



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Klinika pracovního a cestovního lékařství

Markéta Skoupá

Onemocnění způsobená hlukem
Diseases Caused by Noise

Bakalářská práce

Praha, srpen 2009

Autor práce: Markéta Skoupá

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Veřejné zdravotnictví

Vedoucí práce: Doc. MUDr. Evžen Hrnčíř, CSc.

Pracoviště vedoucího práce: Klinika pracovního a cestovního
lékařství

Datum a rok obhajoby: 11. září 2009

Prohlášení

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

V Praze dne 6. srpna 2009

Markéta Skoupá

Obsah

Úvod.....	6
1 Zvuk.....	7
1.1 Zvuk po fyzikální stránce.....	7
1.2 Popis hluku.....	8
2 Komunikace a důsledky její poruchy.....	10
3 Sluch a věk.....	11
3.1 Sluch v dětství.....	11
3.2 Sluch ve středním věku.....	12
3.3 Sluch ve stáří.....	12
4 Anatomie sluchového orgánu.....	12
5 Funkce sluchového orgánu.....	15
5.1 Fyziologické stupně slyšení.....	15
5.2 Převod zvuků.....	15
5.3 Patofyziologie sluchového vnímání.....	16
6 Postižení sluchu.....	17
6.1 Postižení sluchového aparátu.....	19
7 Audiologie.....	20
8 Expozice hluku.....	21
9 Zdravotní účinky hluku.....	21
9.1 Specifické (sluchové) účinky.....	21
9.2 Systémové účinky.....	22
10 Poruchy sluchu způsobené hlukem.....	24
10.1 Porucha sluchu způsobená hlukem při dlouhodobé expozici.....	24
10.2 Porucha sluchu způsobená akutním akustickým traumatem.....	26
11 Hluk z dopravy.....	26
12 Právní předpisy v oblasti ochrany před hlukem.....	27
12.1 Hluk v pracovním prostředí.....	30
12.2 Hluk v mimopracovním prostředí.....	31
12.3 Požadavky na bezpečnost, které mají splňovat evropské normy pro osobní bezpečnost.....	33

13 Měření a hodnocení hluku.....	34
14 Prevence proti působení nadměrného hluku.....	36
14.1 Technická preventivní opatření.....	36
14.2 Zdravotnická preventivní opatření.....	36
15 Hluk a kategorizace prací.....	37
15.1 Zařazení prací do kategorií z hlediska zátěže hlukem.....	37
16 Nemoc z povolání – Porucha sluchu způsobená hlukem.....	38
17 Závěr.....	40
18 Souhrn.....	41
Summary.....	41
19 Seznam použité literatury.....	42
20 Další informační zdroje na internetu.....	42
21 Přílohy.....	44

Úvod

Téma své bakalářské práce *Onemocnění způsobená hlukem* jsem si zvolila na základě svého zájmu o tuto problematiku. V době svého působení na krajské hygienické stanici jsem pracovala na oddělení, které se mimo jiné problematikou hluku a jeho dopadu na zdraví zabývalo. Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila především na teoretický pohled na tuto problematiku, na podmínky vzniku onemocnění způsobených hlukem, ale i na legislativní podklady v rámci prevence vzniku onemocnění.

1 Zvuk

Zvuky jsou přirozenou a důležitou součástí životního prostředí člověka. Sluchem člověk přijímá významný podíl informací o světě. Zvuk je nejen důležitým výstražným podnětem, ale i projevem životní aktivity člověka a základem řeči, která člověka odlišila od zvířat. Sluchem a hlasem vnímáme stav prostředí a navazujeme kontakt s druhými lidmi. Zvuky příliš silné, příliš časté nebo působící v nevhodné situaci a době však mohou na člověka působit nepříznivě. Obecně se zvuky, které jsou nežádoucí, rušivé nebo škodlivé, nazývají *hlukem*.

Hluk patří k nejrozšířenějším škodlivinám pracovního i životního prostředí. Nadměrný hluk zaujímá v řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí stále důležitější místo. Jednou z nejzávažnějších vlastností zvuku a hluku je, že se šíří na poměrně velké vzdálenosti (stovky metrů i více).

1.1 Zvuk po fyzikální stránce

Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno v lidském uchu vyvolat sluchový vjem. Člověk je schopen vnímat zvuky, jejichž frekvence leží v intervalu 20 Hz až 20 000 Hz. Zvuk o frekvenci nižší než 20 Hz se nazývá infrazvuk (má blízko k vibracím), zvuk o frekvencích vyšší než 20 kHz nazývá ultrazvuk. Komunikačně rozhodující část frekvenčního spektra bývá nazývána řečová frekvence (500 Hz - 2500 Hz).

Zvuk se šíří hmotným prostředím jako vlnění všemi směry. Rychlost šíření zvuku je konstantní a odpovídá struktuře nosiče. Ve vzduchu se zvuk nejčastěji šíří rychlostí 340 m za sekundu, ve vodě 1480 m za sekundu, v oceli 5000 m za sekundu. Ve vakuu se zvukové vlny nemohou šířit (3).

Důležité veličiny a jednotky v akustice:

Intenzita zvuku, tj. výkon vlnění, které projde jednotkovou plochou kolmou na směr šíření za jednotku času. Jednotkou je $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ (4).

Hladina intenzity zvuku, tj. logaritmický poměr dvou intenzit zvuku, sledované a referenční (hodnota referenční intenzity zvuku je $10^{-12} \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$). Jednotkou je 1 decibel (dB) (4).

Hladina hlasitosti bere v úvahu různou citlivost sluchu v celém akustickém pásmu. Jednotkou je fon (Ph) (4).

Vlnící se vzduchové částice odpovídající zvukové vlně působí na překážku určitým tlakem - *akustický tlak*. Jednotkou je pascal (Pa). Nejnižší akustický tlak, který je ještě lidským uchem vnímán, se nazývá práh slyšitelnosti. Je určen nejen citlivostí smyslových buněk, ale i dráždivostí vláken a nervových buněk, průchodností sluchové dráhy, stavem a pohotovostí mozkové kůry, frekvencí stimulujícího tónu a okamžitým stavem sluchu. Nejvyšší akustický tlak, který ještě lidské ucho snese, se nazývá práh bolesti.

Vlnová délka je vzdálenost dvou nejbližších částic prostředí se stejným akustickým tlakem, určí se dle vzorce: $\lambda = v/f$, kde v je rychlost šíření vlnění v prostředí a f je frekvence. Jednotkou je metr (m).

Frekvence tónu je počet cyklů za sekundu. Jednotkou je 1 hertz ($\text{Hz} = 1 \text{s}^{-1}$).

1.2 Popis hluku

Subjektivně se rozeznává hlasitost, výška a barva zvuku.

Podle časového průběhu se rozlišuje hluk impulsní nebo neimpulsní; ten pak dále na ustálený, proměnný či přerušovaný.

Ustálený hluk je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB.

Proměnný hluk je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě mění v závislosti na čase o více než 5 dB.

Impulsní hluk je hluk tvořený jedním impulsem nebo sledem zvukových impulsů; doba trvání každého impulsu je kratší než 0,2 s (střelba, trhací, důlní a demoliční práce s pomocí výbušnin, nárazy při posunování vagónů).

Základním termínem pro popis hluku je *hladina akustického tlaku* L_p vztažená k referenčnímu akustickému tlaku 20 μPa , který odpovídá prahu slyšení na frekvenci 1000 Hz. Vyjádření úrovně hluku v decibelech jednak vystihuje fyziologii slyšení, kdy lineární přírůstek sluchového vjemu odpovídá relativní změně podnětu (Fechner-Weberův zákon) a jednak umožňuje přehlednější třídění hlukových údajů (dynamický rozsah od prahu slyšení 20 μPa do prahu bolesti 200 Pa, tj. 7 řádů, je pokryt rozsahem 140 dB). Citlivost sluchu není v závislosti na frekvenci slyšitelného zvuku konstantní. Nejvyšší citlivost je v rozsahu 1 kHz až 4 kHz. Směrem ke krajním slyšitelným kmitočtům vně tohoto rozsahu citlivost sluchu výrazně klesá. Proto byly stanoveny frekvenční váhové funkce A a C, které odpovídají frekvenční závislosti fyziologie slyšení při středních a vysokých úrovních zvuku. Do měřicího řetězce zvukoměru se vždy zařazuje váhový filtr A nebo C, výsledkem měření je pak *hladina akustického tlaku A nebo C* (L_{pA} , L_{pC} v dB).

Pro užití v reálných podmínkách byla definována *ekvivalentní hladina akustického tlaku* $L_{Aeq,T}$, která odpovídá energeticky shodné hladině akustického tlaku, která by byla konstantní po celou dobu trvání expozice T.

Při působení ustáleného, proměnného nebo přerušovaného hluku a impulsního hluku v průmyslových prostorech s vysokou úrovní hluku pozadí je míra nepříznivého působení na sluch přímo úměrná celkové akustické energii v místě hlavy pracovníka. V takových případech se expozice vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$. Pokud expozice hluku T netrvá po celou pracovní dobu $T_0 = 8$ h, je třeba je

upravit korekcí K dle vztahu $K = 10 \cdot \log T/T_0$ (dB). *Základní limitní hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,8h}$ činí pro osmihodinovou pracovní dobu 85 dB*, což odpovídá základní limitní hodnotě expozice zvuku A $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$ (1). V závislosti na druhu vykonávané činnosti a povaze práce nebo v případě tónového charakteru hluku se uplatňují korekce v rozsahu 0 dB až -45 dB, resp. -5 dB. Pro přesné posouzení expozice je nezbytná kmitočtová analýza akustického signálu v třetinooktávových pásmech (1).

O škodlivosti hluku rozhoduje řada faktorů, jako například fyzikální charakteristika (frekvence, intenzita), charakter hluku (trvalý, nepravidelný), doba trvání hluku, charakter práce a jiné. Hlasitost nad určitou intenzitu je pro člověka nepříjemná a dokonce bolestivá (příloha 21.1).

2 Komunikace a důsledky její poruchy

Schopnost informace přijímat na straně jedné a na straně druhé informace předávat je jednou ze základních charakteristik života.

Vznik, kódování a předávání informací, jejich přijímání, dekódování a zpracování se nazývá komunikace. Komunikace slouží k přenosu informací pomocí specifických informačních kanálů, např. optický, akustický apod. Potřeba komunikace je vrozená, nepodmíněná a zděděná a je vedle potřeby zachování jedince a rodu jednou z nejsilnějších potřeb, kterou si každý živý tvor přináší na svět.

Lidskou komunikací není zdaleka jen zvuk či řeč, i když tento způsob je v lidské společnosti nejdůležitější. Komunikaci nesenou akustickým signálem je možno zařadit do několika rovin. Základní rovinou zvukových informací je zvukové pozadí (šumění listů, vzdálený hluk ulice, tikot hodin apod.), které běžně nevnímáme, ale trvale nás informuje o existenci okolního světa.

Druhá rovina zvukových informací, která existuje v přírodě obecně (zpěv ptáků, kvákání žab), bývá nazývána I. signální soustavou.

Třetí rovina zvukových informací, tzv. II. signální soustava, je specificky lidská a právě jí se člověk odlišil od primáta. Informace jsou předávány přesně definovanými zvukovými signály - slovy (verba). Lidská řeč je definována jako biologická vlastnost člověka pomocí zvukových signálů předávat smysluplné informace. Většina mezilidských vztahů je určována právě nepoškozeným sluchem - informačním akustickým kanálem. Každé postižení sluchu vede k narušení mezilidské komunikace (3). Poškozením sluchu je člověk ochuzován až o 60 % informací z okolního světa. Důsledkem tohoto narušení může být změna osobnosti člověka jako nejvyšší stupeň sociální deprivace. Nedostatek informací vyvolává tzv. akustický deprivanční syndrom (tím silnější, čím je sluchová vada hlubší a čím dříve nastala).

Zvlášť složitá je ztráta sluchu pro malé děti, které se teprve učí mluvit a zvládat další dovednosti. U starších lidí mohou potíže se sluchem zvýšit pocit izolace a další problémy, které z toho vyplývají.

Poškozený sluch je také nejčastější příčinou nedostatečného vývoje řeči.

3 Sluch a věk

3.1 Sluch v dětství

Při narození dítěte je sluchový orgán již organicky hotov. Buňky vnitřního ucha a nervové buňky centrálních částí jsou vytvořeny již před narozením (funkční způsobilost se teprve vytváří), a proto může novorozenec reagovat na intenzivní zvuk (3). Zrání sluchového orgánu probíhá při zdravém celkovém rozvoji dítěte a při vnější akustické stimulaci, která zpřesňuje a zjemňuje rozpoznání sluchového vjemu a podílí se na dotváření sluchových a řečových mozkových drah.

3.2 Sluch ve středním věku

Organická ani funkční schopnost sluchu se již nezlepšuje (nejlepší sluch je kolem 20. roku života). Na sluch opakovaně působí nepříznivé faktory, sluch musí odolávat vlivu především hlukové zátěže, chemických prostředků, infekcí, nikotinu aj. (3).

3.3 Sluch ve stáří

Od 3. decenia dochází k postupnému snižování sluchové ostrosti, objevuje se postižení sluchu v oblasti vysokých frekvencí a současně dochází ke zhoršování rozumění řeči (člověk slyší méně a hůře), rozvíjí se tzv. presbyakuzie (stařecká nedoslýchavost) (3).

Pro presbyakuzii se dnes často používá spíše termín socioakuzie, čímž je zdůrazněn podíl sociálního prostředí na vzniku choroby (nárůst nedoslýchavosti u stále mladších pacientů v souvislosti s poslechem hlasité hudby do sluchátek nebo dlouhodobým či opakovaným pobytem v prostředí s nadměrným hlukem).

4 Anatomie sluchového orgánu

Sluchový orgán jsou veškeré struktury v organismu člověka, které umožňují slyšet a rozumět zevním akustickým podnětům (3).

Anatomicky jej rozdělujeme na periferní a centrální část (příloha 21.2).

Periferní část

1. Zevní ucho

- boltec ušní
- zevní zvukovod

2. Střední ucho

- bubínek
- dutina bubínková
- sluchové kůstky
- sluchová trubice
- sklípkový systém

3. Vnitřní ucho

- vestibulum
- polokruhovitě chodbičky
- hlemýžď

Centrální část

1. Sluchové dráhy

- sluchový nerv
- kmen mozkový
- podkorové oblasti

2. Sluchové centrum

Boltec ušní (*auricula auris*) je charakteristicky zprohýbaná ploténka elastické chrupavky s výjimkou ušního lalůčku, která je pokryta z obou stran kůží, bohatě zásobenou krevními cévami. Boltec se nálevkovitě zužuje a přechází v zevní zvukovod (*meatus acusticus externus*), což je asi 2,5 cm zahnutá trubice oválného průřezu. Skládá se ze zevního chrupavčitého a vnitřního kostěného oddílu. Kůže chrupavčité části zevního zvukovodu obsahuje tukové a mazové žlázy, které produkují ušní maz - cerumen. Zevní zvukovod končí bubínkem, který tvoří hranici mezi zevním a středním uchem. Bubínek (*membrana tympani*) má tvar plochého trychtýře. K ose zvukovodu je postaven šikmo. K bláně bubínku je pevně fixována středoušní kůstka kladívko. Za bubínkem se nachází dutina bubínková (*cavum tympani*) uložená ve spánkové kosti. Má tvar

nepravidelného hranolu a je vystlána tenkou sliznicí a vyplněna vzduchem. Rozlišují se tři oddíly - etáže dutiny bubínkové (*epitympanum*, *mezotympanum*, *hypotympanum*). Ve středoušní dutině jsou dva svaly - m. tensor tympani a m. stapedius, jejichž úkolem je regulovat napětí bubínku a sluchových kůstek.

Tři sluchové kůstky (*ossicula auditus*) - kladívko (*malleus*), kovádlínka (*incus*), třmínek (*stapes*) vytvářejí souvislý, kloubně spojený řetěz mezi bubínkem a oválným okénkem. Ploténka třmínku v oválném okénku promontoria tvoří hranici mezi uchem středním a vnitřním. Dutina bubínková je vyplněna vzduchem, který tam proniká sluchovou trubicí (Eustachova trubice, *tuba auditiva*), která spojuje dutinu bubínkovou s nosohltanem. Součástí středního ucha je také sklípkový systém (*cellulae mastoideae*), který je uložen v bradavkovém výběžku kosti spánkové. Celé vnitřní ucho je uloženo v hloubce pyramidy kosti spánkové - kosti skalní. Struktury vnitřního ucha se nazývají labyrint, který se dále dělí na předsíň (*vestibulum*), polokruhové chodbičky a hlemýžď (*cochlea*). Vestibulum je vstupní část do labyrintu vnitřního ucha. Obsahuje spojení s uchem středním a současně tam ústí hlemýžď i polokruhové chodbičky. Polokruhové chodbičky (*canales semicirculares*) leží ve třech navzájem kolmých rovinách (dvě vertikální a jedna horizontální) a obsahují buňky regulující rovnováhu lidského těla. Hlemýžď (*cochlea*) je u člověka složen ze 2,5 závitů. Okrajové prostory jsou vyplněny tekutinou perilymfou, centrální ductus je vyplněn endolymfou. Složení tekutin se liší v obsahu iontů draslíku a sodíku. Spodinu ductu tvoří membrana basilaris, na které leží vlastní sluchový orgán (*organum spirale*, Cortiho orgán) se třemi řadami zevních a jednou řadou vnitřních vláskových sluchových buněk. Sluchový nerv (*nervus vestibulocochlearis*) vzniká spojením všech dostředivých nervových vláken, která vycházejí od smyslových buněk labyrintu. Má část sluchovou a část rovnovážnou. Nerv po krátkém průběhu ve vnitřním zvukovodu vstupuje do kmene mozkového. Kmen mozkový obsahuje jádra, ve kterých se spojují a kříží nervová vlákna z obou uší. Sluchová dráha dále pokračuje přes podkorová jádra

mezimozku do sluchového centra v kůře mozkové - tzv. Heschlova závit, které je uloženo na spánkovém (temporálním) laloku dominantní hemisféry (3).

5 Funkce sluchového orgánu

5.1 Fyziologické stupně slyšení

Proces slyšení sestává z následujících stupňů:

- přívod (transport) zvukových vln k vlastním sluchovým buňkám,
- podráždění sluchových buněk,
- přeměna (transformace) zvukového dráždění v nervový impuls,
- vedení nervového vzruchu do mozkového sluchového centra,
- zpracování nervového dráždění ve sluchovém centru.

5.2 Převod zvuků

Převod (transport) zvuků se děje pomocí převodního aparátu:

Ušní boltec usměrňuje zvukové vlny především zepředu a zezadu, ztráta nebo poškození boltce nepůsobí poruchu sluchu.

Zevní zvukovod převádí a koncentruje zvuky k bláně bubínku, má částečně i ochrannou funkci (ohyb zvukovodu, přítomnost chloupků a ušního mazu).

Bubínek je rozkmitáván zvukovými vlnami, kmity jsou dále přenášeny řetězem sluchových kůstek k oválnému okénku. Pro dokonalý přenos kmitů je podmínkou normální vnitřní struktura, elasticita, celistvost a stejný tlak vzduchu na obou jeho stranách. Význam pro kvalitu přenosu zvuku převodním ústrojím má také normální tvar a vzdušná náplň středního ucha a celého pneumatického systému, kterou zabezpečuje sluchová trubice.

Kmity přenášené ploténkou třmínku do vestibula vnitřního ucha uvedou do pohybu endolymfu. Úkolem vnitřního ucha je rozlišení jednotlivých zvuků navzájem od sebe a současně přeměnění akustické (mechanické) energie zvuku v energii bioelektrickou (tělu vlastní), což nazýváme diferenciací a transformací zvukového signálu. Každé výšce zvuku odpovídá určité místo na bazilární membráně Cortiho orgánu. Vysoké tóny dráždí smyslové buňky na bázi hlemýžďe (v bazálních závitech), hluboké zvuky dráždí část u vrcholu hlemýžďe. Zevní vláskové buňky se zapojují do činnosti při slabých podnětech a hrubě rozlišují výšku tónu. Vnitřní vláskové buňky zapojují funkci při silnějších podnětech.

Nervové bioelektrické impulsy jsou vedeny směrem k centru nejprve sluchovým nervem, pak sluchovou dráhou, jejíž částí jsou struktury prodloužené míchy, kde se kříží dráhy obou uší. V mozkové kůře sluchové, která je nezbytná pro rozumění řeči, dochází k uvědomění akustického vjemu jako nejvyšší analýza zvukových signálů a syntéza zvukových podráždění v jednotný zvukový obraz. Mozková kůra je pro rozumění řeči nezbytná (3).

Vedení vzdušné - přenos zvukové energie do vnitřního ucha cestou vzduchu jako nosného media, nejpřirozenější cesta přenosu, odpovídá stavbě sluchového orgánu.

Vedení kostní - přenos akustické energie do vnitřního ucha pomocí rozkmitu kostí lebky (struktury vnějšího a středního ucha jsou obcházeny), uplatňuje se v menší míře než vedení vzdušné, využití především při vyšetřování sluchu.

5.3 Patofyziologie sluchového vnímání

Patofyziologie sluchového vnímání zahrnuje dvě části:

- *patofyziologii převodu (transportu)*, např. když přenosu akustické energie z vnějšího prostoru do vnitřního ucha brání odpor středoušních struktur,

nebo je porušena kontinuita přenosu traumatem nebo zánětem (vzniká převodní porucha sluchu)

- *patofyziologii vnímání (percepce)* při postižení sluchových buněk (smyslové buňky nemají možnost obnovy), při změnách v tvorbě, složení a proudění perilymfy a endolymfy, při postižení sluchového nervu, sluchové dráhy nebo sluchového centra

6 Postižení sluchu

Podle stupně postižení sluchu dělíme:

- Normální sluch (normacusis)
- Nedoslýchavost (hypacusis)
 - 1) převodní (hypacusis conductiva)
 - 2) senzorineurální (hypacusis sensorineuralis)
 - nitroušní (kochlearis)
 - sluchové dráhy (retrokoklearis)
 - centrální (centralis)
 - 3) smíšená (hypacusis mixta)
- Hluchota (surditas)
 - tzv. praktická hluchota
 - totální hluchota
 - psychogenní hluchota (3)

Sluchová vada – trvalá, léčbě vzdorující nedoslýchavost, do určité míry ji lze kompenzovat technickými pomůckami (sluchadla).

Sluchová porucha - léčbou lze příznivě ovlivnit.

Normální sluch - člověk nemá komunikační potíže a při audiometrickém vyšetření sluchový práh na žádné vyšetřované frekvenci nepřekračuje hladinu intenzity 20 dB (příloha 21.3).

Sluchové vady - nedoslýchavosti vznikají jako důsledek poškození organické stavby nebo funkce struktur sluchového orgánu. Struktury vnějšího a středního ucha zajišťují převod akustického signálu z vnějšího prostředí k vlastním smyslovým buňkám. Poškození těchto oblastí způsobuje poruchu sluchu *převodního* typu (kvantitativní poškození sluchu), kterou je možno kompenzovat sluchadly nebo někdy odstranit i operativně. Při poruše struktury nebo funkce vnitřního ucha a sluchových drah vzniká vada sensorineurální (*percepční*), kdy je narušeno vnímání zvuku (kvalitativní poškození sluchu – příloha 21.4). Percepční vada může nastat i po působení tzv. ototoxických látek (některá antibiotika, průmyslové sloučeniny – např. soli rtuti, olova, organická rozpouštědla, arzénové sloučeniny, anilín) (7). Tato vada se dá kompenzovat jen částečně a nikdy nejde zcela odstranit. Poškození sluchových buněk vnitřního ucha v hlemýždi způsobuje sensorineurální vadu sluchu kochleárního typu. Poškozením spoje mezi vnitřním uchem a sluchovou kůrou mozkovou vzniká sensorineurální nedoslýchavost retrokochleárního typu. Poškozením sluchové kůry vzniká vada sluchu centrálního typu (3). V případě smíšených vad dochází ke kombinaci převodní i percepční složky.

Hluchota je stav sluchu, který nelze využít ke slyšení ani rozumění řeči. Při tzv. praktické hluchotě člověk reaguje na velmi silné akustické podněty bez možnosti tyto podněty podle akustické informace rozlišit (příloha 21.5). Totální hluchota je stav, kdy není žádný akustický vjem ani při vysoce intenzivní akustické stimulaci. Psychogenní hluchota je zvláštní syndrom, jehož hlavním příznakem je chybějící, nepravidelná nebo deformovaná reakce na zvuk, přestože je celý sluchový orgán organicky nepoškozený (3).

Řízení citlivosti sluchového ústrojí, a tím i přizpůsobení se okolnímu zvuku, se děje za působení záporné zpětné vazby mezi vnitřním a středním uchem a řídicími centry v mozku. Pokud je okolní zvuk příliš silný, mozek vysílá signál ke snížení citlivosti, a tím chrání sluch před

poškozením a zároveň sám sebe před zahlcením zkreslenými informacemi. Pokud je okolní zvuk tichý, citlivost se zvyšuje. *Recruitment fenomén* je stav, kdy tato zpětná vazba nefunguje nebo funguje špatně. Recruitment fenomén je známý také jako „vyrovnávání hlasitosti“, kdy člověk potřebuje vyrovnanou hlasitost zvuku, aby dobře rozuměl a nebyl mu zvuk nepříjemný. Tato zpětná vazba funguje rozdílně na různých frekvencích (12).

6.1 Postižení sluchového aparátu

Postižení sluchového aparátu mohou být organická nebo funkční, např.:

- zvýšení sluchového prahu - pocit zhoršeného slyšení nebo zhoršeného rozumění
- poruchy citlivosti ucha - mohou signalizovat záněty, nádory, úrazy, cizí tělesa, obstrukce Eustachovy trubice, mazovou zátku, ekzémy, otosklerosu
- hyperacusis - zvýšená citlivost na zvuk (některé kochleární poruchy, neurotičtí pacienti, obrny lícního nervu)
- diplacusis binauralis - disharmonica, echotica - pacient slyší na každé ucho jiný tón nebo tón s ozvěnou
- autophonia - zesílené vnímání vlastní řeči (často u převodních vad sluchu)
- paracusis Willisii - pacient lépe slyší a rozumí v mírném hluku (např. v jedoucím vlaku), nedoslýchavý neslyší tento zvuk malé intenzity, ale slyšící partner je zahlušen, a proto spontánně zvyšuje hlasitost svého projevu
- porucha směrového slyšení - postižený nedokáže určit směr, ze kterého slyší zvuk (jednostranné poruchy sluchu)
- poruchy rovnováhy - postižení sluchového aparátu se může projevit i změnou funkce rovnováhy (závratě, nystagnismus, úchyly končetin)
- porucha funkce lícního nervu

- lokální nález - zduření v oblasti vnějšího ucha, výtok z ucha
- celkové příznaky - teploty, nechutenství, rýma (zánět středního ucha) (3)

7 Audiologie

Při komplexním vyšetření ucha se vždy vyšetřuje i sluch. Přístroj na vyšetření sluchu, který je schopen produkovat různé akustické signály, se nazývá *audiometr*. Je to elektronický přístroj, jehož nezbytnou součástí je tónový generátor – zdroj čistých tónů, které je možno frekvenčně volit. Rozlišujeme audiometry tónové, slovní, pro objektivní audiometrii, pro depistáž (screeningový), diagnostické a klinické.

Audiogram je vyplněný formulář s grafickým označením sluchového prahu vzdušného a kostního vedení pravého i levého ucha (příloha 21.6). Podle typu zobrazení a způsobu měření rozeznáváme audiogram absolutní, relativní a ztrátový (3).

Audiologie obecně je věda, která zkoumá způsoby a možnosti vnímání zvuku. Z hlediska medicínského je to lékařský obor, jehož předmětem zájmu je lidský sluch. Zabývá se vyšetřováním sluchu, léčbou a rehabilitací sluchově postižených. Základní pracovní metodou audiologie je audiometrie - vlastní vyšetření sluchu. Audiologie vychází z otorinolaryngologie (ORL), případně foniatrie.

V roce 1980 stanovila Světová zdravotnická organizace (WHO) *mezinárodní škálu stupňů sluchových poruch* (7).

Sluchová ztráta je měřena v decibelech v lepším uchu na kmitočtech 500, 1000 a 2000 Hz.

<i>Velikost ztráty sluchu podle WHO</i>	<i>Název kategorie ztráty sluchu</i>
0–25 dB	normální sluch
26–40 dB	lehká nedoslýchavost

41–55 dB	střední nedoslýchavost
56–70 dB	středně těžké poškození sluchu
71–90 dB	těžké poškození sluchu
více než 90, ale body v audiogramu i nad 1 kHz	velmi závažné poškození sluchu
nejsou žádné body nad 1 kHz	neslyšící

8 Expozice hluku

Hluku jsou lidé vystaveni nejen na pracovišti, ale i v obytném a rekreačním prostředí (mimopracovní hluk). Z mnoha šetření vyplývá, že převládajícím zdrojem expozice obyvatel je hluk z automobilové dopravy (cca 80 – 90 %) (2). Mnohem menší podíl na zátěži populace má hluk z železniční a letecké dopravy a z průmyslu, ještě méně ze stavební činnosti, hluk ze sousedství a hluk spojený s trávením volného času (hřiště, koncerty). Dopravní hluk nepředstavuje riziko vzniku poškození sluchu (2).

9 Zdravotní účinky hluku

Zdravotní účinky působení hluku:

- *specifické* projevující se poruchami činnosti sluchového analyzátoru (zejména akutní a chronické poškození sluchu z hluku a jevy maskování)
- *systémové* (mimosluchové), kdy dochází k ovlivnění regulačních procesů a projevující se poruchami kardiovaskulárního systému, metabolismu, spánku, vegetativní rovnováhy a psychické výkonnosti a pohody

9.1 Specifické (sluchové) účinky

- akutní akustické trauma;
- chronická porucha sluchu z hluku (dočasná, trvalá);

- maskování;
- horšení zpracování a vštěpování poznatků (2).

9.2 Systémové účinky

- funkční porucha v aktivaci CNS způsobující
 - vegetativní reakce;
 - hormonální odpovědi;
 - biochemické reakce;
 - poruchy spánku;
- funkční poruchy motorických a smyslově-motorických funkcí s ergonometrickými důsledky (změny zrakového pole, poruchy pohybové koordinace, úrazovost);
- funkční poruchy emocionální rovnováhy – rozrušení, rozmrzelost;
- ovlivnění kvality sociální interakce (v hluku klesá kvalita komunikace, míra empatie a stupeň altruistického chování) (2).

Za prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku je v současnosti považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární a imunitní systém a nepříznivé ovlivnění spánku.

Poškození sluchového aparátu je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hlukem v závislosti na výši ekvivalentní hladiny akustického tlaku A a na době trvání expozice. Riziko sluchového postižení existuje však i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží.

Zhoršení řečové komunikace v důsledku zvýšené hodnoty hluku má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti a pocitům nespokojenosti. Může však vést i k překrývání a maskování důležitých signálů (zvonek, telefon, alarm). Nejvíce citlivou skupinou jsou staří lidé, osoby se sluchovou ztrátou a malé děti zejména v období osvojování řeči. Nepříznivé ovlivnění spánku se prokazatelně

projevuje obtížemi při usínání, probouzením, změnami délky a hloubky spánku (zkrácení fáze REM, která má význam pro ukládání vzpomínek, a při non-REM fázi, která má význam pro odstranění fyzické únavy, nejsou dosahovány tak hluboké stupně, resp. trvají kratší dobu) (1). Účinky hluku mohou být přechodné v podobě zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, arytmií, vasokonstrikce, změn dýchání nebo trvalé ve formě hypertenze a ischemické choroby srdeční (viz příloha 21.7). Narušený spánek se může projevovat rozmrzelostí, zhoršenou náladou, snížením výkonu, bolestmi hlavy nebo zvýšenou únavností. K narušení spánku vede ustálený i proměnný hluk. Citliví jsou opět staří lidé, lidí pracujících na směny, lidé s funkčními a mentálními poruchami, osoby s potížemi se spaním (8).

Ovlivnění kardiovaskulárního systému a psychofyzilogické účinky hluku byly prokázány v řadě epidemiologických studií a laboratorních pokusů. Bylo prokázáno, že na území, postiženém vyššími hladinami hluku, je vyšší celková nemocnost a počet osob léčených na hypertenzi. Korelace je těsnější s vysokými nočními hladinami a s průběhem denní expozice (tj. nedostatkem ticha) (8).

Vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví nebyl přímo prokázán, ale předpokládá se podíl hluku na zhoršení symptomů nebo urychlení rozvoje latentních duševních poruch. Souvislost mezi hlukovou expozicí a účinky na duševní zdraví byla prokázána ve formě zvýšené spotřeby léků, výskytu některých psychiatrických symptomů a hospitalizací.

Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem, sledované převážně v laboratorních podmínkách, se projevuje v oblasti tvůrčí duševní práce a při plnění úkolů s nároky na paměť, soustředěnou a trvalou pozornost s komplikovanými analýzami. V reálných podmínkách bylo v závislosti na hluku prokázáno v okolí velkých letišť zhoršené osvojování čtení u dětí školního věku (8).

Nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž je pocit obtěžování hlukem, kdy se projevuje složka emoční i poznávací. Hluk vyvolává řadu negativních emočních stavů, mezi něž patří pocity rozmrzelosti, nespokojenosti a špatné nálady, deprese, stavy úzkosti, pocity beznaděje nebo vyčerpání. Míra nepříznivého ovlivnění psychiky (vyšší nervové činnosti) není závislá na kvantitě zvuku, ale výhradně na významovém obsahu. Některé poměrně velmi intenzivní zvuky, např. šumění lesa nebo zurčení potůčku, téměř nikdy nikoho neruší a neurotické obtíže nezpůsobují. Jiné, daleko slabší zvuky, např. kapání vody z vodovodního kohoutku, tikání hodin, slabé hučení ventilátoru, mohou mnohé osoby velmi výrazně obtěžovat až neerotizovat. Na takovéto rušivé působení hluku zpravidla nevzniká návyk, nepříznivé ovlivnění psychiky se spíše stupňuje (1). U každého člověka existuje určitý stupeň tolerance k rušivému účinku hluku. V normální populaci se vyskytuje 10 – 20 % osob velmi tolerantních, stejné procento osob vysoce senzitivních a u zbylých 60 – 80 % populace platí závislost míry obtěžování na velikosti hlukové zátěže (8).

10 Poruchy sluchu způsobené hlukem

Jedná se o nevratné sluchové poškození percepčního typu způsobené chronickým působením nadměrného hluku nebo o kombinovanou převodní a percepční lézi způsobenou tzv. akutním akustickým traumatem (1).

10.1 Porucha sluchu způsobená hlukem při dlouhodobé expozici

Při dlouhodobé expozici nadměrnému hluku dochází k postupné degeneraci a zániku vláskových buněk Cortiho ústrojí vnitřního ucha. Ztráta sluchu je z audiologického hlediska percepčního, kochleárního typu

s pozitivním recruitment fenoménem. Přesný mechanismus poškození vláskových buněk není zcela objasněn. Nejprve se projevuje jako sluchová únava, což je reverzibilní ztráta sluchu. Nejvýraznější poškození je u vláskových buněk, které registrují zvuky blízké frekvenci 4000 Hz (bez ohledu na to, zda je osoba exponována nízkofrekvenčním nebo vysokofrekvenčním hlukům). V pokročilejších stádiích poruchy bývají postiženy i vláskové buňky, které se podílejí na vnímání zvuků o jiných frekvencích. Platí, že čím je frekvence bližší 4000 Hz, tím více je její vnímání postiženo. Zaniklé vláskové buňky se nemohou obnovit, takže tato porucha sluchu je trvalá, nevyléčitelná. Sluchová ztráta navozená hlukem bývá stranově symetrická (při rozvoji tohoto typu sluchové poruchy se zřejmě nemalou měrou uplatňuje i kostní vedení sluchu) (1).

Při lehčím stupni poruchy sluchu způsobené dlouhodobým nadměrným působením nadměrného hluku si ji pacienti téměř neuvědomují, neboť jim při komunikaci řečí nečiní prakticky žádné potíže. V pokročilejších stádiích této sluchové poruchy, kdy jsou významně postiženy i frekvence nižší než 4000 Hz, si pacienti začínají svoji nedoslýchavost uvědomovat. Není-li expozice nadměrnému hluku ukončena, sluchová ztráta se zhoršuje, ale prakticky nikdy nevede k úplné hluchotě. Jde-li o pracovníka, který je z nadměrně hlučného prostředí vyřazen, ztráta sluchu se již dále nezhoršuje (zhoršovat se může ale z jiných příčin) (1).

Postižení sluchu mohou být provázena hučením neb pískáním v uších (tinnitus), jehož zdrojem jsou zřejmě degenerativně změněné vláskové buňky. Tinnitus někdy obtěžuje pacienta víc než vlastní nedoslýchavost. Za normálních podmínek mizí tinnitus několik hodin po ukončení expozice (diskotéky, hudební festivaly). Jestliže se však expozice opakuje dříve, než je sluch plně obnoven, délka zvonění v uších se prodlužuje a může se stát dlouhodobým problémem po celý život. Ochrana před nadměrným hlukem začíná u hranice 85 dB, hladina intenzity se však na diskotékách pohybuje i na úrovni 120 dB.

Poškození sluchu navozené dlouhodobým působením nadměrného hluku nelze léčbou příznivě ovlivnit ani použitím kompenzačních pomůcek - sluchadel (vzhledem k pozitivnímu recruitment fenoménu).

10.2 Porucha sluchu způsobená akutním akustickým traumatem

K akutnímu akustickému traumatu může dojít při velmi intenzivním impulsním hluku (třesk, výstřel). Dochází k poškození vláskových buněk a středoušní (převodní) části sluchového ústrojí. Porucha tohoto typu bývá většinou přechodná, neboť překrvení a otok v oblasti bubínku a středouší v průběhu času odeznívají a vláskové buňky při jednorázové expozici nadměrnému hluku nezanikají, nýbrž jsou jen přechodně degenerativně změněné. Akutní akustické trauma se klinicky projevuje pocitem zahlušení, který většinou v průběhu hodin až dnů odeznívá.

Velmi intenzivní hluk může způsobovat i mechanická poranění (ušního bubínku, plic, jater a dalších struktur).

Při akutním akustickém traumatu lze navrácení do původního stavu sluchu urychlit podáním vazodilatačních léků (1).

11 Hluk z dopravy

Podle směrnice WHO „Hluk v životním prostředí“ z roku 2002 se uvádí, že v zemích Evropské unie (EU) je kolem 40 % populace vystaveno denním hladinám hluku ze silniční dopravy přesahujících 55 dB (A) a 20 % obyvatel hladinám vyšším než 65 dB (A). V noční době je více než 30 % obyvatel vystaveno ekvivalentním hladinám dopravního hluku vyšším než 55 dB(A), a tím je prokazatelně rušen jejich spánek. Vzhledem i k ostatním druhům dopravy se odhaduje, že více než polovina všech občanů EU žije

v místech, která nezajišťují bezpečnou ochranu před hlukem (2).

Roční ekonomické odhady škod působených hlukem se pohybují v desítkách miliard € z důvodu snížení cen nemovitostí, nákladů na lékařskou péči, snížením možnosti využití území a ztrátou produkce za neodpracovanou pracovní dobu.

Od roku 1994 je realizován Subsystem III - *Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku* v rámci „Systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí“, ve kterém je sledován vztah mezi hlučností a výskytem ukazatelů zdravotního stavu u obyvatel ČR. Subsystem zahrnuje pravidelné fyzikální měření úrovně hluku a periodické dotazníkové šetření ve 19 městech, v každém městě ve 2 základních lokalitách - jedna odpovídá hlučné a druhá tiché části města. Hodnocen je vývoj hlučnosti lokalit a vztah mezi sledovanou mírou hlučnosti a výskytem vybraných ukazatelů vlivu hluku na zdraví (obtěžování hlukem, poruchy usínání a spánku, tzv. civilizační onemocnění). Pomocí speciálního programu je na základě měření v základních a přidružených lokalitách získáván odhad relativního rizika poškození zdraví hlukem. Z Odborné zprávy za rok 2007 vyplývá mimo jiné, že obtěžování hlukem pociťovalo 48 % respondentů, 37 % respondentů udávalo rušení spánku hlukem (probouzení se v průběhu spánku, poruchy usínání, užívání léků na spaní). Jako nejčastější příčinou hluku byla udávána doprava osobními automobily. Hluk dále brání v soustředění, narušuje komunikaci s lidmi (14).

12 Právní předpisy v oblasti ochrany před hlukem

Ochrana před nepříznivým působením hluku a vibrací je obecně upravena *zákonem č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*, v platném znění (dále jen „zákon o ochraně veřejného zdraví“), Díl 6 - Ochrana před hlukem, vibracemi a

neionizujícím zářením – Hluk a vibrace, kde je uvedeno následující:

§ 30

(1) Osoba, která používá, popřípadě provozuje stroje a zařízení, které jsou zdrojem hluku nebo vibrací, provozovatel letiště, vlastník, popřípadě správce pozemní komunikace, vlastník dráhy a provozovatel dalších objektů, jejichž provozem vzniká hluk (dále jen "zdroje hluku nebo vibrací"), jsou povinni technickými, organizačními a dalšími opatřeními v rozsahu stanoveném tímto zákonem 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.

(2) Hlukem se rozumí zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis. Vibracemi se rozumí vibrace přenášené pevnými tělesy na lidské tělo, které mohou být škodlivé pro zdraví a jejichž hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis.

(3) Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, sportu, léčení a výuce, s výjimkou prostor určených pro zemědělské účely, lesů a venkovních pracovišť. Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do 2 m okolo bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb. Chráněným vnitřním prostorem staveb se rozumí obytné a pobytové místnosti, s výjimkou místností ve stavbách pro individuální rekreaci a ve stavbách pro výrobu a skladování. Rekreace pro účely podle věty první zahrnuje i užívání pozemku na základě vlastnického, nájemního nebo podnájemního práva souvisejícího s vlastnictvím bytového nebo rodinného domu, nájmem nebo podnájemem bytu v nich.

§ 31

(1) Pokud při používání, popřípadě provozu zdroje hluku nebo vibrací, s výjimkou letišť, nelze z vážných důvodů hygienické limity dodržet, může osoba zdroj hluku nebo vibrací provozovat jen na základě povolení vydaného na návrh této osoby příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Orgán ochrany veřejného zdraví časově omezené povolení vydá, jestliže osoba prokáže, že hluk nebo vibrace budou omezeny na rozumně dosažitelnou míru. Rozumně dosažitelnou mírou se rozumí poměr mezi náklady na protihluková nebo antivibrační opatření a jejich přínosem ke snížení hlukové nebo vibrační zátěže fyzických osob stanovený i s ohledem na počet fyzických osob exponovaných nadlimitnímu hluku nebo vibracím.

(2) Při překročení hygienických limitů hluku z provozu na veřejných mezinárodních letištích zajišťujících ročně více než 50 000 startů nebo přistání a vojenských letištích je provozovatel letiště povinen navrhnout ochranné hlukové pásmo. Ochranné hlukové pásmo zřídí rozhodnutím správní úřad příslušný podle zvláštního právního předpisu.

(3) U bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu, staveb pro zdravotní a sociální účely a funkčně obdobných staveb umístěných v ochranném hlukovém pásmu je provozovatel letiště na základě odborného posudku vypracovaného na jeho náklad povinen postupně provést nebo zajistit provedení protihlukových opatření v takovém rozsahu, aby byly alespoň uvnitř staveb hygienické limity hluku dodrženy. U staveb uvedených ve větě první, ve kterých 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.

§ 32

Hluk z provozoven služeb a hluk z veřejné produkce hudby (například koncert, taneční zábava, artistická produkce s hudbou) nesmí překročit hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem. Splnění této povinnosti zajistí osoba provozující službu a, jde-li o veřejnou produkci hudby, pořadatel, a nelze-li pořadatele zjistit, pak osoba, která k tomuto účelu stavbu, jiné zařízení nebo pozemek poskytla.

§ 34

(1) Prováděcí právní předpis upraví hygienické limity hluku a vibrací pro denní a noční dobu, způsob jejich měření a hodnocení.

(2) Noční dobou se pro účely kontroly dodržení povinností v ochraně před hlukem a vibracemi rozumí doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou (15).

12.1 Hluk v pracovním prostředí

K provedení § 30, 32 a 34 odst. 1 zákona o ochraně veřejného zdraví vydala dne 15. března 2006 vláda České republiky *Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací* (prováděcí právní předpis, dále jen „nařízení vlády č. 148/2006 Sb.“), kde v části druhé - Hluk na pracovišti - je mimo jiné stanoven hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (přípustný expoziční limit) vyjádřený buď ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$, která se rovná 85 dB, nebo expozicí zvuku $A E_{A,8h}$, která se rovná $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$, a dále minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců (§ 8), ze kterého vyplývají následující skutečnosti:

Riziko expozice hluku vůči zaměstnancům musí být vylučováno nebo alespoň omezováno na minimum v souladu s dostupností protihlukových technických opatření. Při hodnocení rizika hluku zaměstnavatel přihlíží zejména k úrovni, typu a době trvání expozice, přípustným expozičním limitům a hygienickým limitům hluku, účinkům hluku na zdraví

a k bezpečnosti zaměstnanců, nepřímým účinkům vyplývajícím z interakcí hluku a jiných zvuků, které je nutno sledovat v rámci snížení rizika úrazů, informacím o hlukových emisích stroje, náradí nebo jiného zařízení, existenci alternativních pracovních zařízení navržených ke snížení hlukové emise, dostupnosti chráničů sluchu s náležitými útlumovými vlastnostmi. Ke snižování rizika hluku u zdroje musí směřovat také uspořádání pracoviště, umístění výrobních prostředků a zařízení, volba pracovního náradí, pracovní postupy a metody práce. Zaměstnanci, kteří vykonávají práci spojenou s expozicí nadlimitnímu hluku, musí být také pravidelně proškoleni (11).

Pokud se vyhodnocením změřených hodnot prokáže, že přes uplatněná opatření k odstranění nebo minimalizaci hluku jsou ekvivalentní hladiny hluku A (80 dB) nebo průměrná hodnota špičkového akustického tlaku C (112 Pa) překračovány, musí zaměstnavatel poskytnout zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky k ochraně sluchu účinné v oblasti kmitočtů daného hluku. Při překročení přípustného expozičního limitu 85 dB, resp. 200 Pa, musí zaměstnavatel zajistit, aby osobní ochranné pracovní pomůcky zaměstnanci používali (11) .

12.2 Hluk v mimopracovním prostředí

Část třetí nařízení vlády č. 148/2006 Sb., je věnována hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb, v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru (tzn. mimopracovní prostředí).

§ 10 nařízení vlády č. 148/2006 Sb., - *Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb* – stanoví mimo jiné hygienické limity hluku vyjádřené ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ a hladinou maximálního akustického tlaku A L_{Amax} . Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin a v noční době pro nejhluchnější

jednu hodinu. Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanoví pro celou denní dobu (16 h) a celou noční dobu (8 h).

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}} = 40$ dB a korekcí přihlížejících k druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení (příloha 21.8). Jde-li o hluk s tónovými složkami (hudba, zpěv) nebo má-li výrazně informační charakter (řeč), přičte se další korekce -5 dB. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu, případně ve dvou bezprostředně sousedících třetinooktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedících třetinooktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz až 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetinooktávovém pásmu vyšší než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo.

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro zvuk elektronicky zesilované hudby se v prostoru pro posluchače stanoví pro dobu $T = 4$ hodiny hodnotou $L_{Aeq,T} = 100$ dB.

§ 11 - *Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru* mimo jiné stanoví, že hodnoty hluku se v denní době vyjadřují pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,8h}}$ a v noční době pro nejhlučnější jednu hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Hygienický limit v ekvivalentní hladině A , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}} = 50$ dB a korekcí přihlížejících k druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k tomuto

nařízení (příloha 21.9). Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce - 12 dB. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter (řeč), přičte se další korekce -5 dB.

12.3 Požadavky na bezpečnost, které mají splňovat evropské normy pro osobní hudební přehrávače

Vzhledem ke stoupajícímu počtu mladých lidí, u kterých se předčasně objevují potíže se sluchem dávaných do souvislosti s poslechem hlasité hudby na diskotékách, koncertech a zejména sluchátek hudebních přehrávačů, bylo dne 23. června 2009 vydáno Rozhodnutí komise Evropských společenství o požadavcích na bezpečnost, které mají splňovat evropské normy pro osobní hudební přehrávače podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/95/ES (2009/490/ES).

Vědecký výbor pro vznikající a nově zjištěná zdravotní rizika (VNVNZZR) posoudil případná zdravotní rizika, která představují osobní hudební přehrávače a mobilní telefony s funkcí přehrávání hudby, vzhledem k jejich širokému používání a rostoucímu počtu osob, které jsou nepřetržitě vystaveny úrovni hlasitosti zvuku překračující maximální hodnoty na pracovišti (80 dB). VNVNZZR dospěl k závěru, že uživatelé se vystavují riziku problémů spojených se sluchem i jiným zdravotním problémům. Uživatelé se vystavují zejména riziku trvalé ztráty sluchu, pokud používají osobní přehrávač hudby po dobu více než 40 hodin týdně s nastavením vysoké hlasitosti (překračující 89 dB(A)) po dobu alespoň pěti let. Tento způsob používání přehrávačů hudby se stal poměrně běžným zejména mezi dětmi a mladistvými.

Požadavek na bezpečnost osobních hudebních přehrávačů byl stanoven takto:

Osobní hudební přehrávače musí být navrženy a vyrobeny tak, aby bylo zajištěno, že za rozumně předvídatelných podmínek použití budou bezpečné a nezpůsobí poškození sluchu.

Vystavení se zvuku musí být časově omezeno, aby se zabránilo poškození sluchu. V případě 80 dB(A) musí být doba vystavení se zvuku omezena na 40 hodin za týden a v případě 89 dB(A) musí být doba vystavení se zvuku omezena na 5 hodin za týden. V případě jiných úrovní vystavení se zvuku se uplatní lineární intrapolace a extrapolace. Musí být přihlédnuto k dynamickému rozsahu zvuku a rozumně předvídatelnému používání výrobků.

Osobní přehrávače hudby musí obsahovat odpovídající varování před riziky, která představuje používání přístroje, a doporučení, jak se těmto rizikům vyhnout, a informace pro uživatele v případě, kdy vystavení se zvuku představuje riziko poškození sluchu (9).

13 Měření a hodnocení hluku

Pro sjednocení postupu orgánů ochrany veřejného zdraví byl Ministerstvem zdravotnictví – Hlavním hygienikem České republiky vydán Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací č.j. HEM-300-26.4.01-16344 a Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí č.j. HEM-300-11.12.01-34065.

Vlastní metody měření a hodnocení hluku a vibrací jsou ve smyslu ust. § 19 nařízení vlády č. 148/2006 Sb., obsaženy v českých technických normách ČSN ISO 1999 – „Akustika – Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku“, ČSN ISO 9612 – „Akustika – Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí“ a ČSN 7196 – „Akustika – Frekvenční váhová funkce pro měření infrazvuku“.

Požadavky na zvukoměry, které podle zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, v platném znění, spadají do skupiny tzv. stanovených měřidel podléhajících typové zkoušce a pravidelnému ověření jednou za dva roky, jsou upraveny českými technickými normami ČSN IEC 651 –

„Zvukoměry“, ČSN EN 60804 – „Elektroakustika“ a ČSN EN 61672 -1, -2, -3 - „Elektroakustika – Zvukoměry“ (1).

K měření hluku se používají zvukoměry. Při kmitočtové analýze hluku se používají pásmové filtry. Nejistota měření zohledňuje nejistotu danou měřicími přístroji a použitým postupem měření.

Pro každý typ hluku jsou stanoveny tři měřicí metody, které se liší přesností a nároky na měření (podrobná měření v 1. třídě se provádějí s celkovou nejistotou do 1,6 dB včetně, ve 2. třídě s nejistotou od 1,6 dB do 3,0 dB včetně a přehledová měření ve 3. třídě s nejistotou od 3,0 dB do 8 dB včetně) (5).

Při posuzování hluku na pracovištích se rozlišují měření:

- měření hluku na pracovním místě (pracovník pobývá déle než 300 minut na jednom pracovním místě a zbývající expozice hluku není významná),
- hluk v pracovním prostoru (rozmístění většího množství obdobných zdrojů hluku v prostoru a změnách pracovních míst jednotlivých pracovníků),
- měření hlukové zátěže jednotlivce (pracovník mění často pracovní místa s různou hlučností – použití osobních hlukových expozimetrů) (5).

Biologické hodnocení škodlivosti hluku se provádí v případě obtížně hodnotitelné hlukové zátěže, u hluků přerušovaných a impulsních, při působení dalšího škodlivého fyzikálního faktoru. Základem pro biologické hodnocení sluchových změn jsou audiogramy osob vystavených působení sledovaného hluku, z nichž 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 (5).

14 Prevence proti působení nadměrného hluku

14.1 Technická preventivní opatření

Základem prevence proti působení nadměrného hluku je vyloučení nebo podstatné omezení emise hluku přímo na zdroji (stroje, nářadí s nižší deklarovanou hodnotou hluku, originální protihlukové kryty), dále izolace zvuku nebo cílené omezení cest šíření hluku (pružné položení strojů, krytování agregátů, protihlukové zástěny), zlepšení akustických vlastností výrobních hal a pracovních prostor v budovách (akustické obklady stěn a stropů). Součástí prevence proti hluku jsou rovněž organizační a technologická opatření (střídání pracovníků na hlučných strojích, stanovení povinných přestávek, stanovení přípustného počtu pracovních směn, změna technologie výroby).

Neméně důležitým prvkem cílené prevence je použití osobních ochranných pracovních prostředků proti hluku (použití chráničů sluchu vždy, když hladina akustického tlaku A překračuje 85 dB – protihlukové ušní zátky, mušlové chrániče sluchu, protihlukové přilby – při hladinách nad 100 dB). U každého chrániče má výrobce uvádět jeho charakteristiku (tj. o kolik decibelů se sníží při jeho používání expozice zvukům o různých frekvencích) v podobě tabulky, sloupcového grafu nebo křivky (1).

14.2 Zdravotnická preventivní opatření

Zdravotnická prevence spočívá v provádění preventivních lékařských prohlídek včetně audiologického vyšetření. Pracovní metodou audiologie je audiometrie, jejímž výstupem je audiogram. Vstupní prohlídky mají zamezit, aby na nadměrně hlučná pracoviště byly zařazovány osoby se sluchovými poruchami (všechny druhy nedoslýchavosti, dědičná degenerativní porucha sluchu v rodinné anamnéze, perforace bubínku, otoskleróza, neurotizující ušní šelesty, těžké neurózy aj.). Periodické prohlídky by měly včas vyřadit osoby s počínající sluchovou ztrátou

z hlučných provozů. Výstupní prohlídky mají zjistit stupeň sluchové ztráty v době, kdy pracovník přestává vykonávat práci na hlučném pracovišti (význam zejména forezní). Relativně rychlý rozvoj sluchových ztrát při hlukové expozici je popisován např. u diabetiků, osob podvyživených, kuřáků cigaret, narkomanů, intoxikovaných osob.

15 Hluk a kategorizace prací

Na pracovištích, kde ekvivalentní hladina hluku v osmihodinové pracovní době převyšuje hodnotu 85 dB (A), tedy práce rizikové, zařazené do kategorie třetí nebo čtvrté podle *vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli*, v platném znění, pracuje v České republice cca 150 000 pracovníků (počet evidovaných zaměstnanců zařazených do rizikových kategorií prací – faktor hluk – k 31.12.2003: kategorie 2R – 16 082, 3 – 148 599, 4 – 1 337 zaměstnanců). Jedná se převážně o kovoprůmysl (broušení, pilování, soustružení, frézování) a hornictví, dále ve stavebnictví, lesním hospodářství (motorové pily), textilním průmyslu (13), (1).

15.1 Zařazení prací do kategorií z hlediska zátěže hlukem

- *Kategorie první* – práce vykonávané za podmínek, při nichž nejsou překročeny hodnoty pro zařazení do kategorie druhé ($L_{Aeq,8h} < 75$ dB).
- *Kategorie druhá* – práce, při nichž jsou osoby exponovány hlukem, který sestává během pracovní doby z dílčích expozic hluku, jejichž ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$ nepřekračuje

nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu (85 dB), u impulsního hluku průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 130 dB, ale nepřekračuje 140 dB.

- *Kategorie třetí* – práce, při nichž jsou osoby exponovány hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,8h}$ překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu (85 dB) o méně než 20 dB nebo impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 140 dB, ale nepřekračuje 150 dB.
- *Kategorie čtvrtá* - práce, při nichž jsou osoby exponovány hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,8h}$ překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu (85 dB) o více než 20 dB, průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 150 dB. Do čtvrté kategorie se zařadí bez ohledu na výsledky měření hluku též jakékoliv hlučné práce, při kterých je u skupiny osob vykonávajících tyto práce zjištěn zařízením zajišťujícím závodní preventivní péči biologickým hodnocením škodlivosti hluku průměrný přírůstek ztrát sluchu o více než 1 dB za rok (5).

Dle zařazení práce do kategorie jsou stanoveny i lhůty periodických preventivních prohlídek.

16 Nemoc z povolání - Porucha sluchu způsobená hlukem

Dle *nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání*, v platném znění, lze jako nemoc z povolání uznat poruchu sluchu způsobenou hlukem, která u osob mladších 30 let vede k celkové

ztrátě sluchu alespoň 40 % dle Fowlera, u osob starších 50 let k celkové ztrátě sluchu alespoň 50 % dle Fowlera. U osob mezi 30 až 50 lety se použije vztah pro hodnotu X % dle Fowlera: $X = 40 + (\text{věk}-30)/2$. Fowlerovo hodnocení celkové sluchové ztráty zohledňuje sluchové ztráty zjištěné při subjektivní prahové tónové audiometrii, vyjádřené v dB na frekvencích 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz a 4000 Hz (příloha 21.10). Má vyjadřovat, do jaké míry je s ohledem na poruchu sluchu ztížena komunikace pacienta řečí (v zahraničí se však již nepoužívá) (10), (1).

Nemoc z povolání je podle zákoníku práce, zákona o důchodovém pojištění a zejména nařízení vlády č. 290/1995 Sb., kterým se stanoví seznam nemocí z povolání, nemoc vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů a nebo akutní otravy vznikající nepříznivým působením chemických látek, pokud vznikly za podmínek v tomto seznamu uvedených.

To znamená, že nemoc, která v seznamu nemocí z povolání uvedena není, nemůže být za nemoc z povolání uznána (6).

Při posuzování nemoci z povolání je důležitá i ta skutečnost, že jen málokterá porucha sluchu je způsobena pouze nadměrným hlukem. Velmi často se zde uplatňují i jiné příčiny, jako např. presbyakuzie, otoskleróza, následky infekcí nebo intoxikací a převodní poruchy různého typu a původu.

Jako nemoc z povolání je u nás porucha sluchu způsobená hlukem hlášena především u mužů středního a vyššího věku. S ohledem na počet exponovaných pracovníků je počet ohlášených nemocí z povolání poměrně malý (řádově desítky ročně), což odpovídá relativně dobré preventivní péči, ale i poměrně přísným kritériím stanovených pro uznání nemoci z povolání (1).

17 Závěr

Hluk patří k nejrozšířenějším škodlivinám našeho pracovního i životního prostředí. Na rozdíl od jiných faktorů životního prostředí hlukové imisní znečištění vzrůstá. Je ale důležité si uvědomit, že pouze lidská činnost způsobuje hluk, který má negativní vliv na zdraví. Proto je někdy hluk tolerován jako průvodní jev moderní civilizace. Na straně jedné lze v některých případech snížení hlučnosti docílit technickými prostředky (snižování hlučnosti zdrojů hluku, protihlukové stěny, izolace aj.), ale na straně druhé se lidé nadměrnému hluku vystavují i dobrovolně (poslechem hlasité hudby na diskotékách, koncertech, ve sluchátkách hudebních přehrávačů, záliby a sporty spojené s nadměrným hlukem, aj.).

Je tedy zapotřebí vyzdvihovat hodnotu ticha, jeho vzácnost a jeho blahodárný účinek na člověka. Je tedy pouze jen na člověku, nakolik se dokáže vzdát těch činností, které ho zatěžují nadměrným hlukem, na úkor vlastních zájmů a pohodlí...

Osobně se však domnívám, že i dodržování a kontrolování předpisů vydaných v souvislosti s omezením používání osobních přehrávačů hudby a jiných aktivit, a to zejména u dětí a mladistvých, není v současnosti reálné. Tak jako v jiných oblastech ochrany zdraví je i v oblasti onemocnění způsobených hlukem třeba důrazně upozorňovat na rizika plynoucí z expozice nadměrnému hluku, včetně expozice „dobrovolné“.

18 Souhrn

V současnosti patří hluk mezi nejrozšířenější škodliviny v pracovním a životním prostředí. Za prokázané nepříznivé účinky hluku je považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární a imunitní systém, metabolismus, spánek, psychickou výkonnost a pohodu. Ochrana před nepříznivým působením hluku je zakotvena v našem právním řádu i v předpisech Evropské unie. Prevence proti působení nadměrného hluku spočívá v realizaci technických i zdravotnických preventivních opatření, ale i v omezení úmyslného působení hluku u každého jedince (diskotéky, koncerty, poslech hlasité hudby do sluchátek přehrávačů).

Summary

At the present time it is the noise that belongs among the most extended ill effects in working and living environment. It is proven that the noise has negative effects on hearing, cardio-vascular and immune system, metabolism, sleep, mental performance and contentment. The European Union and our rule of law lay down the rule to protect a man from harmful effects. The noise prevention consists in implementing technical and health measures but also in reducing noise impact on every person (diminish discotheques, concerts, listening of a loud music in headphones).

19 Seznam použité literatury

- [1] Brhel, P., Manoušková, M. Hrnčíř, E. *Pracovní lékařství – Základy primární pracovnělékařské péče*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005, 338 s, ISBN 80-7013-414-3.
- [2] Kolektiv. *Manuál prevence v lékařské praxi, souborné vydání*. Praha: Univerzita Karlova – 3. lékařská fakulta, 2003, 2004, 736 s, ISBN 80-7168-942-4.
- [3] Lejska, M. a kolektiv autorů. *Základy praktické audiologie a audiometrie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994, 171 s, ISBN 80-7013-178-0.
- [4] Rosina, J., Kolářová, H., Stanek, J. *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*, Praha: Grada Publishing, a.s., 2006, 232 s, ISBN 80-247-1383-7.
- [5] Tuček, M., Cikrt, M., Pelcová, D. *Pracovní lékařství pro praxi*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005, 328 s, ISBN 80-247-0927-9.

20 Další informační zdroje na internetu

- [6] BRHEL, P. *Nemoci z povolání – rady pacientům* [online]. Brno: Fakultní nemocnice u sv. Anny, Klinika nemocí z povolání, 1.11. 2007 [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: <http://www.fnusa.cz/klinika2.php?kli=7&cl=31#coje>
- [7] ČERTEKOVÁ, V. *Typy sluchových vad* [online]. 5.8.2009 [cit. 2009-08-10]. Dostupné z: <http://www.kochlear.cz/index.php?text=66-typy-sluchovych-vad>
- [8] LIBERKO, M. *Hluk v prostředí, problematika a řešení* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004 [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: [http://www.env.cz/AIS/web-ub.nsf/\\$pid/MZPFHF42OOL5/\\$FILE/hluk.pdf](http://www.env.cz/AIS/web-ub.nsf/$pid/MZPFHF42OOL5/$FILE/hluk.pdf)
- [9] ÚŘEDNÍ VĚSTNÍK EVROPSKÉ KOMISE. *Rozhodnutí Komise ze dne 23. června 2009 o požadavcích na bezpečnost, které mají splňovat evropské normy pro osobní hudební přehrávače podle směrnice*

Evropského parlamentu a Rady 2001/95/ES [online]. 24.6.2009 [cit. 2009-08-10]. Dostupné z:

<http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:161:0038:0039:CS:PDF>

[10] *Nařízení vlády, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání č. 290/1995 Sb.*, [online]. [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1995/sb76-95.pdf>

[11] *Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací č. 148/2006 Sb.*, [online]. [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2006/sb051-06.pdf>

[12] *Svět sluchového postižení: Rozdělení sluchového postižení aneb škatulkování* [online]. 13.12.2008 [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: <http://www.zirafoviny.cz/modules/news/article.php?storyid=52>

[13] *Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli č. 432/2003 Sb.*, [online]. [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2003/sb142-03.pdf>

[14] *Výsledky Systému monitorování zdraví a životního prostředí* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 1.7.2008 [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/souhrnna_zprava/Szu_08cz.pdf

[15] *Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů č. 258/2000 Sb., úplné znění* [online]. [cit. 2009-06-10]. Dostupné z: <http://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-c-258-2000-sb-o-ochrane-verejneho-zdravi/plne-zneni/>

21 Přílohy

Seznam příloh

- 21.1 Hladina různých zvuků
- 21.2 Sluchový orgán
- 21.3 Audiogram normálního sluchu
- 21.4 Audiogram počínající a pokročilé percepční (senzoryneurální) poruchy sluchu z hluku
- 21.5 Audiogram praktické hluchoty
- 21.6 Formulář audiogramu
- 21.7 Dvojitý mechanismus vzestupu krevního tlaku při působení hluku
- 21.8 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb (příloha č. 2 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.)
- 21.9 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru (příloha č. 3 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.)
- 21.10 Sluchová ztráta v % dle Fowlera

21.1

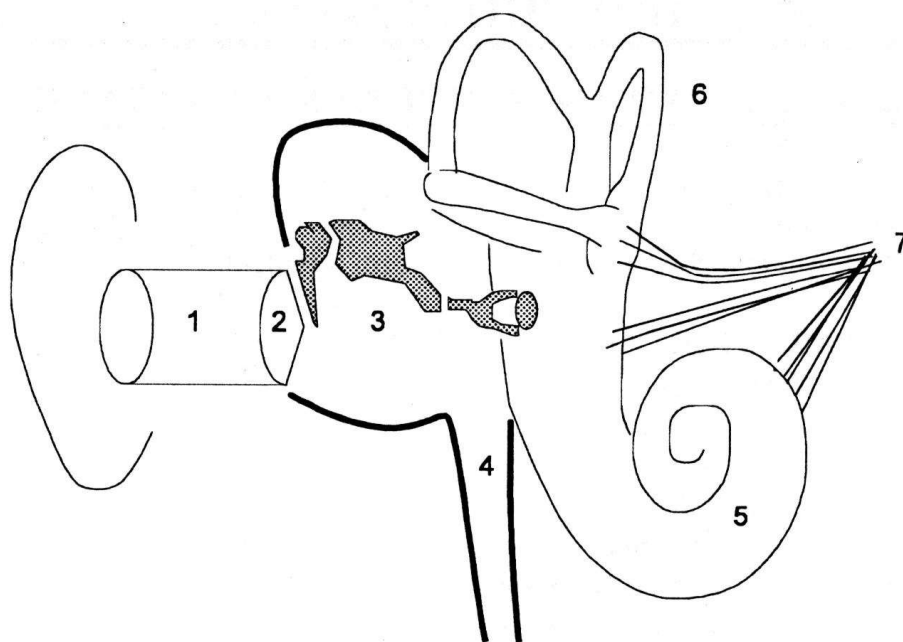
Hladina různých zvuků

<i>Ph</i>	<i>hladina hlasitosti</i>
0	práh slyšení
10	mírný pohyb listí stromů
20	šeptaná řeč, tichá ulice
40	normální hlasitost řeči
50	osobní automobil, normální hlasitost rozhlasového přijímače
70	rušná ulice, křik
90	automobilové signály
110	pneumatické kladivo na kovu
120	hluk letadlového motoru ve vzdálenosti 4 m
130	práh bolesti

Zdroj: Rosina, J., Kolářová, H., Stanek, J. Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů, Praha: Grada Publishing, a.s., 2006, 232 s, ISBN 80-247-1383-7.

21.2

Sluchový orgán



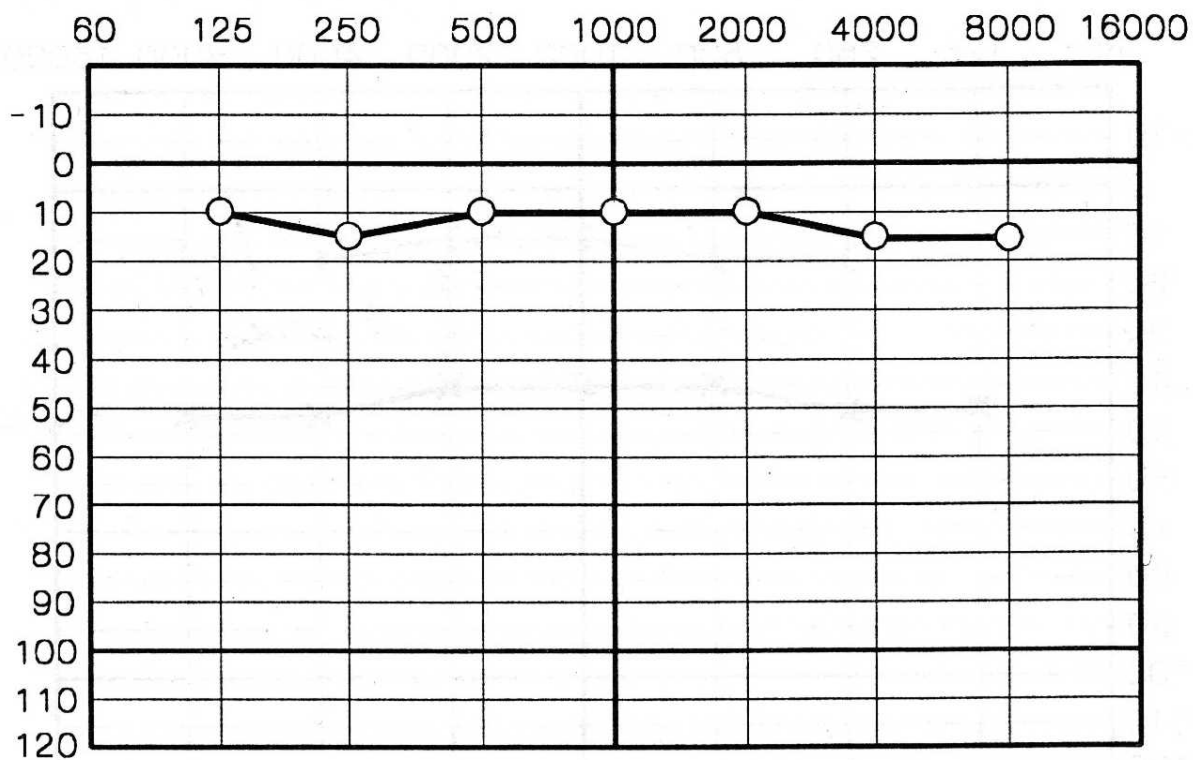
Vysvětlivky:

1 – vnější zvukovod, 2 – bubínek, 3 – středoušní dutina, 4 – Eustachova trubice, 5 – hlemýžď, 6 – polokruhové kanálky, 7 – sluchový nerv

Zdroj: Lejska, M. a kol. Základy praktické audiologie a audiometrie. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994, 171 s, ISBN 80-7013-178-0.

21.3

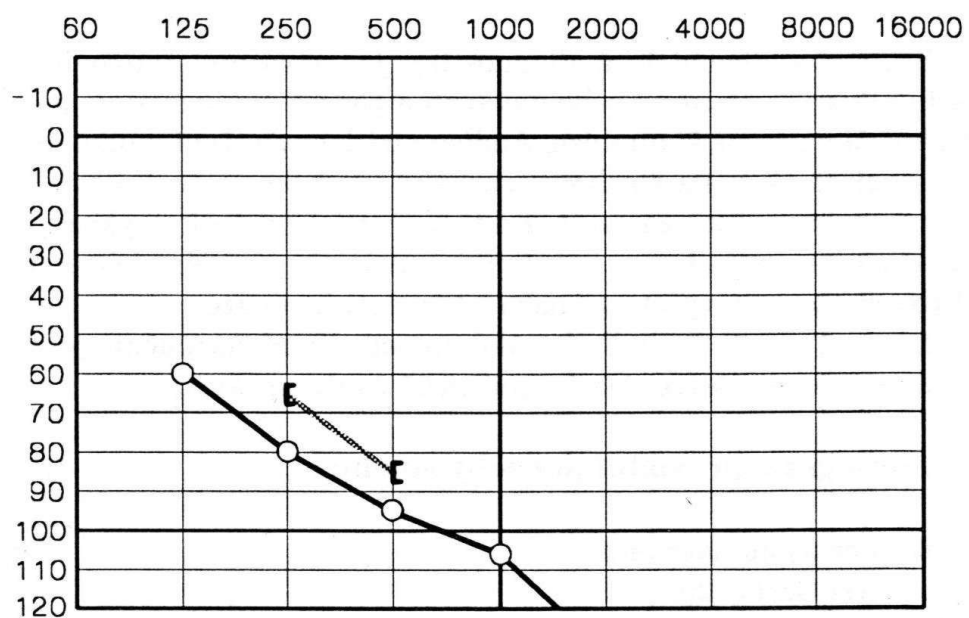
Audiogram normálního sluchu



Zdroj: Lejska, M. a kol. Základy praktické audiologie a audiometrie. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994, 171 s, ISBN 80-7013-178-0.

21.5

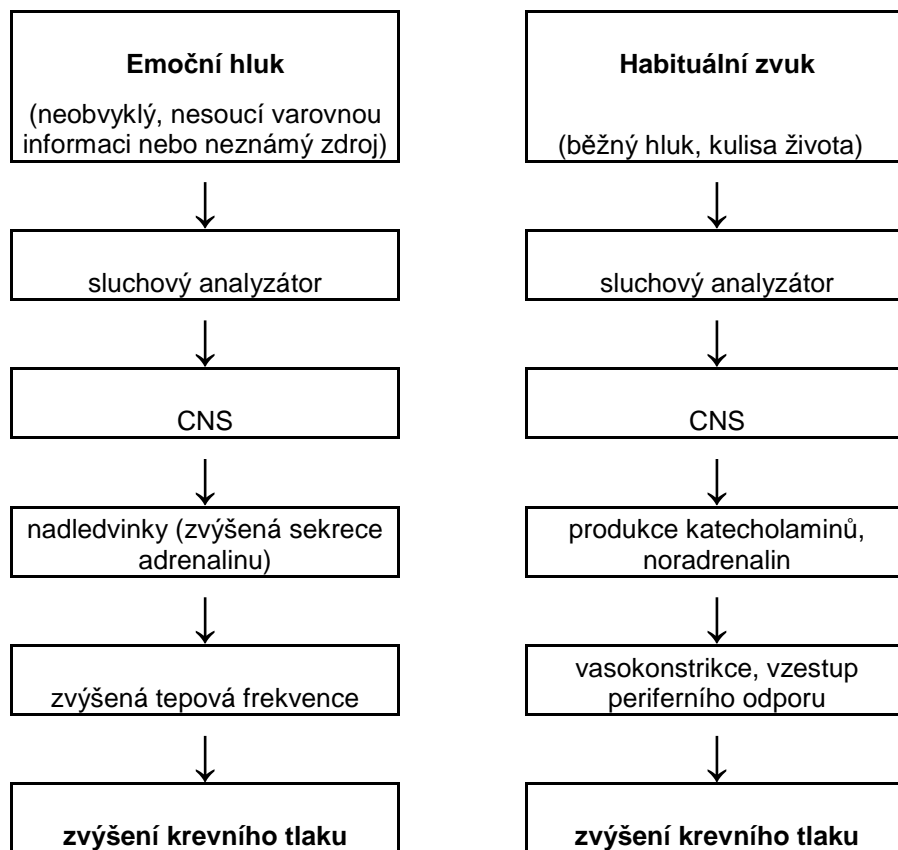
Audiogram praktické hluchoty



Zdroj: Lejska, M. a kol. Základy praktické audiologie a audiometrie. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994, 171 s, ISBN 80-7013-178-0.

21.7

Dvojitý mechanismus vzestupu krevního tlaku při působení hluku



Zdroj: Kolektiv. Manuál prevence v lékařské praxi, souborné vydání. Praha: Univerzita Karlova – 3. lékařská fakulta, 2003, 2004, 736 s, ISBN 80-7168-942-4.

21.8

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb (příloha č. 2 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.)

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce v dB
Nemocniční pokoje	mezi 6.00 a 22.00 h	0
	mezi 22.00 a 6.00 h	-15
Operační sály	po dobu používání	0
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	-5
Obytné místnosti	mezi 6.00 a 22.00 h	0 *
	mezi 22.00 a 6.00 h	-10
Hotelové pokoje	mezi 6.00 a 22.00 h	10
	mezi 22.00 a 6.00 h	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, 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 (tj. 1.června 2006).

21.9

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru (příloha č. 3 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.)

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 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 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 hluku (dle § 30 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb.), s výjimkou letišť, pozemních komunikací, nejde-li o účelové komunikace, a dále s výjimkou drah, nejde-li o železniční stanice zajišťující vlakotvorné práce, zejména rozřaďování 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 drahách v ochranném pásmu dráhy.

- 4) Použije se v případě staré hlukové zátěže z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách, kdy starou hlukovou zátěží se rozumí stav hlučnosti působený dopravou na pozemních komunikacích a dráhách, 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, případě rozšíření vozovky 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 objízdň trasy.

21.10

Sluchová ztráta v % dle Fowlera

ztráta sluchu (dB)	odpovídající frekvence (Hz)			
	500	1000	2000	4000
10	0,2	0,3	0,4	0,1
15	0,5	0,9	1,3	0,3
20	1,1	2,1	2,9	0,9
25	1,8	3,6	4,9	1,7
30	2,6	5,4	7,2	2,7
35	3,7	7,7	9,8	3,8
40	4,9	10,2	12,9	5
45	6,4	13	17,3	6,4
50	7,9	15,7	22,4	8
55	9,6	19	25,7	9,7
60	11,3	21,5	28	11,2
65	12,8	23,5	30,2	12,5
70	13,8	25,5	32,2	13,5
75	14,6	27,2	34	14,2
80	14,8	28,8	35,8	14,6
85	14,9	29,8	37,5	14,8
90	15	29,9	39,2	14,9
95	15	30	40	15

Zdroj: Lejska, M. a kol. Základy praktické audiologie a audiometrie. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994, 171 s, ISBN 80-7013-178-0.