



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE



3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika pracovního a cestovního lékařství

Šárka Barvířová, DiS.

**Problematika hluku z hlediska zdravotních rizik, hlukové studie a
možnosti prevence**

Noise and its health hazards, noise studies and preventive measures

Bakalářská práce

Praha, květen 2010

Autor práce: Šárka Barvířová, DiS.

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

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

Pracoviště vedoucího práce:

Klinika pracovního a cestovního lékařství

Datum a rok obhajoby: 25.6. 2010

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.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému (SIS 3.LF UK) jsou totožné.

V Praze dne 1.4. 2010

Šárka Barvířová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Doc. MUDr. Evženu Hrnčířovi, CSc., MBA, vedoucímu mé bakalářské práce, za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytl a za jeho rychlou komunikaci.

Obsah

OBSAH	5
ÚVOD	7
1. ZVUK A HLUK	8
1.1. Hlavní hlukové zdroje.....	11
1.1.1. Zdroje hluku	11
1.1.1.1. <i>Hluk ze silniční automobilové dopravy</i>	11
1.1.1.2. <i>Hluk z kolejové dopravy</i>	12
1.1.1.3. <i>Letecký hluk</i>	12
1.1.1.4. <i>Hluk vznikající v souvislosti s bydlením</i>	13
1.1.1.5. <i>Hluk kulturních a společenských zařízení</i>	14
1.1.1.6. <i>Hluk sportovních a tělovýchovných zařízení</i>	14
1.1.1.7. <i>Hluk v pracovním prostředí</i>	14
2. ÚČINKY HLUKU NA LIDSKÝ ORGANISMUS	15
2.1. Předpoklady účinku	15
2.2. Vliv hluku na sluch	15
2.2.1. Poruchy sluchu	17
2.3. Vliv hluku na vegetativní funkce a kardiovaskulární systém.....	18
2.4. Vliv hluku na metabolismus a vnitřní sekreci	19
2.5. Vliv hluku na spánek	19
2.6. Vliv hluku na smyslové vnímání, motoriku a výkonnost.....	20
2.7. Vliv hluku na obtěžování populace, rušení činností, rozmrzelost.....	20
2.8. Vliv hluku na zdravotní stav a výskyt nemocí	21
2.9. Vliv hluku ve specifických situacích.....	21
3. PREVENCE A OCHRANA PŘED HLUKEM	22
3.1. Legislativní opatření	23

3.2.	Redukce hluku na pracovišti.....	24
3.3.	Redukce hluku v mimopracovním prostředí	25
3.4.	Osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP)	26
3.5.	Hlukové mapy a hlukové studie	26
4.	MĚŘENÍ HLUKU	27
5.	KATEGORIZACE PRACÍ	28
5.1.	Druhá kategorie	29
5.2.	Třetí kategorie.....	30
5.3.	Čtvrtá kategorie	30
6.	NEMOC Z POVOLÁNÍ	30
6.1.	Porucha sluchu způsobená hlukem.....	30
7.	KAZUISTIKA: STÍŽNOST NA HLUK Z KLUBU PROVOZUJÍCÍ HUDEBNÍ PRODUKCI.....	32
8.	ZÁVĚR	35
9.	SOUHRN.....	36
	SUMMARY.....	37
10.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38
11.	PŘÍLOHY	39

Úvod

Problematika hluku a jeho dopad na zdravotní stav obyvatelstva je v posledních letech často diskutovaným tématem v odborné i laické veřejnosti. Jelikož je hluk pro většinu z nás vnímán negativně a může za určitých podmínek poškodit zdraví jedince, je dobré, že je tato problematika již léta v pozornosti orgánu ochrany veřejného zdraví, magistrátů a jiných dotčených orgánů. Z důvodu nárůstu hlučnosti v nejbližším prostředí lidské populace jsem se v mé práci zabývala dopady na zdraví člověka a primární i sekundární prevencí v této oblasti.

Člověk se pohybuje ve světě plných různých zvuků, které jsou součástí životního a pracovního prostředí. Definice hluku říká, že jakýkoliv zvuk, který má nepříjemný, rušivý a škodlivý účinek bez ohledu na intenzitu je chápán jako hluk. Jednoznačným měřítkem na hluk je fyziologická odpověď člověka a jeho prožitek. Je rozhodující, jak je příjemcem obdržená informace zpracována. Kromě toho je potřeba si uvědomit, že vnímání zvuku je velmi individuální. Na některé může stejný podnět působit negativně a na druhé naopak pozitivně až stimulačně.

Účinky hluku můžeme rozdělit na dvě sféry, jednu, kdy porucha je ve funkci sluchového ústrojí, a druhou, která zahrnuje ostatní účinky. Je vhodné účinky dále rozlišit na specifické a systémové. Specifickými jsou myšleny účinky přímo závislé na vlastnostech nebo změnách a poruchách ve sluchovém analyzátoru. U systémových se uplatňují změny funkce v jiných oddílech centrální nervové soustavy než ve sluchovém orgánu.

Na nadměrný hluk se člověk nemůže adaptovat, proto je nejúčinnějším způsobem ochrany činit potřebná opatření, aby exponované osoby byly vystaveny hluku v co nejmenší možné míře a aby nebyly překračovány nejvyšší přípustné limity. Proto jsem ve své práci uvedla kasuistiku řešení stížnosti na hluk a náležitá opatření v ochraně zdraví obyvatelstva.

1. Zvuk a hluk

Zvuky jsou přirozené projevy přírodních jevů a pro člověka jsou důležitým poplašným signálem, který varuje před nebezpečím. Vnímání zvuku bývá individuální, pro někoho může být zvuk uklidňující, pro druhého naopak dráždivý. Formou hudby lze vyvolat u jedince estetické zážitky, které vyvolávají radost. Vhodně zvolenou hudbou lze udržet déle pozornost a tím zvýšit výkon u monotónních prací. Člověk sluchem přijímá významnou část informací a díky této schopnosti je neustále v pohotovosti. Avšak přemíra zvuků, které pocházejí z různých zdrojů, mohou působit tak intenzivně, že lidské ucho není na takovou zátěž přizpůsobeno. Takové zvuky, které mají nežádoucí, obtěžující až škodlivé účinky na lidský organismus nazýváme hlukem¹.

Hluk se považuje za jednu z nejrozšířenějších škodlivin pracovního i životního prostředí. V posledních letech se stává závažným problémem a to především díky nárůstu dopravy a průmyslu. Důležité je rozlišení expozice, zda se jedná o dobrovolnou nebo nedobrovolnou expozici. Při posuzování hluku jako škodliviny se musí postupovat komplexně, tedy jak po stránce fyzikální, tak i psychofyzilogické. Hluková zátěž je zapříčiněna z 60% z mimopracovního prostředí a z 40% z pracovního. Převládajícím zdrojem v mimopracovním prostředí je hluk z dopravy, který může na hlavních tazích dosahovat hodnotám 70 – 85 dB. Problémem v budovách bývají vnitřní zdroje, tj. výtahy, kotelny, větrání apod. a sousedský hluk. Nové technologie v pracovním prostředí přinášejí značnou hlučnost.

Odpověď člověka je měřítkem hluku, je důležité, zda je obdržená zvuková informace zpracována příjemcem. Při rozlišení zvuku a hluku se přihlíží k fyzikálním charakteristikám. Závažné škodlivé účinky se pojí k určitým minimálním intenzitám podnětu nebo obdržené dávky energie. Je pravděpodobnější, že silnější, přerušovaný zvuk s rázy a impulzy bude vnímán jako hluk. Kritérium rušivosti může klamat tím, že odpověď organismu na kladně přijímané zvuky mohou mít škodlivé účinky. V ochraně proti hluku se zajistí ochrana pouze omezeně podle typických reakcí většiny populace a atypické

reakce citlivých jedinců je třeba řešit individuálně. U těchto případů jsou opatření zpravidla u senzitivního příjemce.

Zvuk vzniká chvěním pohybujících se částí strojů, rozechvěním pružných ploch, krytů, nosníků, stěn, anebo pulsací plynů a kapalin, např. ve výfucích motorů, v tryskách, při obtékání vzduchu okolo letících letadel a v dechových nástrojích. Od zdroje se zvuk šíří od okolí zvukovými vlnami, které se ohýbají, odrážejí a pohlcují. Jedná se o periodické změny akustického tlaku vyjádřené v pascálech a představuje rozdíl mezi okamžitým tlakem a atmosférickým tlakem. V prostředí se zvuky šíří různou rychlostí, ve vzduchu je rychlost šíření zvukové vlny cca 330m/sec. Z hygienického hlediska má zvuk tři vlastnosti: hladinu (což se projevuje hlasitostí zvuku), frekvenci (projevuje se výškou zvuku) a časový průběh. V praxi zjišťujeme hladinu akustického tlaku (L), hladinu akustického výkonu (L_w) a hladinu zvuku (L_A)¹.

Kmitočet frekvence se vyjadřuje v hertzech (Hz) a je dán počtem period čili kmitů délky za jednu sekundu. Spektrum zvuku může obsahovat všechny frekvence (tzv. spojité spektrum), nebo naopak pouze jednotlivé frekvence (čárové spektrum, např. u zvuku sirény). Smíšené spektrum má ve spojitém spektru výrazné tónové složky. Spojité spektrum s rovnoměrným zastoupením frekvencí má zvuk nazýván bílý šum. Znalost hladiny akustického výkonu zdroje nebo skupiny zdrojů umožňuje vypočítat výši hladiny akustického tlaku v konkrétních podmínkách šíření v určité vzdálenosti od zdroje a se znalostí kmitočtového složení vypočítat i hladinu zvuku v určitém místě; akustického výkonu L_w se používá při hodnocení emisí.

Hladiny akustického tlaku a hladiny zvuku lze prošetřovat jako emisní hodnoty, nebo jako imise. Emise charakterizují zdroj a vykazují technickou povahu. Naopak imise jsou zjišťovány na pracovních místech, v místech pobytu osob a vyjadřují důležitou hodnotu při posuzování účinku hluku na člověka. Imisní hodnoty mohou být stejné u dvou nesrovnatelných zdrojů, např. chod naftového motoru a elektrický holicí strojek. Z emisních hladin zjistíme, že naftový motor ovlivní hlukem celou halu. Tuto skutečnost je možné zjistit výpočtem nebo měřením, kde se uvede, s jakou přesností bylo počítáno či měřeno. Během pracovní činnosti zdroje zvuku mění svůj akustický výkon a tím mění

svou polohu vůči příjemci. Při hygienickém hodnocení jsou používány maximální hodnoty.

Zvuk, jehož hladina zvuku se v čase nemění nebo kolísá v rozsahu menším než 5 dB se nazývá ustálený hluk. Proměnný přerušovaný hluk je hluk, jehož hladina zvuku se mění skokem z hlučného na tichý interval a naopak. Proměnný hluk nepravidelný se vyznačuje měnící se hladinou hluku v čase, kdy změny přesahují 5dB a jsou náhodné nebo se opakují ve složitých cyklech. V současné době je nejvíce používáno vyjádření pomocí ekvivalentní hladiny zvuku L_{Aeq} . Proměnný hluk impulsní je charakterizován hladinou hluku, která rychle stoupá k maximu a opět rychle klesá tak, že doba trvání jednoho pulsu je menší než 200 ms a interval mezi jednotlivými pulsy je větší než 10 ms.

Infrazvuk je zvuk o frekvencích do 16Hz, tedy v oblasti velmi nízkých frekvencí, pro které je charakteristické, že s rostoucí frekvencí klesá akustický tlak. Jako příklad infrazvuku lze uvést např. vítr, bouře, zemětřesení a z technických zdrojů zejména kompresory, kotle, hořáky a klimatizační systémy. Je známo, že v populaci existuje citlivá skupina osob, která pociťuje nepříjemné nízkofrekvenční hluky už od 65dB. Popisovány jsou účinky jako rozladěnost, nevolnost, dezorientace, poruchy spánku a řada jiných nespecifických příznaků. Infrazvuk může působit na lidský organismus vyvoláním oscilací orgánů, vzestupu nitroušního a středoušního tlaku, pocitu tlaku a bolesti v uchu, u frekvencí 2 – 20 Hz je možné pozorovat serózní zánětlivou reakci na bubínku. Účinky na rovnovážné ústrojí jsou popisovány u velmi vysokých hladin přesahujících 130 dB. Zvuky v rozsahu frekvencí od 0,1 do 100 Hz mohou ohrozit zdraví v případě překročení hladin akustického tlaku 170 – 180 dB. Infrazvuk může mít dlouhodobé účinky na lidský organismus, ovlivňuje pracovní výkon a pocit pohody, a v posledních letech je mu věnována větší pozornost.

Akustické vlnění, jehož kmitočet leží nad hranicí slyšení, tj. více než 20 kHz, se nazývá ultrazvuk. V případě vyšších hodnot může ultrazvuk vyvolávat fyzikálně – chemické a biologické reakce v organismu³. Ultrazvuk se nachází v oblasti vysokofrekvenčních frekvencí a vyskytuje se především v průmyslu, např. ultrazvukové čističky a svařičky. Tyto zdroje většinou vyzařují čárová spektra, naopak při svařování nebo řezání pomocí plazmových hořáků vzniká

spojité spektrum obsahující širokou kmitočtovou oblast vysokofrekvenčního hluku a ultrazvuku. Velké využití ultrazvuku je na pracovištích v lékařství a to k diagnostickým a terapeutickým účelům. Tyto přístroje ale vyzařují ultrazvuk v řádově vyšších kmitočtových oblastech. Problematika hluku zahrnuje pouze ultrazvuk v oktávě 31,5 kHz, tj. nejnižší ultrazvukové oktávě. Z hlediska poškození zdraví je nutné překročené hodnoty ultrazvuku více než 100 dB¹.

1.1. Hlavní hlukové zdroje

1.1.1. Zdroje hluku

Hlavní typy zdrojů hluku lze rozdělit podle oblastí činností, s nimiž jsou vznikající hluky spojeny. Jsou to hluky vznikající v přírodě fyzikálními procesy a životními projevy fauny. Hluky vznikající činností člověka, především v dopravě, ve výrobě, v souvislosti s bydlením a v souvislosti s trávením volného času. Další možností rozdělení zdrojů je členění na zdroje stacionární (např. průmyslové provozovny) a mobilní (např. dopravní prostředky). Z časového hlediska můžeme zdroje rozlišit na zdroje trvale působící a zdroje působící po časově omezenou dobu. Osoby vystavené hluku v pracovní době tvoří asi 40% všech exponovaných, ostatní jsou vystaveny hluku v mimopracovním prostředí, nejčastěji uličnímu hluku. (Tab. č. 2)

1.1.1.1. Hluk ze silniční automobilové dopravy

Stížnost na hluk z dopravy bývá nejčastěji řešeným případem z praxe. Oblíbenost silniční dopravy rychle narůstá a tím i problémy s ní spojené, tj. hluk, imise, zátěž na životní prostředí, dopravní nehody apod. Na znehodnocení životního prostředí nadměrným hlukem má především vliv automobilová a nákladní doprava. Navíc se jedná o zdroj mobilní, který je v provozu v kteroukoliv dobu a jejich hlučnost je vysoká. Problémem jsou především automobily, jejichž stáří je více než 15 let. Mezi příčiny hlučnosti u těchto vozidel se řadí celková koncepce vozu, typ motoru, vzorek a huštění pneumatiky, vliv opotřebení a nedostatky v údržbě. Kontrola hlučnosti by měla být běžnou součástí technické kontroly vozidel. Rozdílnost hlučnosti je u letních a zimních pneumatik, zimní pneumatiky jsou o cca 2 dB hlučnější. Těž jsou vyvinuty asfaltové povrchy

dobře odvádějící vodu, pohlcující hluk a s dobrou adhezí, které sníží hluk o 5 i více dB. Na vzniku hlučnosti u vozidla se podílí typ vozidla a zejména rychlost jízdy, mechanický výkon motoru, režim práce motoru, technický stav vozidla a výkonné zatížení vozidla. Ve vztahu hlučnosti k rychlosti se zde uplatňuje počet otáček při dané rychlosti, z čehož vyplývá, že vozidlo jedoucí pomaleji na nižší rychlostní stupeň je hlučnější, než když přeřadí na vyšší převod a jede rychleji. Nákladní automobily jsou cca o 7 – 10 dB hlučnější než auta osobní.

1.1.1.2. Hluk z kolejové dopravy

V kolejové dopravě lze rozlišit několik typů dopravních prostředků: tramvaje, městské rychlodráhy, vlaky meziměstské osobní a nákladní dopravy a speciální expresní vlaky. K nejhlučnějším vozidlům dopravního proudu patří tramvaje. O hlučnosti kolejového vozidla rozhoduje např. typ a technický stav tratě, rychlost vlaku a délka vlaku. Velikým problémem jsou lomy svárů kolejnic, na nichž vzniká rázový hluk při přejezdu každé dvojice kol¹. Ve městech je právě tramvajová doprava dominantním zdrojem hluku. U železniční dopravy jsou největším problémem zdroje hluku na nádražích, jsou zde rozsáhlé zdroje zvuků, např. trakční vozidla, chod motorů naprázdno, pískání brzd, zvuková signalizace, reprodukce nádražního rozhlasu atd. Metro není významné z hlediska zdroje hluku, protože dráhy jsou většinou vedené pod povrchem v tunelech. Při dojezdu vlaku do stanice se ve vestibulu stanice pohybují hladiny hluku okolo 80 dB. Možné jsou přenosy vibrací a hluku, které se šíří konstrukcí do budov v blízkosti dráhy.

1.1.1.3. Letecký hluk

Letecký hluk má dominantní postavení, pokud jde o výkon jednotlivého zdroje. Hladiny hluku vzdálené desítky metrů od dráhy se pohybují kolem 120 dB, pod 100 dB klesají ve stovkách metrů. Letecký personál bývá vystaven extrémní hlukové zátěži. Pokud se zanedbá osobní ochrana, je akutně ohrožen sluch. Krajské hygienické stanice řeší stížnosti na pořádání leteckých dní a provoz vojenských letišť vzhledem k hlučnosti vojenských letadel a režimu letů, mnohdy zasahující do večerních a nočních hodin. Na hluku letadel se podílí aerodynamický hluk rotujících listů vrtule a hluk spalovacího motoru apod.

Vestavěné technické vybavení umístěné uvnitř budovy je většinou spojeno s rizikem vzniku hluku a tím nepříznivého výsledku. Lze navrhnout souhrn opatření, který šíření hluku do chráněných místností zabrání, ale v praxi se díky nedůslednostem v provedení stavebních a zvukoizolačních prací objeví snížení předpokládané účinnosti. Zejména hlučné jsou hořáky domovních či blokových kotelen, čerpadla výměňkových stanic, strojovny výtahů, výtahové šachty a dveře, ventilátory vzduchotechnických zařízení, mrazicí boxy a pulty obchodních jednotek a strojní zařízení drobných provozoven. Nejčastějšími příčinami jsou nevhodná uložení hlučného agregátu vůči konstrukci budovy, pevná spojení pružně uloženého zařízení s konstrukcí budovy pomocí výztuh, použití zařízení s vysokým akustickým výkonem, podcenění výpočtu nutné zvukové izolace stěn a stropů a nevhodné umístění zařízení v budově ve vztahu k poloze chráněných místností. Většina těchto nedostatků se obtížně odstraňuje.

1.1.1.4. Hluk vznikající v souvislosti s bydlením

Dalším zdrojem hluku jsou sanitárně – technické vybavení bytu, kde jsou nepříjemně vnímány změny tlaku a rychlosti proudící vody, uzavírací ventily, kohoutky, napouštěcí a splachovací mechanismus nádržky toalety, odtok vody do kanalizace, hluk padající vody při napouštění vany, automatické pračky a myčky nádobí atd. Je třeba sledovat dispoziční řešení budov a vyvarovat se blízkého či bezprostředního kontaktu chráněných místností s vodovodní instalací a sanitárním zařízeními. Obyvatelé domů a bytů způsobují hluk používáním přístrojů a zařízení, hlasovými projevy, reprodukcí hudby a poslechem radia a televize aj. Na negativním působení zdroje hluku na okolí má především spektrální složení hluku, obsah tónových složek a kolísání hluku v čase.

Při hladinách nad 75 dB jsou zřetelné i vibrace lehkých přiček a předmětů. Převaha nízkých frekvencí ve spektru je vnímána jako nepříjemně dunivý a hučivý zvuk, při převaze vysokých frekvencí jako syčivý. Velmi významná je i doba působení zdroje hluku. Tyto zdroje lze rozdělit na krátkodobě využívané (např. mixér, drtič odpadků, odsavač par, vysavač) a dlouhodobě užívané (např. klimatizační zařízení, chladničky).

1.1.1.5. Hluk kulturních a společenských zařízení

Hluk, vznikající v souvislosti s trávením volného času souvisí většinou s pořádáním kulturních a společenských akcí, jako jsou trvalé nebo opakované produkce pod širým nebem nebo ve stavbách s nedostatečně izolujícím obvodovým pláštěm, dále provozy letních kin a zahradních restaurací. Problémy vznikají většinou v letním období, kdy jsou otevřena v zábavních podnicích okna a dveře. Musí být stanovena uzavírací hodina, nejčastěji 22 h z důvodu rušení nočního klidu. Hudební produkce jsou zpravidla organizovány v dobře izolovaných sálech, je ale třeba počítat s rozdílnou hladinou zvuku u různých hudebních žánrů. Reprodukovaná hudba má méně zastoupeny vysoké frekvence oproti hudbě živé.

1.1.1.6. Hluk sportovních a tělovýchovných zařízení

Sportovní a tělovýchovná zařízení jsou také zdrojem hluku, a to jak samotná sportovní a tělovýchovná činnost, ale i diváci (potlesk, pokřik) a vyvolaná koncentrace dopravy (parkoviště). Hluk způsobený vlastní sportovní činností je závažnější z hlediska časté, resp. dlouhodobé činnosti. Areály sportovního motorismu musí být dostatečně vzdáleny od chráněných objektů, protože se zde uplatňuje značné časové využití těchto lokalit k tréninkům. Závažným zdrojem hluku je vodní motorismus a vodní lyžování zejména na malých vodních plochách, kde se hluk snadno šíří nad vodní hladinou. Sportovní a jiné střelnice představují jednoznačně zdroj hluku impulsního charakteru. Při šíření v krajině se uplatní vedle povětrnostních podmínek také pohlcování a odrazy, což vede k tomu, že při větších vzdálenostech se impulsnost hluku stírá.

1.1.1.7. Hluk v pracovním prostředí

Největší podíl na vzniku hluku v pracovním prostředí mají stroje a zařízení všeho druhu. Lze je rozdělit na stroje stacionární, mobilní, nářadí a výrobní linky. Nadměrný hluk souvisí s prací s ručním mechanizovaným nářadím. U značné části nářadí je však dominantní technologický hluk, který vzniká až při pracovní činnosti, např. při obrábění materiálu¹. V provozu, kde se používají velké stroje a technologické procesy, hluk přesahuje 100 dB a maximální hladiny impulsů přesahují 120 dB.

2. Účinky hluku na lidský organismus

2.1. Předpoklady účinku

Při popisu a hodnocení působení hluku na člověka se musíme současně vypořádat s dvojitou neurčitostí: jednou, která je dána neschopností fyzikálních parametrů, které máme k dispozici, jednoduše a pokud možno jednočíselně popsat fyziologickou závažnost („nebezpečnost“) hlukové události, a druhou, která vyplývá ze skutečnosti, že účinek hluku v celém komplexu možných vlivů je variabilní nejen interindividuálně, ale i situačně, sociálně, emocionálně a historicky¹. V populaci, která je exponována hluku, se vydělují velmi citlivé a velmi rezistentní osoby. Hluk může ovlivnit tři systémy: maskovat řeč a hudbu, vyvolávat orientační nebo budivou reakci, způsobit sluchovou únavu či poškození vnitřního ucha. Další účinky hluku jsou spojovány s emocemi, založenými na odporu, nelibosti a rozmrzelosti, protože osoby si spojují hluk s přímým nebo nepřímým nebezpečím. Poněvadž tyto účinky nejsou primárně spojeny s intenzitou hluku, poněvadž vlastní hluk je jen nositelem informace o situaci a ne skutečnou příčinu stresu, nejsou ani předmětem boje proti hluku¹. Akustický podnět je v nervovém systému zpracován dvěma způsoby, jako specifická informace a jako nespecifické podráždění, které přispívá k regulaci tonusu nervového systému. Takové množství podnětů, přicházející do centrální nervové soustavy z prostředí, je zpracováno prostřednictvím aktivačního ascendenčního systému. Korové centrum je sídlem podstatné části adaptačních reakcí, které je spojeno s nepodmíněnou reflexní aktivitou. Účinek hluku je primárně aktivizující. Aktivizující faktory nenarušují homeostázu, naopak mohou usnadňovat průběh adaptace na jinou zátěž. Jestliže však je překročena optimální míra intenzity podnětu, stávají se zvukové podněty zátěží, vyvolávající stres, a jsou následovány charakteristickou nespecifickou adaptační reakcí s obvyklými projevy¹.

2.2. Vliv hluku na sluch

Ve sluchovém analyzátoru jsou zpracovány všechny zvuky, nejvyšší citlivost je v oblasti frekvence okolo 1 000 Hz až 4 000 Hz, směrem k vyšším a nižším frekvencím citlivost klesá. Silné zvuky zpočátku vyvolávají na nervových

buňkách Cortiho orgánu vratné (reverzibilní) změny označované jako sluchová únava, která se projeví dočasným zvýšením sluchového prahu. Tato reakce trvá několik minut, hodin i dnů. Pokud působení silných zvuků je dlouhodobé nebo opakované, dochází k nezvratným změnám (ireverzibilní), buňky ztrácejí svou vzrušivost a zanikají. Jako první zanikají buňky zevní, potom i vnitřní vláskové buňky. V kombinaci s jinými negativními vlivy (např. toxické látky) je zánik smyslových buněk velmi urychlen. Vlásokové buňky nejsou schopny regenerace, to znamená, že jsou nenahraditelné. (Obrázek č. 1)

Škodlivost působení hluku na sluch je závislá na obou základních fyzikálních parametrech, tj. hladině intenzity hluku, frekvenčním složení a časových parametrech, zvláště nástupu, odeznění, opakování a trvání zvuku¹. Rozhodujícím parametrem pro poškození sluchu je hladina intenzity hluku a délka hlukové expozice. Riziková hlučná pracoviště jsou označena ta pracoviště, kde je přítomen hluk o vysokých hladinách a frekvencích a jsou zde prokázána poškození sluchu průmyslovým hlukem a odškodňuje se jako nemoc z povolání. Exploze a impulsní hluky jsou schopny vyvolat přímé poranění svým okamžitým nastupujícím maximem zvukového tlaku a jeho stejně prudkým poklesem. Může dojít k poranění bubínku, kůstek i blanitého labyrintu přímou mechanickou silou účinkující v hladinách labyrintu – hlemýžďe, takový úraz se označuje jako akustické trauma. Vliv na poškození hluku mají kromě fyzikálních parametrů také zděděné vlastnosti jedince, individuální citlivost vůči hluku, psychogenní faktory, zdravotní stav a celková délka hlukové expozice.

Důležitým úkazem je maskování, kdy při současném poslechu dvou zvuků různé intenzity, ten silnější, tzv. maskující zvuk, potlačí vnímání slabšího, maskovaného zvuku. Maskování se odehrává ve smyslových buňkách a nervových vlákních. Podle síly zvuku rozhoduje o účinnosti tohoto děje počet podrážděných buněk a podle jeho složení je zasyčena příslušná oblast na bazální membráně na hlemýždi². U tónů s různou frekvencí dochází k tzv. vzdálenému maskování a to pouze tehdy, jsou – li zvuky velmi silné. Tyto děje probíhají ve smyslových buňkách a nervových vlákních. Rovnoměrné spektrum tzv. bílého šumu maskuje nejvíce v oblasti 2 000 až 3 000 Hz.

Pokud je zatížen sluchový orgán zvukem, dochází ke vzniku adaptačních jevů, které se projeví poklesem citlivosti sluchu. Rozdíl mezi adaptací a únavou je ve stupni trvání změn. Adaptace je rychle vznikající a mizející přizpůsobení citlivosti sluchového orgánu na sluchový podnět¹. Sluchová únava vzniká po dlouhotrvajícím zvýšení sluchového prahu po předchozím zatěžování intenzivním zvukem.

2.2.1. Poruchy sluchu

Vliv poškození na sluchový orgán můžeme rozdělit podle místa vzniku a to na převodní poškození (porucha převodu v zevním nebo středním uchu) a percepční poškození, které dále rozdělujeme na kochleární (porucha vláskových buněk a periferního neuronu) nebo centrální (porucha sluchové dráhy a mozkové kůry).

Převodní poruchy sluchu vznikají z celé řady důvodů, např. při neprůchodnosti zvukovodu, při perforaci bubínku, při zvýšené tuhosti převodního systému, při ztrátě funkce řetězu kůstek apod. Z počátku tohoto typu poruchy dochází k větším ztrátám sluchu v hlubokých tónech než vysokých. Postupně se ztráty sluchu vyrovnávají pro všechny frekvence. Při čisté převodní vadě nikdy nedojde k úplné hluchotě, protože funkce vnitřního ucha zůstává zachována.

Nejčastější typem poruchy percepčního sluchu je postižení vláskových buněk, které vzniká při vrozené méněcennosti a zranitelnosti smyslových buněk, nebo působením fyzikálních a chemických škodlivin. Tato porucha vzniká také dále traumatickým hlukem nebo stářím. U percepčního kochleárního postižení dochází k maximu ztrát ve frekvenční oblasti kolem 4 000 Hz a jedná se především o stranově symetrické postižení. Projevem této poruchy je ztráta slyšení slabých zvuků a rychlejší nárůst vjemu hlasitosti, tzv. R. F. fenomén vyrovnání hlasitosti. Největší následky zůstávají ve vysokých tónech.

Mezi percepční centrální poruchy patří poruchy v nervu a centrech. Bývá zachována relativně dobrá sluchová ostrost pro tóny, ale bývá postiženo rozlišování zvuků a pochopení jejich významu.

Presbycusis je jinak nazýváno tzv. stařeckou nedoslýchavostí, k němuž dochází po 50. roce věku a je charakteristické poklesem sluchové ostrosti na

vyšších frekvencích (4 000 – 8 000 Hz). Na těchto změnách se výraznou měrou podílí vliv průmyslových škodlivin, hluku atd.

Akutní poškození hlukem bývá způsobeno výbuchem a třeskem, rozdíl je v délce trvání. Taková poškození jsou v pracovním prostředí hodnocena jako pracovní úraz, nikoliv jako nemoc z povolání. Od výbuchu, který trvá stovky ms, se šíří vlna zvýšeného tlaku vzduchu, za kterou následuje podtlak. Důležité je trvání první tlakové vlny, která poškozuje bubínek, sluchové kůstky a vnitřní ucho. Projeví se to bolestí, krvácením, pocitem zalehnutí, nedoslýchavostí až hluchotou, mohou se objevit i psychogenní poruchy. Při působení nadměrně silného náhlého zvuku vzniká akutní sluchové trauma, kdy dochází k poškození zejména vláskových buněk Cortiho orgánu, protože se nemůže uplatnit ochranný reflex svalů středouší. Většinou je toto poškození jednostranné a projevuje se zalehnutím ucha, pískáním v uchu. Lehčí forma se může upravit během několik hodin až dnů. U těžších případů je porucha výrazná, dlouhodobě přetrvávají šelesty a pocit nestability.

2.3. Vliv hluku na vegetativní funkce a kardiovaskulární systém

V oblasti působení hluku na regulační a metabolické systémy organismu se jedná o působení prostřednictvím mechanismů, které vyvolávají poplachovou reakci či jiná podráždění. Toto působení nevyplývá z fyzikálních vlastností hluku, ale z emocionálního doprovodu, úleku, strachu, rozmrzelosti či podráždění. Důvod emocionální odezvy organismu spočívá v tom, že člověk může být zdrojem hluku přímo či nepřímo ohrožen. Jakmile se hluk stane běžným, člověk si na něj zvykne a reakce organismu budou fyziologické.

Reakce na hluk může vyvolat v somatické oblasti řadu změn, pokud jde o krevní tlak, objem a rozdělení proudící krve, tepové frekvence, motility žaludku a střev, vnitřní sekrece a změny v imunitním systému. Tyto reakce jsou charakteristické pro stresovou odpověď a fyziologicky je nelze odlišit od emoční odpovědi na úlek. S intenzitou hluku souvisejí zejména změny v srdeční frekvenci, které jsou velmi individuální. Vliv na vegetativní funkce se projeví např. změnou svalového tonusu, reakcí zorničky, rozvoj únavy, ovlivnění vodivosti kůže a

změny motility orgánů trávicího traktu. Velký tento komplex označujeme jako N – reakce (N = noise).

2.4. Vliv hluku na metabolismus a vnitřní sekreci

Typickým příznakem vlivu hluku na metabolismus je vzestup krevního cukru a inzulínu, zvýšení celkových lipidů a cholesterolu a naopak snížení triglyceridů. Také hladiny sodíku, draslíku a vápníku v séru a moči se zvyšují vlivem hluku. Změny hořčikového metabolismu jsou významné, při působení hluku dochází k vyplavování intracelulárního hořčíku ze svalů, z myokardu, z erytrocytů. Pokud je při chronickém stresu přívod hořčíku stravou nedostatečný, dojde k trvalému snížení intracelulárního hořčíku o několik procent. Obvyklý nedostatek tohoto prvku v naší stravě a současné působení hluku či jakéhokoliv chronického stresujícího faktoru tak vede k trvalému snížení hladiny intracelulárního hořčíku. Při jeho nedostatku jsou popisovány zhoršené reakce na stresové podněty. Stresové účinky se prohlubují, což může vést ke zvýšení rizika působení hluku.

U normálně citlivých osob, při působení hladin hluku nepoškozující vnitřní ucho, nedochází k vzestupu katecholaminů (adrenalin, noradrenalin, dopamin). Pokud dojde k vzestupu katecholaminů, většinou se jedná o kombinovanou zátěž, tj. hluk a jiná zátěž.

2.5. Vliv hluku na spánek

Mezi nejčastější systémové účinky patří právě negativní působení hluku na usínání a kvalitu spánku. Nejčastěji se projevuje obtížemi při usínání, probouzení, alterací délky a kvality spánku, zejména redukcí REM fáze spánku. Spánek je považován za aktivní zotavovací proces, je důležitý pro obnovu pracovní schopnosti a pro organismus je naprostou nutností. Jsou velké individuální rozdíly, vedle osob krajně senzitivních jsou i osoby, které hluk prakticky nevzbudí. Zdravotně jsou zajímavé primární i následné reakce. Primární reakce vedou pod vlivem hluku k změně hloubky spánku, přesunu ve stádiích spánku nebo probuzení (které může být, je – li zcela krátké, nevědomé). Probuzení, které si spáček uvědomí, může být spojeno s potížemi s opětovným usnutím a s rozmrzelostí z přerušovaného, zkráceného spánku, který je často hodnocen subjektivně jako

nedostatečný a méně kvalitní. Následné reakce, které by měly být pozorovány v den po narušené noci nebo později, se mohou projevovat jako snížení pozornosti a výkonnosti, nejružnější funkční změny nebo onemocnění¹.

Rozdíl ve vnímání hluku je ovlivněn i věkem příjemce. Děti jsou méně citlivé než dospělí a lidé ve středním věku mají větší rezistenci k rušení než starší osoby. U mladších osob a osob do 40 let věku jsou větší vegetativní reakce kardiovaskulárního systému než u starších. Na hluk, rušivě ovlivňující spánek, neexistuje adaptace a spící osoby jsou obecně citlivé vůči hluku, proto by neměla hladina hluku v ložnici přesahovat 45 dB. Při hlukové hladině 68 dB se vzbudí 10 % sledovaných osob, při hladině 87 dB se vzbudí prakticky každý. Naopak jsou hluky, které mají příznivý vliv na spánek, jsou to především monotónní zvuky přírodního charakteru (šumění větru, hukot vody apod.) nebo opakující se melodie, což se může využívat i terapeuticky.

2.6. Vliv hluku na smyslové vnímání, motoriku a výkonnost

U smyslového vnímání se zaměřujeme především na sledování zraku, kdy vlivem hluku dochází k omezení pozornosti podnětů nalézajících se na vnějším okraji zorného pole. Narušení pohybové aktivity hlukem může souviset s hyperreflexií, tzv. zvýšením motorické aktivity. Při působení hluku dochází ke svalovému tonu a při dlouhodobém působení může přetrvávat i po skončení podnětu. U některých sportů, např. tenis, skok vysoký apod., je prokázáno, že hlukem může být narušena pohybová koordinace, proto je nutné, aby diváci na tribunách nebyli během závodů hlasití. Pozitivní účinky hluku na výkonnost se projeví u jednoduchých a monotónních činností. Naopak negativní účinky nacházíme u složitějších činností, tvůrčí práce a duševní práce spojené se vtiskováním a vybavováním poznatků. Pokud je člověk více motivovaný k činnosti, odolnost vůči rušivým vlivům hluku se zvyšuje.

2.7. Vliv hluku na obtěžování populace, rušení činností, rozmrzelost

Nejobecnější odpovědi obyvatelstva na překročení přípustných hladin hluku je rozmrzelost (annoyance)¹. Při této reakci bývá člověk podrážděný, má

pocit odporu a zamítavý postoj k hluku, jelikož narušuje jeho soukromí. O stupni rozmrzelosti rozhoduje denní doba, nejhůře je hluk snášen večer a v noci. Hůře působí hluk v létě než v zimě, ze zdrojů uvnitř bytu či domu než zdrojů venkovních. Horší je snášenlivost hluku v menších než větších bytech¹. Menší rozmrzelost způsobí dopravní hluk s plynulým chodem než přerušovaný dopravní proud a také to, pokud je známo, že hluk bude trvat pouze vymezenou dobu.

2.8. Vliv hluku na zdravotní stav a výskyt nemocí

Hluk můžeme v obecné rovině považovat za potenciální patogenní činitel, který může být provokujícím nebo zhoršujícím činitelem. Jako stresogenní faktor může přispívat ke vzniku vředových chorob, arteriosklerózy, snížené odolnosti vůči infekci, prediabetických stavů a dalších poruch a onemocnění, zvláště u disponovaných jedinců.² V hlučné oblasti okolo 75 dB mohou lidé pociťovat různé neurózy a psychózy, mohou trpět nemocemi látkové výměny a endokrinními poruchami, nemocemi smyslových orgánů, trávicího traktu a krevního oběhu. Existuje celá řada studií o vlivu hluku na jedince, která popisuje hlavní oblasti zájmu šetření. Autoři zde například popisují zvýšenou neerotičnost u dětí v hlučných školkách, problematiku letištního hluku a dopady na exponované obyvatele, zátěž městské populace dopravním hlukem. Též jsou známé negativní vlivy hluku na výskyt hypertenze, která úzce souvisí s poruchami sluchu. Výskyt hypertenze souvisí s pobytem v hlučném prostředí, zejména u mladších osob.

2.9. Vliv hluku ve specifických situacích

Ze specifických situací lze jmenovat problematiku hlukové zátěže dětí a mladistvých, kteří hluk vyhledávají a vyrábějí. Hluk se stává součástí dětských her, křik je sociálním organizátorem. U mládeže narůstá hluková expozice především poslechem hlasité hudby a v souvislosti s rozvojem motorismu. Reakce dětí a mladistvých je méně výrazná, např. se budí později, periferní vazokonstrikce nastupuje později atd. Vyvíjející organismus je na hluk citlivější, proto je potřeba sluch mládeže a dětí chránit více než u dospělých.

Zvláštní pozornost zasluhuje nemocný člověk, který má vyšší požadavky na klidný a nerušený spánek, který patří k základním požadavkům léčebného režimu. Oslabený jedinec má nižší toleranci k hlukové zátěži, proto by se mělo ve

zdravotnických zařízeních předcházet hlučným situacím a snížit hlukové zdroje na minimum. Mezi hlukové zdroje ve zdravotnickém zařízení patří vlastní zdravotnická technika (inkubátory, dialyzační jednotky, ...), technické zařízení budov a nemocniční personál a sami pacienti. Zvláštní ochranu vyžadují pacienti se zvýšenou neuromuskulární dráždivostí (epilepsie, meningoencefalitidy), pacienti s vážnou poruchou krevního oběhu, těžce zranění a pacienti po operačních zákrocích.

Mezi další specifické situace lze zmínit problematiku citlivých jedinců na hluk. V běžné populaci vždy nalezneme osoby se zvýšenou vnímavostí na hluk, které negativně reagují na hluk obvyklého životního prostředí. V těchto případech lze hlučnost snížit u zdroje, což je velmi těžko realizovatelné, nebo citlivým osobám doporučit omezení dodatečné hlukové expozice (vyvarovat se hlučným mimopracovním činnostem a zábavám), dodržování správné životosprávy, aktivně sportovat nebo doporučit využití individuálních chráničů sluchu.

Zdravotní rizika z nadměrné hlasité hudby je potřeba rozlišit pro posluchače, pro hudebníky a pro obsluhující personál. U moderní elektronické hudby je možné dosáhnout úrovně poškozujících dávek, tato expozice se týká především mladých posluchačů, kteří nadměrně používají sluchátka a neúměrně zvyšují expoziční dobu. Další exponovanou skupinou osob jsou hudebníci především symfonických a divadelních orchestrů v důsledku zpravidla delší doby profesionálního působení, delší zkoušky a častá vystoupení, časté dodatkové expozice z vedlejší hudební činnosti. Riziko pro obsluhující personál bude vždy nižší než u hudebníků a posluchačů, protože hladiny hluku se musí dodržovat z pracovně právních důvodů.

3. Prevence a ochrana před hlukem

Nadměrný hluk je škodlivina, na kterou se člověk nedokáže adaptovat, proto je nejúčinnější ochranou dělat potřebná opatření, aby pracovníci a občané byli vystaveni hluku co nejméně, především aby nebyly překračovány nejvyšší přípustné hodnoty, které jsou legislativně stanoveny. Další způsoby prevence a ochrany jsou: odstranění zdrojů hluků, uzavření zdroje hluku, oddělení

exponovaného pracovníka, omezení délky hlukové expozice, používání vhodných osobních ochranných pomůcek, organizační změny atd. Nejlepší výsledky jsou dosahovány slučováním všech dosažitelných opatření při minimálních nákladech.

3.1. Legislativní opatření

Ministerstvo zdravotnictví jako orgán zákonodárné moci vydává obecně závazné předpisy a hlavní hygienik spolupracuje s orgány ochrany veřejného zdraví. Nejdůležitějším předpisem je Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Problematika hluku je uvedena v § 30 – 34. Zde jsou uvedeny např. způsoby ochrany před hlukem, definice hluku, chráněné prostory a prováděcí právní předpis, který se zabývá problematikou hluku podrobněji.

Prováděcím právním předpisem výše uvedeného zákona je Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Tento předpis určuje hygienické limity hluku a vibrací na pracovišti, minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců a hodnocení rizik hluku a vibrací pro pracoviště, hygienické limity hluku pro chráněný vnitřní prostor staveb, chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor, způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu. Toto nařízení se nevztahuje na hluk z užívání bytu. Hygienický limit je stanoven pro osmihodinovou pracovní dobu nebo pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu. Například u hladin ustáleného a proměnného hluku je hygienický limit stanoven na 85 dB, pokud se nejedná o duševně náročnou práci, kdy je limit 50 dB. Pokud je přípustný expoziční limit překročen, zaměstnavatel musí poskytnout svým zaměstnancům osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP) k ochraně sluchu.

Hlavní hygienik České republiky vydal podle § 80 odst. 1 písm. a) zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů metodický návod: Č.j. HEM-300-11.12.01-34065, ke sjednocení postupu orgánů a zařízení ochrany veřejného zdraví při měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí. Tato metodika stanovuje způsob měření a hodnocení hladin hluku ve stavbách pro bydlení, ve stavbách občanského vybavení a ve venkovním prostoru pro účely hodnocení jejich vlivu na zdraví obyvatelstva podle

Nařízení vlády č.148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Akustice se věnuje ČSN 73 0532, Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky, ČSN 730527, Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely. Výpočet hluku ze silniční dopravy je uveden v Novele metodiky pro výpočet hluku silniční dopravy.

Evropská unie vydala směrnici ohledně problematiky hluku: EU 2002/49/ES, která např. ukládá členským státům zpracování strategických hlukových map.

3.2. Redukce hluku na pracovišti

Metody redukce hluku na pracovištích můžeme rozčlenit na redukci hluku vyzařovaného zdroji, na redukci hluku na cestě šíření a na odizolování pracovníka od hlučného prostředí. Způsob snižování hluku ve zdroji je nejúčinnější opatření vyžadující minimální finanční náklady. Tento způsob se zakládá na odstranění zdroje hluku z prostředí nebo na snižování jeho hlučnosti. Snižování hlučnosti lze dosáhnout při konstrukci a stavbě strojů, dopravních prostředků a jiných zařízení, nebo také záměnou určitého technologického děje jiným méně hlučným. Bezhlučná zařízení bohužel není možné navrhovat, dokonce vyzařování zvuku je důležitou indikací technického stavu stroje.

Důležité je také vhodné dispoziční umístění hlučných provozů a jejich vhodné situování mimo chráněné prostory. Dosáhne se toho při přípravě územního plánování a projekci různých hlučných provozů (např. letiště, dálnice, průmyslové závody), které by mohly nepříznivě ovlivnit akustickou pohodu chráněných prostor.

Vybavení stroje zvukoizolačním krytem nebo odizolování celého hlučného prostoru spočívá v zamezení šíření hluku do okolního prostředí a to tím, že se navrhnou a sestaví stavebně – akustická opatření (zvukoizolační příčky, okna, dveře, stropy), kryty a zákryty. Je ale důležité si uvědomit, jakým způsobem se hluk přenáší, např. zvukoizolační kryty nebudou účinné při šíření hluku

konstrukcí. V některých případech je jediným možným řešením odizolování pracovníka od hlučného prostředí pomocí obslužných kabin (velín), které jsou instalovány v těchto hlučných provozech.

Do technologicko - organizačních opatření lze zahrnout stanovení doby expozice pracovníka hlučnému prostředí, zařazení klidových přestávek pro odpočinek v nehlučném prostředí nebo střídání pracovníků v hlučném a nehlučném prostředí.

3.3. Redukce hluku v mimopracovním prostředí

Ze zdrojů mimopracovního prostředí je aktuálním tématem tendence růstu hlučnosti z dopravy, proto prevencí tohoto hluku je především územní plánování včetně urbanisticko – architektonického opatření, urbanisticko – dopravního opatření, dopravně – organizačního opatření a stavebně – technického opatření. Je třeba respektovat zákonitosti šíření hluku např. pomocí využití reliéfu terénu. Ke zlepšení hlukové situace pomůže soustředění dopravy na kapacitní komunikace (společné vedení silniční a železniční dopravy) v méně citlivých částech města. Na šíření hluku se podílí clonící účinky budov. Pokud jsou budovy postaveny rovnoběžně s komunikací, omezují pronikání hluku do hloubky obytného území. Naproti tomu budovy umístěné kolmo jsou postiženy hlukem na obou fasádách, hluk se šíří do hloubky zástavby.

Stavebně technická opatření se zakládají na změnách řešení komunikace, nebo na opatřeních, která zabrání pronikání hluku k chráněným objektům. Při změnách vedení komunikací se přiklání k vedení komunikace v otevřeném nebo polozakrytém zářezu, nebo v tunelu (velice výjimečně), nebo na vyvýšeném valu. Náhradním řešením je použití překážek na cestě šíření hluku mezi zdrojem a příjemcem. Jako účinné clonící objekty se zde uplatňují vysoké budovy, přednostně se využívají objekty, u nichž jsou nároky na ochranu proti hluku minimální, např. garáže, sklady, administrativní budovy. Lokální účinek budov jako hlukové bariéry je cca 0 – 20 dB. Další účinnou bariérou proti šíření hluku z dopravy se v současné době hojně užívají protihlukové stěny, které se mohou kombinovat i s pozemním valem. Jedná se o vysoce odolné desky (čiré, betonové, dřevěné, ocelové, ...), které se užívají především na dálnicích, železničních

koridorech a kolem městských silničních obchvatů. Clona musí být celistvá, dostatečně vysoká a dlouhá. Útlum hluku pomocí protihlukových stěn bývá cca 12 dB.

Organizační a organizačně technická opatření v oblasti pozemní dopravy zahrnuje omezování rychlosti, zabezpečování plynulosti dopravy, zákaz vjezdu a parkování těžkých vozidel v určitých částech města, zavedení městské hromadné dopravy s příslušnými ekologickými parametry a další možnosti.

3.4. Osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP)

Osobní ochranné pracovní prostředky proti hluku patří mezi tzv. náhradní opatření. Mají se tedy používat tam, kde za stávající situace nelze na pracovišti zajistit dostatečnou ochranu sluchu technickými a stavebními opatřeními. V současné době jsou součástí protihlukových preventivních opatření. Osobní ochranné pracovní pomůcky by měly zabezpečovat větší útlum hluku, než je rozdíl mezi skutečnou a nejvyšší přípustnou hodnotou¹. Užití těchto prostředků je určeno pro pracoviště, kde hladina hluku přesáhne hodnot 85 dB. Na těchto pracovištích by měly být zavedeny bezhlučné přestávky k zotavení sluchu. Výběr pomůcek se řídí podle hladiny intenzity hluku a jeho frekvenci na pracovišti. Při hladině hluku do 75 dB by se měly užívat ušní zátky, od 75 – 115 dB se doporučuje užití sluchátkového chrániče a u hodnot 115 – 130 dB užití protihlukové přilby. Použití chráničů sluchu se mohou výrazně lišit ve spektru hluku, proti kterému chrání a to podle tzv. křivky charakteristiky chrániče sluchu. Stupeň ochrany je na jednotlivých frekvencích u různých chráničů sluchu rozdílný. Chrániče sluchu je tedy vhodné vybírat podle charakteru hluku, proti kterému mají chránit.

3.5. Hlukové mapy a hlukové studie

Strategické hlukové mapování se řídí směrnicí EU 2002/49/ES a Vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování. Ministerstvo mělo pořídit do 30. června 2007 strategické hlukové mapy pro okolí pozemních komunikací, po kterých projede více než 6 000 000 vozidel za rok, železničních tratí, po kterých projede více než 60 000 vlaků za rok, pro okolí hlavních letišť nad 50 000 vzletů a přiletů a pro aglomeraci s 250 000 obyvateli.

V hlukových mapách jsou uvedeny celková hodnocení hlukových expozičních v dané oblasti, s ohledem na různé zdroje hluku. Hlukovým mapováním se rozumí prezentace údajů o stávající hlukové situaci s použitím hlukového ukazatele, které ukazují překročení příslušné mezní hodnoty, údaje o počtu osob a staveb pro bydlení, škol atd., které jsou vystaveny definovaným hodnotám hlukového ukazatele v oblasti, pro kterou se zpracovává hluková mapa.

Hlukové studie zachycují vliv hluku vyzařovaného ze zdrojů hluku na přilehající pozemky, územní cesty a bytovou zástavbu. Jsou nedílnou součástí při projektových dokumentacích a při posuzování vlivu na životní prostředí (EIA). Hlukové studie se stávají důležitým podkladem pro rozhodování při územním, stavebním nebo kolaudačním řízení i při řešení stížností občanů. Jsou vyžadovány Krajskými hygienickými stanicemi a stavebními úřady jako podklad pro různá rozhodnutí.

4. Měření hluku

Metodika měření hluku musí být zvolena s ohledem na typ a účel požadovaného hodnocení akustické situace, s ohledem na požadovanou přesnost měření a následného hodnocení akustické situace, s ohledem na povahu a kmitočtové složení hluku, s ohledem na místo měření, resp. hodnocení, tj. jedná – li se o venkovní prostor či o prostor uvnitř budov, s ohledem na fyzikální vlastnosti měřeného prostředí¹. Akreditované laboratoře vydají protokol, kde jsou uvedeny např. tyto ukazatelé: metoda měření, přístrojové vybavení, měřené veličiny, způsob měření, měřící místo, druh a charakter sledovaného hluku, rušivé signály, doba měření, atd. Měření se provádí za příznivých klimatických podmínek a v běžné dny (např. u dopravního hluku neměřit o víkendech a svátcích) proto, aby bylo měření objektivní. Hluk se obvykle měří buď celých 24 hodin, nebo se měří jen v některé úseky a zbytek je dopočítán. Venkovní hluk se měří ve vzdálenosti dvou metrů od fasády domu⁵.

K měření se používají zvukoměry, které jsou vybaveny mikrofony. U přístrojů jsou pravidelně ověřovány způsobilosti k měření a přezkoušení správné funkce přístrojů. Před vlastním měření se posoudí povaha hluku z hlediska jeho časového průběhu a zjistí se, o jaký hluk se jedná, zda jde o ustálený, proměnný

hluk nebo impulzní hluk. Přesnost měření ovlivňuje tzv. hluk pozadí, který není vyvolán měřeným hlukem, ale např. působením neakustickými vlivy a hlukem z nejrůznějších zdrojů v okolí měření. Tyto hluky by měly být minimalizovány. Hluk pozadí se měří před vlastním měření, a pokud je rozdíl větší než 10 dB, neovlivňuje hluk pozadí měřenou hodnotu. Časový interval měření by měl zachytit všechny typické hlukové situace.

Na pracovištích se měří hlukové imise, tj. hodnoty hluku působící na exponovaného člověka a tyto hodnoty jsou pak uplatňovány při hodnocení nepříznivého působení hluku na člověka. Při měření imisních hodnot hluku na pracovišti rozlišujeme přímé měření hlukové zátěže osob, měření hluku na pracovních místech a měření hluku v pracovních prostorech¹. Při přímém měření hlukové zátěže se používají osobní hlukové expozimetry. Hodnoty hluku na pracovním místě se obvykle shodují s celosměnovými hodnotami hlukové zátěže pracujících na určitých pracovních místech. Při měření hluku v pracovním prostoru se vybere určitý počet pracovních míst charakteristických pro příslušný prostor a hodnoty, které jsou naměřeny, pak charakterizují hluk v celém prostoru.

5. Kategorizace prací

Kategorizace prací je základním nástrojem pro hodnocení vlivu práce na zdraví. Povinnost kategorizovat je dána zákonem a legislativně jsou dány i základní podmínky pro kategorizaci. Důležitou roli při kategorizaci mají orgány ochrany veřejného zdraví a zdravotní ústavy⁶. Jelikož jsou pracovníci vystaveni škodlivinám, s kterými se v běžném životě neseťkají, pracovní prostředí může mít negativní vliv na zdraví. Z toho důvodu je ochrana zdraví při práci a zařazení prací do kategorií zakotvena legislativně a to v § 37 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Podle rizikovosti na zdraví se práce zařazují do 4 kategorií. Kritéria, faktory a limity pro zařazení prací do kategorií jsou uvedeny ve vyhlášce 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. Hodnocení rizika a minimální ochranná opatření stanoví nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, v platném znění. O zařazení prací do třetí a čtvrté kategorie rozhoduje Orgán ochrany veřejného zdraví. Návrh předkládá zaměstnavatel dotyčnému orgánu a to do 30 kalendářních dnů od zahájení pracovního výkonu. Práce zařazené do druhé kategorie zařazuje zaměstnavatel, ostatní práce jsou zařazeny do první kategorie. Podle zařazení prací do kategorií jsou stanoveny i lhůty periodických preventivních prohlídek.

5.1. Druhá kategorie

Do druhé kategorie se zařazují práce, při nichž jsou osoby exponovány:

- ustálenému nebo proměnnému hluku, ustálenému nebo proměnnému hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku nebo hluku, který sestává během pracovní doby z dílčích expozičních hluků, jejichž ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq}, 8h}$ je vyšší než nejvyšší přípustná hodnota stanovená pro osmihodinovou směnu zvláštním právním předpisem snižená o 10 dB, avšak nepřekračuje tuto nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu⁷
- po dobu trvání některé dílčí pracovní operace ustálenému nebo proměnnému hluku, ustálenému nebo proměnnému hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq}}$ překračuje 85 dB, však nepřekračuje nejvyšší přípustnou hodnotu hluku $L_{Aeq}, 8h$, stanovenou zvláštním právním předpisem pro osmihodinovou pracovní dobu⁷
- impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 130 dB, ale nepřekračuje 140 dB⁷.

5.2. Třetí kategorie

Do třetí kategorie se zařazují práce, při nichž jsou osoby exponovány:

- ustálenému nebo proměnnému hluku, ustálenému nebo proměnnému hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku $A LA_{eq}$, 8h překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu o méně než 20 dB⁷
- impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 140, ale nepřekračuje 150 dB⁷

5.3. Čtvrtá kategorie

Do čtvrté kategorie se zařazují práce, při nichž jsou osoby exponovány hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku $A LA_{eq}$, 8h nebo impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C je vyšší, než je stanoveno u kategorie třetí⁷.

6. Nemoc z povolání

Nemoc z povolání je podle zákoníku práce a nařízením 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. Pokud není nemoc v seznamu nemocí z povolání uvedena, nemůže být za nemoc z povolání uznána.

6.1. Porucha sluchu způsobená hlukem

Podle 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 hluku alespoň 40 % dle Fowlera, u osob starších 50 let k celkové ztrátě sluchu alespoň 50 % dle Fowlera. Zjištěné ztráty sluchu zjištěné při subjektivní prahové tónové

audiometrii jsou uvedeny v dB na frekvencích 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz a 4000 Hz. Nejvyšší výskyt poruchy sluchu způsobenou hlukem je u mužů středního a vyššího věku. S ohledem na počet exponovaných pracovníků je počet ohlášených nemocí z povolání poměrně malý, což poukazuje na dobrou preventivní péči, ale toto číslo je také ovlivněno přísným kritériem stanovených pro uznání nemoci z povolání. (viz. Tabulka č. 1)

7. Kazuistika: Stížnost na hluk z klubu provozující hudební produkci

Krajská hygienická stanice Jihomoravského kraje se sídlem v Brně (dále jen „KHS JmK“) obdržela dne 6. 3. 2008 žádost od Nejvyššího státního zastupitelství na provedení měření hluku z provozu klubu provozující hudební produkci, který se nachází ve dvorním traktu a kterým jsou rušeny státní zástupci využívající ubytovací prostory ve 4. podlaží sousedící budovy.

Dne 14. 3. Bylo provedeno místní šetření pracovníci KHS JmK, kde bylo zjištěno, že možnými zdroji hluku jsou dva hudební kluby. K prokázání, zda dochází, v prostorech sloužících k ubytování státních zástupců, k překračování hygienickým limitů hluku stanovených nařízením vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, objednala KHS JmK u Zdravotního ústavu se sídlem v Brně (dále jen „ZÚ Brno“) měření hluku v chráněném vnitřním prostoru garsoniéry Nejvyššího státního zastupitelství. Požadovaný termín měření hluku byl stanoven na kterýkoliv čtvrtek a na noční dobu (tj. po 22 h).

Měření hluku bylo provedeno bez vědomí provozovatele dne 10. 4. od 22 – 24 h a měřicí místo bylo zvoleno v obývacím pokoji garsoniéry. Vzhledem k tomu, že hluk do pokoje garsoniéry pronikal stavební konstrukcí mezi objekty, byla měřena maximální hladina akustického tlaku A. Bylo měřeno hlukové pozadí (zdroj hluku mimo provoz) a hudební produkce tanečního klubu v době konání techno/funky techno akce, která byla v místě měření slyšet. Naměřená hodnota byla korigována na hlukové pozadí. V místě měření byla zjištěna výsledná maximální hladina akustického tlaku A – $L_{Amax} = 34, 2$ dB. Státní zdravotní dozor byl oznámen provozovateli po ukončení měření hluku.

Hygienický limit pro hluk ze stacionárních zdrojů, který proniká do chráněného objektu konstrukcemi je dle nařízení vlády č. 148/2006 Sb. stanoven pro chráněné vnitřní prostory staveb $L_{Amax} = 30$ dB pro noční dobu (22:00 – 6:00 h). Jde – li o hluk s tónovými složkami (za hluk s tónovými složkami se považuje hudba nebo zpěv) nebo má – li výrazně informační charakter (za hluk s výrazně

informačním charakterem se považuje řeč), přičte – li se další korekce – 5 dB, tzn. $L_{Amax} = 25$ dB pro noční dobu.

Porovnáním výsledné hladiny akustického tlaku A s hygienickým limitem hluku stanoveným nařízením vlády č. 148/2006 Sb., lze jednoznačně konstatovat, že měření hluku hudební produkce tanečního klubu v době konání techno/funky techno akce bylo zjištěno v obývacím pokoji garsoniéry prokazatelné překročení hygienického limitu hluku pro chráněné vnitřní prostory staveb a pro noční hodinu (o 9, 2 dB) a tím byla porušena povinnost vyplývající z § 32 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejné zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Dne 14. 5. se na KHS JmK dostavil provozovatel tanečního klubu, který byl seznámen s výsledky měření hluku a uvedl opatření, která míní provést, aby bylo dosaženo souladu s platnou legislativou. Výsledky měření hluku po provedených protihlukových opatření měly být dodány na KHS JmK nejpozději 16.6. Navržený způsob řešení KHS JmK akceptovala a požadovala po provedených protihlukových opatřeních předložit výsledky měření hluku ze všech zdrojů hluku (např. hudební aparatura, VZT apod. – nastavené na max. provozní výkon) tanečního klubu, prokazující v garsoniéře prokazatelné nepřekročení hygienických limitů hluku stanovených v platné legislativě pro chráněné vnitřní prostory staveb a noční dobu. V případě, že zdroje hluku budou muset být nějakým způsobem omezeny (např. nastavení hlasitosti aparatury, nastavení výkonu VZT apod.) požadovala KHS JmK dokladovat trvalé zajištění tohoto omezení. Za porušení povinnosti v oblasti ochrany zdraví před hlukem, které bylo zjištěno orgánem ochrany veřejného zdraví, byla provozovateli tanečního klubu uložena, ve zkráceném řízení, pokuta.

Provozovatel hudebního klubu zaslal na KHS JmK žádost o posunutí termínu (16. 6.), do kdy měly být dodány výsledky měření. ZÚ Brno provedl měření dne 31. 5. od 22 h ve stejném prostoru garsoniéry za provozu sestavy na reprodukovanou hudbu a výsledek měření byl $L_{Amax} = 24, 6$ dB, tudíž nedošlo k překročení hygienických limitů akustického tlaku. V protokolu chyběly údaje o měřené aparatuře, o případné aktivaci limitéru a o typu hudební produkce. Nově vystavený protokol byl předložen KHS JmK dne 31. 10.

Dne 9. 12. byl zaměstnanci KHS JmK v tanečním klubu proveden státní zdravotní dozor. Na místě samém byla provedena kontrola provedení protihlukových opatření. Provozovatel uvedl, že i když v současnosti jsou protihluková opatření vyhovující, plánuje v následujícím roce provést další opatření. Opatření budou spočívat v zaizolování basových reproduktorů tlumícím materiálem a dále je naplánována výměna stávající hudební aparatury (vč. limitéru) za modernější. Na této aparatuře se budou moci upravovat jednotlivé hudební styly tak, aby výsledná hladina akustického tlaku A splňovala hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb. Po provedených opatřeních a výměně hudební aparatury provede provozovatel kontrolní měření hluku v obytných prostorech Nejvyššího státního zastupitelství.

8. Závěr

Hluk se stává poslední dobou dominantní škodlivinou nejen v pracovním, ale i v mimopracovním prostředí. Bohužel imisní znečištění nadále stoupá. Proto se v mnoha zemích přistoupilo k legislativnímu opatření, jejich výsledkem je řada zákonů, norem a jiných právních předpisů, které zabrání nebo aspoň minimalizují škodlivému působení hluku na populaci. V pracovním prostředí se již začali konstruovat přesné a kvalitní stroje, které nejsou už tolik hlučné jak starší stroje. Toto se vše projeví i v oblasti ekonomické, protože hlučné stroje se špatně prodávají.

Důležitá je zdravotnická osvěta, aby byli lidé dostatečně informováni o nebezpečí hluku, na místě je i drastická varující informace (např.: „Nemyslíš, ohluchneš“). Mnohem lepší je ale využívání jiných argumentů na snižování nadbytečného hluku, např. aby si lidé uvědomili vzácnost výskytu a tím zvyšující se hodnotu ticha.

Závěrem bych tedy uvedla, že významný je boj proti nadměrnému, zdravotně škodlivému hluku a ne boj proti hluku vůbec. Existuje totiž specifické spektrum zvuků, které jsou pro dané místo natolik charakteristické, že přispívá k naší identifikaci s tímto místem, k nárůstu dojmů, že místo je důvěrně známé, útulné a na člověka mají tyto pocity pozitivní psychologické účinky.

9. Souhrn

Ve své práci jsem se zaměřila na hodnocení zdravotních rizik v pracovním a mimopracovním prostředí. Popisuji zde biologické účinky na sluchový aparát a nepříznivé účinky hluku na zdraví člověka, dále rozdělení hluku podle typu a jejich zdroje. Z výsledků vyplívá, že hlučnost nezpůsobuje u exponovaných osob specifická onemocnění, nýbrž celkově zhoršuje jejich zdravotní stav a přispívá k dřívějšímu propuknutí chorob, které by se jinak projevíly později a zhoršují jejich průběh.

V oblasti prevence a ochrany jsou popisovány možnosti v pracovním i mimopracovním prostředí. Nejdůležitější prevencí v oblasti hluku bych na prvním místě uvedla především legislativní opatření. Nejvíce účinným opatřením je snížení hlučnosti přímo u zdroje.

Dále je v mé práci pojednáno o možnostech měření hluku a rozdělení prací s expozicí hluku do čtyř kategorií, které jsou dány legislativou.

V závěru jsem popsala kazuistiku při posuzování zdravotních rizik při činnosti odborných pracovníků hygienických stanic včetně výkonu státního zdravotního dozoru nad plněním hygienických limitů hluku stanovených právními předpisy k ochraně veřejného zdraví. V kazuistice je uveden postup při řešení stížnosti na hluk z hudebního klubu.

Summary

In my work I have focused on evaluating health risks in the work-environment. I describe a biological effect on the auditory apparatus and the adverse effects of noise on human health, the breakdown of noise according to its types and its sources. The results show that the noise does not cause specific disease to the exposed persons, but generally their health status is getting worse and contributes to the earlier breakout of disease that would otherwise be reflected later and worsens their process.

In the part of the prevention and protection the options are described in the work and off – work environment . The most important prevention of noise I would firstly state above all the legislative measures. The most effective precaution is to reduce noise at its source.

Further it is in my work dealt with the possibilities of the noise measurement and division of work with exposure to noise in four categories, which are set by legislation.

In conclusion, I described a case report in assessing health risks in the work of health professionals, including hygienic stations, including the public health surveillance of health conditions discharging noise limits established the law to protect public health. The case report is presented a procedure for resolving complaints about noise from a music club.

10. Seznam použité literatury

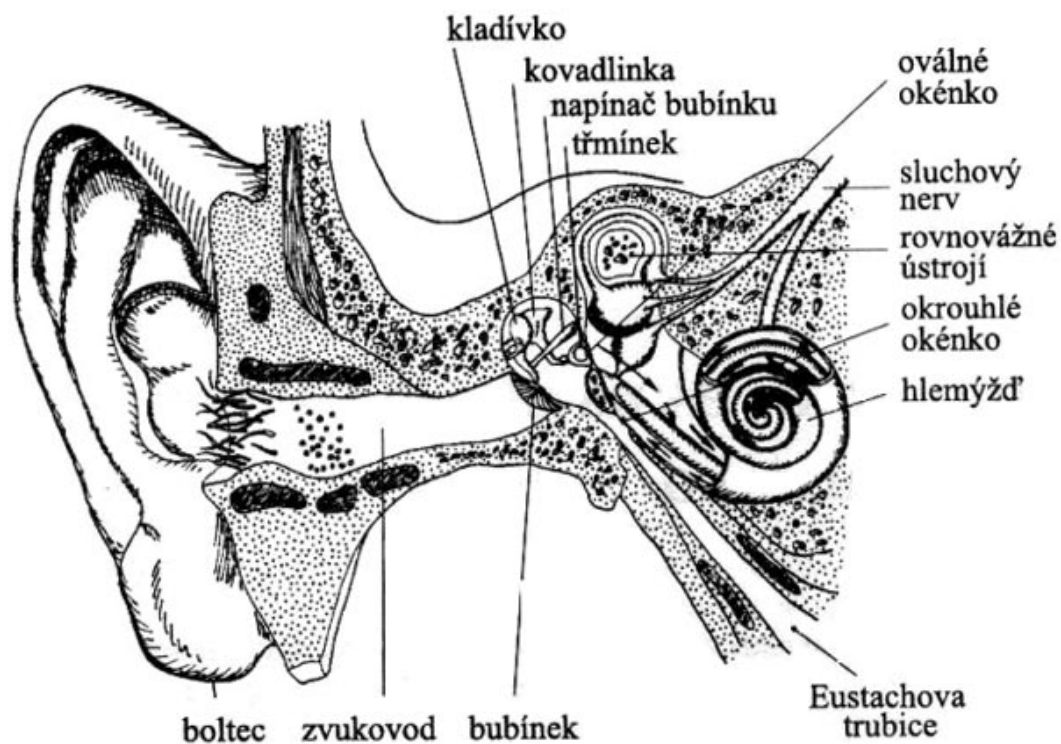
1. HAVRÁNEK, Jiří et al. *Hluk a zdraví*. Praha: Avicenum, 1990, 280 stran, ISBN 80-201-0020-2
2. BENCKO, Vladimír et al. *Hygiena – Učební texty k seminářům a praktickým cvičením*, Praha: Karolinum, 1998, Hluk, 186 stran, ISBN 80-7184-551-5.
3. SMETANA, Ctirad et al. *Hluk a vibrace*. Praha: Sdělovací technika, 1998, 190 stran, ISBN 80-901936-2-5.
4. NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. Praha: ČVÚT, 2009. Metody boje proti hluku, s. 400. ISBN 978-80-01-04347-1
5. Doucha, Pavel. *Hluk a emise*. Tábor, 2007. (cit. 2010-05-10). Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/index.php?section=hluk>
6. LUSTIGOVÁ, Michaela. *Prevence a ochrana před hlukem*. Praha: SZÚ, 3. 12. 2007 (cit. 2010-05-10). Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/prevence-a-ochrana-pred-hlukem?highlightWords=hluk>
7. Ministerstvo vnitra České republiky. *Vyhláška č. 432/2003 Sb., podmínky pro zařazování podmínek do kategorií-* (cit. 2010-05-10). Dostupné z: http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=432%2F2003&number2=&name=&text=
8. Ministerstvo vnitra České republiky. *Narizení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací č. 148/2006 Sb.* (cit. 2010-05-10)
Dostupné z: http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=148%2F2006&number2=&name=&text=
9. PEKTOR, Radim. *Kategorizace prací*. Kroměříž, 2010. (cit. 2010-05-10)
Dostupné z: <http://www.kategorizace-praci.cz/>
10. Zdroj: Rosina, J. et al., *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006, 232 str., ISBN 80 – 247 – 1383 – 7.

11. Přílohy

Seznam příloh:

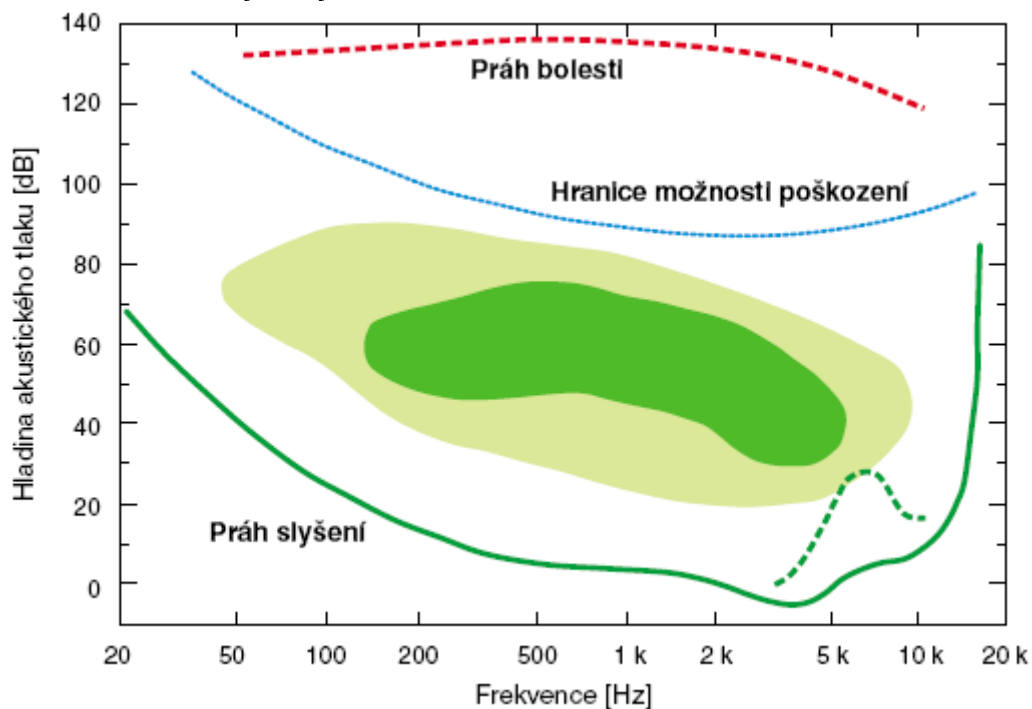
- Anatomie sluchového orgánu
- Oblast slyšitelných frekvencí zvuku
- Vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání v letech 2002 – 2009
- Hladiny hlasitosti různých zdrojů hluku
- Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – den
- Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – noc
- Počty stížností dle zdroje hluku v roce 2004 a 2005
- Základní limity pro venkovní hluk
- Základní limity pro vnitřní hluk

Obrázek 1 – Anatomie sluchového orgánu



Zdroj: http://www.audiocity.cz/clanky/Sluchove_ustroji/SchemaUcha.jpg

Obrázek 2 – Oblast slyšitelných frekvencí zvuku



Zdroj: <http://www.zubrno.cz/studie/kap06.htm>

Tabulka č. 1: Vývoj počtu hlášených případů nemocí z povolání v letech 2002 - 2009

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Porucha sluchu způsobená hlukem	18	33	31	22	22	25	19	22
Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory	544	506	520	546	480	629	693	593
Hlášené nemoci z povolání celkem	1531	1486	1329	1340	1150	1228	1327	1245

Zdroj: Národní registr nemocí z povolání SZÚ, dostupné z:

http://www.szu.cz/uploads/Nemoci_z_povolani_v_CR_2009.pdf

Tab.č.2: Hladiny hlasitosti různých zdrojů hluku

HLADINA HLASITOSTI	dB
Práh slyšení	0
Mírný pohyb listí stromů	10
Šeptaná řeč, tichá ulice	20
Normální hlasitost řeči	40
Osobní automobil	50
Rušná ulice, křik	70
Automobilové signály	90
Pneumatické kladivo na kovu	110
Hluk letadlového motoru ve vzdálenosti 4 m	120
Práh bolesti	130

Zdroj: Rosina, J. et al., *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006, 232 str., ISBN 80 – 247 – 1383 – 7.

Tab. č. 3: Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – den ($L_{Aeq, 6-22h}$)

Nepříznivý účinek	dB(A) den						
	40–45	45–50	50–55	55–60	60–65	65–70	70+
Sluchové postižení*							
Zhoršené osvojení řeči a čtení u dětí							
Ischemická choroba srdeční							
Zhoršená komunikace řečí							
Silné obtěžování							
Mírné obtěžování							

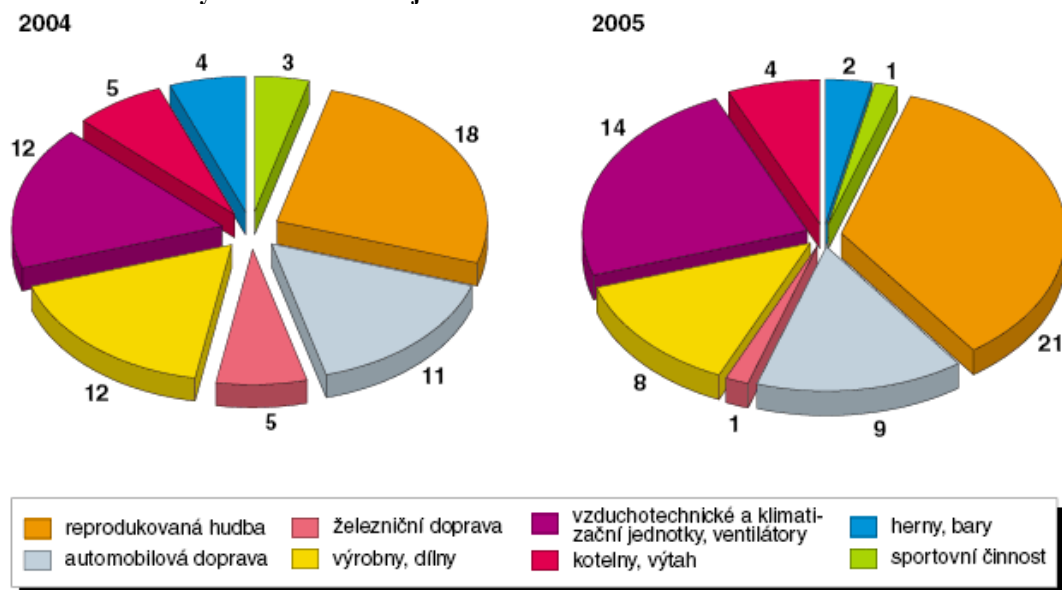
Zdroj: <http://www.zubarno.cz/studie/kap06.htm>

Tab. č. 4: Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – noc ($L_{Aeq, 22-6}$)

Nepříznivý účinek	dB(A) noc					
	35–40	40–45	45–50	50–55	55–60	60+
Zhoršená nálada a výkonnost následující den						
Subjektivně vnímaná horší kvalita spánku						
Zvýšené užívání sedativ						
Obtěžování hlukem						
Zvýšená nemocnost						

Zdroj: <http://www.zubarno.cz/studie/kap06.htm>

Obrázek 3 – Počty stížností dle zdrojů hluku v roce 2004 a 2005



Zdroj: <http://www.zubrno.cz/studie/kap06.htm>

Tab. č. 5: Základní limity pro venkovní hluk (např. u obytných domů)

VENKOVNÍ HLUK	DEN (6:00 – 22:00)	NOC (22:00 – 6:00)
Základní limit – pro hluk jiný než z dopravy	50 dB	40 dB
Pro hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
Pro hluk ze železniční dopravy	55 dB	50 dB
Pro hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
Pro hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
Pro starou hlukovou zátěž	70 dB	60 dB
Pro starou hlukovou zátěž u železničních drah	70 dB	65 dB

Zdroj: <http://hluk.eps.cz/index.php?section=hluk&page=limity>

Tab. č. 6: Základní limity pro vnitřní hluk (uvnitř obytných místností)

VNITŘNÍ HLUK	DEN (6:00 – 22:00)	NOC (22:00 – 6:00)
Základní limit	40 dB	30 dB
Pro hluk ze silniční dopravy (neplatí pro stavby ukončené po 1. 6. 2006, u nichž se použije základní limit)	45 dB	35 dB
Pro hluk z hudby, zpěvu a řeči	35 dB	25 dB

Zdroj: <http://hluk.eps.cz/index.php?section=hluk&page=limity>