinách v době mezi 7. a 21. hodinou,

$L_{Aeq,T}$ je hygienický limit stanovený podle § 10 odst. 2.

Příloha č. 3:

Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru

Část A

Druh chráněného prostoru	Korekce (dB)			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.

Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce -5 dB.

Vysvětlivky:

1) Použije se pro hluk z veřejné produkce hudby, hluk z provozoven služeb a dalších zdrojů hluku⁶⁾, s

výjimkou letišť, pozemních komunikací, nejde-li o účelové komunikace, a dále s výjimkou drah,

nejde-li o železniční stanice zajišťující vlakové práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních

vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů.

2) Použije se pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, a drahách.

3) Použije se pro hluk z dopravy na hlavních pozemních komunikacích 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.

4) Použije se v případě staré hlukové zátěže z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, kdy

starou hlukovou zátěží se rozumí stav hlučnosti působený dopravou na pozemních komunikacích a drahách, který v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru vznikl do 31. prosince 2000. Tato korekce zůstává zachována i po položení nového povrchu vozovky, výměně kolejového svršku, popřípadě rozšíření vozovek při zachování směrového nebo výškového vedení pozemní komunikace nebo dráhy, při které nesmí dojít ke zhoršení stávající hlučnosti v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru a pro krátkodobé objízdne trasy.

6) § 30 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb.

Část B

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru pro hluk ze stavební činnosti

Posuzovaná doba [hod.]	Korekce [dB]
od 6:00 do 7:00	+10
od 7:00 do 21:00	+15
od 21:00 do 22:00	+10
od 22:00 do 6:00	+5

Část C

Způsob výpočtu hygienického limitu $L_{Aeq,s}$ pro hluk ze stavební činnosti pro dobu kratší než 14 hodin

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti $L_{Aeq,s}$, se

vypočte ze vztahu

$$L_{Aeq,s} = L_{Aeq,T} + 10 \cdot \lg[(429 + t1)/t1],$$

kde

$t1$ je doba trvání hluku ze stavební činnosti v hodinách v době mezi 7. a 21. hodinou

$L_{Aeq,T}$ je hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A stanovený podle § 11 odst. 3.

Část D

Způsob výpočtu hygienického limitu vysokoenergetického impulsního hluku

Ekvivalentní hladina akustického tlaku C $L_{Ceq,T}$ vysokoenergetického impulsního hluku se vypočte ze

vztahů

$$L_{Ceq,T} = 2,0 LCE - 93 + 10 \cdot \lg(N/No) - 10 \cdot \lg(T/To) \text{ pro } LCE > 100 \text{ dB}$$

nebo

$$L_{Ceq,T} = 1,18 LCE - 11 + 10 \cdot \log(N/No) - 10 \cdot \lg(T/To) \text{ pro } LCE < 100 \text{ dB}$$

kde N je počet impulsů za dobu T [s], $No = 1$ a $To = 1$ s

Příloha č. 4:

Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory a ohrožení nemocí z povolání v roce 2007

Tabulka 5: Kapitola II – nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory

Číslo a název položky		Počet	M/Ž	Roky	
				Medián/Rozmezí	
				Věk	Expozice
II.1	Nemoc způsobená ionizujícím zářením	7	7/0	72 (45–83)	16,0 (1,6–32,8)
II.4	Porucha sluchu způsobená hlukem	25	24/1	56 (35–80)	11,6 (3,0–40,0)
II.6	Nemoci cév rukou z práce s vibrujícími nástroji	54	52/2	51 (29–82)	8,0 (1,2–39,0)
II.7	Nemoci periferních nervů z práce s vibrujícími nástroji	168	157/11	52 (29–81)	7,0 (11d–41,6)
II.8	Nemoci kostí a kloubů z práce s vibrujícími nástroji	14	14/0	53 (39–80)	14,0 (1,5–34,0)
II.9	Nemoci šlach, šlachových pochev, úponů, svalů a kloubů z přetěžování končetin	159	68/91	50 (22–80)	9,0 (5m–41,0)
II.10	Nemoci periferních nervů z přetěžování končetin nebo z tlaku, tahu a torze	201	73/128	50 (29–84)	9,0 (15d–38,0)
II.11	Nemoci těhových váček z tlaku	1	1/0	38	2,3
Celkem kapitola II		629	396/233	51 (22–83)	8,0 (11d–41,6)

Tabulka 10: Ohrožení nemocí z povolání blážená v České republice v roce 2007

Číslo a název položky/diagnózy		Počet	M/ Ž	Roky	
				Medián/Rozmezí	
				Věk	Expozice
I.01	Nemoc z olova nebo jeho sloučenin	4	3/1	40,5 (32–55)	0,83 (3m–7,3)
I.40	Nemoc z aromatických nitro nebo amino sloučenin	2	2/0	51,5 (49–54)	3,0 (3,0–3,0)
II.4	Porucha sluchu z hluku	7	6/1	49,0 (30–80)	20,17 (5,6–42,0)
II.7	Nemoci periferních nervů z práce s vibrujícími nástroji	16	14/2	51,0 (30–81)	14,0 (2,3–34,0)
II.8	Nemoci kostí a kloubů z práce s vibrujícími nástroji	4	4/0	42,0 (41–43)	11,0 (6,0–16,0)
II.9	Nemoci šlach, šlachových pochev, úponů a kloubů z přetěžování končetin	8	7/1	53,0 (40–54)	21,1 (4,0–37,0)
II.10	Nemoci periferních nervů z přetěžování končetin	19	9/10	50,0 (36–57)	12,5 (7m–31,0)
III.10.1	Asthma bronchiale	1	1/0	53,0	28,0
III.10.2	Alergická rinitida	2	1/1	48,5 (44–53)	20,0 (12,0–28,0)
Celkem		63	47/16	50,0 (30–81)	13,0 (3m–42,0)