

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Zdravotně sociální fakulta**

**Vliv prostředí na krátkodobou kvalitu sluchu**

Bakalářská práce

Autor: Ivana Kumpová  
Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Chval, Ph.D.

4. 5. 2009

## **Abstract of the Bachelor Thesis**

### **The Influence of Environment on the Short-Term Quality of Hearing**

Sound is one of the fundamental parameters monitored during the classification of work hygiene. More and more attention has been paid to the evaluation and management of noise outdoors. Frequent exposure to noise may result in hearing impairment. Exposure to a loud sound results in an acute increase of the threshold of audibility, especially for frequencies similar to those of the given sound. However, the hearing goes back to normal after a certain period of time. Repeated exposure to the high intensity sounds shifts the threshold of audibility gradually but permanently upwards. The loss of hearing gradually excludes people from regular life and forces them to compensate their disability. As a preventive measure in the working environment the employers shall provide to their employees hearing protection aids in order to eliminate such cases.

The main objective of this thesis was to prove the harmful effect of noise on hearing in the working environment and to propose potential solutions. The project also refers to the efficiency of employment of hearing protection aids in a noisy working environment.

This bachelor thesis deals with a survey of thresholds of audibility among workers of an engineering factory, depending on various noise conditions in the working environment. Audiometric curves of persons exposed the sound intensity exceeding 85 dB for a prolonged period of time were taken immediately after the exposure (after the working hours). The measured data were compared with reference audiograms taken after a quiet period (before the working hours). Dependence of changes in the threshold of hearing on various factors was investigated for the individual surveyed persons, while in practical terms the most important one was the dependence on the type of the employed hearing protection aids.

The thesis also evaluates how the hearing loss is affected by the noise level at the workplace, method of transport to work and frequency of the sound.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vliv prostředí na krátkodobou kvalitu sluchu vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 4. 5. 2009

.....

Ivana Kumpová

**Poděkování:**

Ráda bych touto cestou vyjádřila svůj dík Mgr. Zdeňku Chvalovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytl. Rovněž bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Přemyslu Záškodnému, CSc., za pomoc se statistickým zpracováním výsledků a MUDr. Aleši Hejlkovi za pomoc v orientaci v pracovně lékařské problematice. V neposlední řadě patří mé díky zaměstnancům Vojenského opravárenského podniku 025 Nový Jičín, státního podniku, za spolupráci a umožnění naměření hodnot pro zpracování mé práce, a matce, Jarmile Kumpové, za jazykovou korekturu.

## Obsah:

Úvod .....	8
1. Současný stav I – Biologické účinky zvuku .....	9
1.1. Nepříznivé účinky hluku na člověka .....	9
1.2. Shrnutí anatomie sluchového ústrojí .....	10
1.2.1. Zevní ucho .....	10
1.2.2. Střední ucho .....	10
1.2.3. Vnitřní ucho .....	11
1.3. Mechanismus slyšení .....	12
1.4. Převodní poruchy sluchu .....	15
1.5. Percepční poruchy sluchu .....	16
1.6. Kombinované poruchy sluchu .....	17
1.7. Profesionální onemocnění .....	18
1.8. Posouzení profesionality .....	18
1.9. Audiometrie .....	19
1.9.1. Tónová audiometrie .....	19
1.9.2. Slovní audiometrie .....	21
1.9.3. Objektivní audiometrie .....	22
2. Současný stav II – Prostředí a hluk .....	23
2.1. Biofyzikální základ .....	23
2.2. Principy a metody měření hluku .....	24
2.2.1. Akustický tlak, intenzita zvuku a její hladina .....	24
2.2.2. Zvukoměry .....	24
2.2.3. Ekvivalentní hladina akustického tlaku .....	25
2.3. Kategorizace prací .....	26
2.3.1. Kategorie první .....	27
2.3.2. Kategorie druhá .....	27
2.3.3. Kategorie třetí .....	27
2.3.4. Kategorie čtvrtá .....	27
2.4. Hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku .....	27

2.5. Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku .....	28
2.5.1. Technická opatření.....	28
2.5.2. Organizační opatření.....	28
2.5.3. Náhradní opatření .....	28
2.5.4. Zdravotní prevence .....	29
2.6. Legislativa ochrany zdraví před hlukem .....	29
2.6.1. Zodpovědné orgány .....	29
2.6.2. Zákon č. 20/1966 Sb. o péči o zdraví lidu .....	29
2.6.3. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví.....	30
2.6.4. Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.....	30
2.6.5. Vyhláška č. 13/1977 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací .....	30
3. Základy statistiky použité pro potřeby zpracování .....	31
3.1. Formulace statistického šetření .....	31
3.2. Škálování .....	31
3.3. Empirické parametry .....	32
3.3.1. Obecný moment r-tého řádu .....	32
3.3.2. Centrální moment 2. řádu .....	32
3.3.3. Normovaný moment 3. řádu .....	32
3.3.4. Normovaný moment 4. řádu .....	33
3.4. Normální rozdělení a jeho parametry .....	33
3.5. Aparát neparametrického testování .....	34
3.6. Průběh testování .....	35
4. Cíle práce a hypotézy.....	36
4.1. Cíle práce.....	36
4.2. Hypotézy.....	36
5. Metodika .....	37
5.1. Použité metody měření .....	37
5.2. Charakteristika výzkumného souboru .....	37

6. Průběh měření.....	38
6.1. Měření intenzity zvuku.....	38
6.2. Tónová audiometrie.....	38
7. Výsledky měření.....	39
7.1. Orientační výsledky měření hluku na vybraných místech.....	39
7.2. Závislost posunu sluchového prahu na hlučnosti pracoviště.....	39
7.3. Sluchová ztráta dle Fowlera v závislosti na věku probandů.....	41
7.4. Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na způsobu dopravy do zaměstnání	43
7.5. Rozdíl ve sluchové ztrátě dle Fowlera před a po vystavení pracovníků vlivu hluku ve výkonu povolání v závislosti na použití ochranných pomůcek .....	44
7.6. Závislost sluchových ztrát dle Fowlera na dnech v týdnu (zahlušení) – teoretická úvaha .....	47
7.7. Frekvenční závislosti posunu sluchového prahu bez použití ochranných pomůcek sluchu .....	47
8. Diskuse.....	50
9. Závěr .....	51
10. Seznam použitých zdrojů.....	53
11. Klíčová slova .....	55
12. Seznam příloh .....	56

## Úvod

Zvuk je jedním ze základních sledovaných parametrů v pracovní hygieně. Při opakované expozici je zaměstnavatel povinen zajistit svým zaměstnancům ochranné pomůcky. Stále větší pozornost se věnuje i hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí. Chybou je, že méně pozornosti je zatím věnováno zdravotním rizikům plynoucím například z častých návštěv diskoték a hudebních produkcí.

Vzhledem k tomu, že prostředí, ve kterém se pohybujeme, je samo o sobě pojmem velice širokým, bylo těžké vybrat sféru, v níž by bylo možné prokázat jeho jak již krátkodobé, tak i dlouhodobé účinky na sluch člověka co nejlépe. Nejčastěji je lidský sluch nedobrovolně vystavován účinkům hluku v pracovním prostředí, dále pak například v městském provozu a v domácnostech. V průběhu života se jeho účinky projevují postupnou ztrátou sluchu. Je statisticky dokázáno, že mladí lidé obecně slyší lépe, než starší generace. Tato ztráta sluchu postihuje schopnost vnímat zvuk zejména o vysokých frekvencích, s postupem času i vnímání zvuku o frekvencích nižších. Hlučné prostředí však postihuje sluch, tedy schopnost vnímat zvuky, i krátkodobě. Při vystavení se zvuku o vysoké intenzitě po určitou dobu akutně stoupá práh slyšitelnosti, a to zejména na frekvencích shodných s frekvencemi daného zvuku. Po jisté době se ale sluch vrací zpět k normálu.

Pro co nejširší ilustraci výše uvedených faktorů bylo využito výsledků tónové audiometrie u zaměstnanců strojírenského podniku. Byly proměřeny audiometrické křivky u osob vystavených po delší dobu hladině intenzity zvuku větší než 85 dB bezprostředně po expozici (po pracovní době). Naměřená data byla porovnána s referenčními audiogramy získanými za klidových podmínek (před pracovní dobou). Zpracovány byly závislosti změn prahu slyšení jednotlivých probandů na nejrůznějších faktorech. Z praktického hlediska za nejdůležitější považují závislost na používání ochranných pomůcek sluchu. V práci byly vyhodnoceny rovněž závislosti na hlučnosti pracoviště, věku, způsobu dopravy do zaměstnání a frekvenční závislosti.



## 1. Současný stav I – Biologické účinky zvuku

### 1.1. Nepříznivé účinky hluku na člověka

O tom, že hluk má nepříznivé účinky na zdraví se můžeme přesvědčit v nejedné lékařské nebo statistické studii. Sluch mimo jiné slouží člověku jako varovný a dorozumívací systém. Organismus reaguje na hluk zrychlením srdečního tepu, zvýšením krevního tlaku, vasokonstrikcí, zvýšením hladiny adrenalinu a ztrátami hořčíku. Dlouhodobé nebo opakované vystavování se účinkům hluku vede k hypertenzi, zvýšenému riziku náhlých srdečních příhod a vyššímu výskytu civilizačních chorob v důsledku celkové nepohody organismu.

Specificky může hluk zapříčinit akutní akustické trauma, poruchy sluchu z hluku, maskování, zhoršení zpracování nových poznatků aj. Hlavními funkčními poruchami jsou aktivace CNS, vyvolávající vegetativní, hormonální a biochemické reakce a poruchy spánku, a porucha motorických funkcí, jako je změna zrakového pole a poruchy koordinace pohybu vedoucí k vyšší úrazovosti. Z psychologického hlediska pak může pobyt v hlučném prostředí vyvolávat únavu, nespavost, ztrátu pozornosti, podrážděnost, deprese až agresivitu a snižuje kvalitu a hloubku spánku.

Expozice intenzivnímu hluku vyvolá nejdříve dočasný posun sluchového prahu. Nejdiskutovanější a nejznámější jsou samozřejmě různé trvalé vady a poškození sluchu. Poškození sluchu může nastat při krátkodobém vystavení se hluku vyššímu než 130 dB, opakovaných účincích hluku nad 85 dB, nebo dlouhodobým účinkem hluku nad 70 dB. Zde může docházet k oboustrannému trvalému posunu sluchového prahu. Toto poškození je většinou nevratné a lze jej posoudit jako profesní nedoslýchavost.<sup>(15)(17)</sup>

Pro ilustraci nepříznivých účinků hluku v Evropě uvádím statistická data z článku Hluk a lidé v číslech: Až 40% evropské populace je vystaveno takové intenzitě hluku, která může způsobit škody na zdraví. V Praze je nadlimitním hlukem zasaženo kolem 7,6 % obyvatel, tedy přes 90000 lidí. Asi 200000 obyvatel Berlína žije v ulicích, kde jsou překročeny limity pro hluk. Kvůli hluku z dopravy je v Dánsku ročně hospitalizováno 800–2200 osob a dochází ke 200–500 samovolným potratům. V Evropě je dlouhodobý vliv dopravního hluku příčinou tří procent všech úmrtí na srdeční selhání.<sup>(1)</sup>

## ***1.2. Shrnutí anatomie sluchového ústrojí***

Čidlem pro vnímání zvuků je sluchový orgán. Ten je tvořen zevním, středním a vnitřním uchem a sluchově – rovnovážným nervem. Většina jeho struktur je umístěna do spánkové kosti. Zevní ucho se skládá z boltce a zvukovodu. Střední ucho zahrnuje bubínek, středoušní dutinu se sluchovými kůstkami a sluchovou trubici. Vnitřní ucho je složeno z hlemýždě a vestibulárního statokinetického aparátu.<sup>(4)</sup>

### **1.2.1. Zevní ucho**

Ušní boltec je párový plochý útvar přiléhající z boku k hlavě v úhlu 20 – 45°. Jeho podklad (s výjimkou ušního lalůčku) tvoří charakteristicky zprohýbaná elastická chrupavka, která je z obou stran kryta bohatě cévně zásobenou kůží.

V místě, kde se boltec nálevkovitě zužuje, můžeme najít začátek zevního zvukovodu. Jedná se o zahnutou trubici oválného průřezu o průměru přibližně 2,5 cm směřující ke středoušní dutině. Skládá se ze zevní chrupavčité a vnitřní kostěné části.<sup>(4)</sup>

### **1.2.2. Střední ucho**

Bubínek je tenká růžově šedavá membrána nálevkovitě vtažená do středoušní dutiny. Zde se z jeho středoušní strany připojuje rukojeť kladívka. Bubínek je postaven zešikma, přední stranou dovnitř a zadní stranou ven. Tím jsou způsobeny jeho rozdílné rozměry. Transverzálně má 8 – 9 mm, zatímco vertikálně 9 – 10 mm. Tloušťka bubínku je přibližně 0,1 mm.

Dutina bubínková je prostor nacházející se mediálně za bubínkem. Je uložena ve spánkové kosti a má tvar nepravidelného hranolu, jehož objem se pohybuje mezi 0,75 – 1 cm<sup>3</sup>. Je vyplněna vzduchem a pokryta tenkou sliznicí.

Sluchové kůstky vytvářejí kloubně spojený řetězec mezi bubínkem a oválným okénkem. Jeho hlavním úkolem je přenos chvění bubínku, způsobeného zvukovými vlnami, do nitroušního labyrintu vyplněného perilymfou.

Středoušní dutina obsahuje také dva svaly s ochrannou funkcí, které brání poškození sluchového orgánu při nadměrných zvukových podnětech. Jsou to sval napínač bubínku a sval třmínkový.

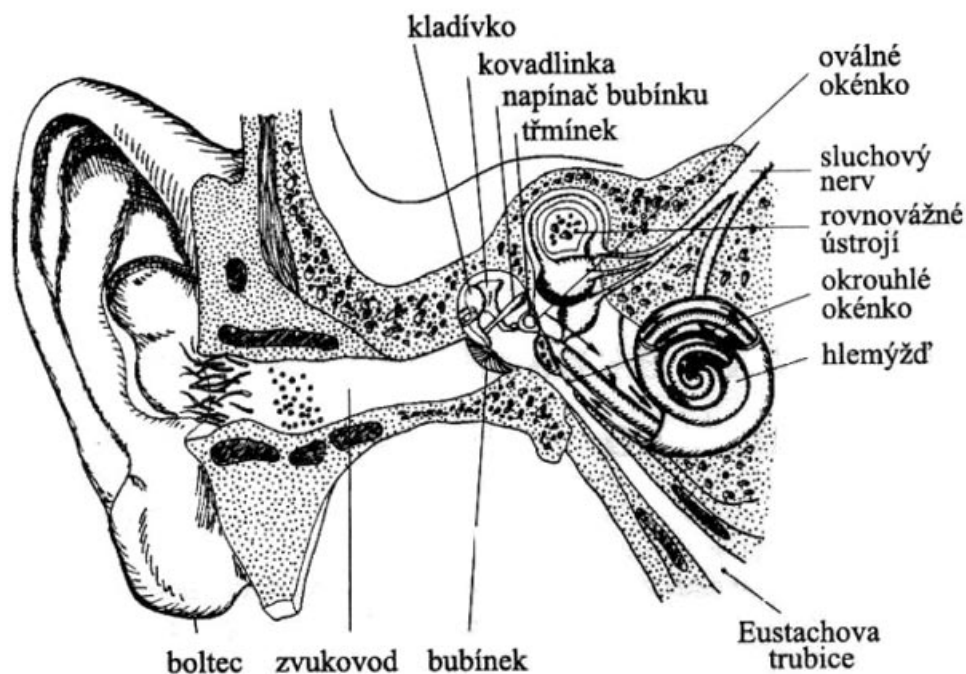
Eustachova trubice spojuje středoušní dutinu s nosohltanem. Jejím úkolem je přivádět vzduch do středouší a vyrovnávat tlakové rozdíly. Její délka je přibližně 3 cm.

Skřípkový systém se společně s Eustachovou trubicí podílí na vyrovnávání tlaků ve středoušní dutině. Je uložen mimo středouší – v bradavkovém výběžku kosti spánkové, který je hmatný pod kůží vzadu za uchem. Se středouším je propojen prostřednictvím otvoru pod stropem zadní stěny středoušní dutiny.<sup>(5)(10)</sup>

### 1.2.3. Vnitřní ucho

Vnitřní ucho je tvořeno blanitým labyrintem uloženým ve skalní kosti. Skládá se z vestibulárního aparátu a z hlemýždě. Vestibulární aparát je statickým orgánem pro vnímání polohy hlavy vzhledem ke svislému směru. Hlemýžď je sluchovým ústrojím.

Hlemýžď je podélně rozdělen na dva kanálky. Jeden komunikuje s oválným okénkem, druhý s kruhovým. Oba kanálky jsou spolu spojeny na vrcholu hlemýždě. Od kostěné lišty, oddělující oba kanálky, vybíhají dvě membrány – baziliární a Reissnerova. Na baziliární membráně se nachází vlastní smyslové ústrojí – Cortiho orgán.<sup>(5)</sup>



Obrázek č. 1: Schéma anatomie sluchového ústrojí<sup>(6)</sup>

### ***1.3. Mechanismus slyšení***

Sluchový orgán reaguje na tlak vyvolávaný pohybem molekul a patří proto mezi mechanoreceptory. Je ze všech mechanoreceptorů nejcitlivější, zaznamenává energii již o hodnotě asi  $5 \cdot 10^{-23}$  J. Lidské ucho vnímá zvukové vlny v rozsahu frekvencí 16 – 20000 Hz, nejcitlivější je pro tóny v oblasti 1000 – 3000 Hz (oblast mluveného slova).

Zvukové vlny jsou nejprve zachyceny ušním boltcem. Tlaková zvuková vlna pak pokračuje vnějším zvukovodem k bubínku. Molekuly vzduchu ve fázi zhuštění narážejí více na membránu bubínku a způsobují, že se prohýbá do dutiny středního ucha. Z bubínku se zvuková energie převádí dále dutinou středního ucha soustavou sluchových kůstek na membránu oválného okénka vnitřního ucha. <sup>(6)</sup>

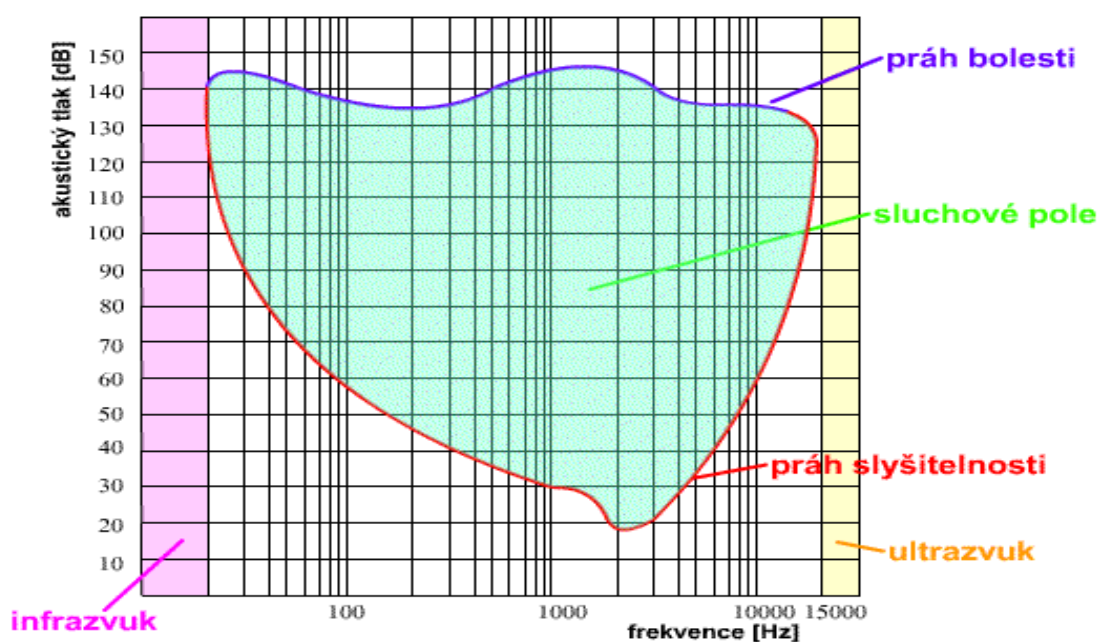
Sluchové receptory (vláskové buňky) jsou součástí Cortiho orgánu. Svými vláskovitými výběžky se těsně dotýkají krycí membrány. Zvukové vlny se přenášejí sluchovými kůstkami na oválné okénko, které rozechvěje perilymfu, v níž je uložen blanitý hlemýžď. Vlnění se přenáší na endolymfu v blanitém hlemýždi. Kmity endolymfy způsobují posun krycí membrány proti membráně bazální, na níž spočívají vláskové buňky. Vlnění perilymfy se vyrovnává vyklenutím kulatého okénka do bubínkové dutiny středního ucha.

Každá z vláskových buněk je vybavena asi 100 vlásky, které jsou v těsném kontaktu s krycí membránou. Relativní pohyb obou membrán proti sobě vede k nepatrnému ohybu vlásků, což vyvolává jejich podráždění. Velikost vychylování bazální membrány a tím i pohyb vlásků se různí podle frekvence vibrací zvukového zdroje a má proto zásadní význam pro rozlišování výšky tónů. <sup>(6)</sup>

Vláskové buňky jsou ve spojení s vlákny nervových buněk VIII. hlavového nervu. Podrážděním vláskových buněk se na nervová vlákna přenáší akční potenciály, které jsou vedeny do mozku kmene a odtud až do spánkového laloku mozku kůry, kde je umístěno sluchové centrum.

Zvukovou energii vnímá člověk jako sluchový vjem. Tento vjem je subjektivním počítkem. Dané intenzitě zvuku o dané frekvenci odpovídá určitá hlasitost. Sluchový orgán je však různě citlivý při různých frekvencích. Každá frekvence má svoji prahovou intenzitu, která vyvolá sluchový počitek. <sup>(6)</sup>

Celý rozsah zvuků, které vnímá lidské ucho (0–130 dB) nazýváme sluchovým polem. To je ohraničeno zdola prahem slyšení, shora prahem bolesti a ze stran frekvencí zvuku. Jde vlastně o jakousi závislost akustického tlaku v decibelech na frekvenci v Hertzích. Práh slyšení je nejmenší hodnota intenzity zvuku, která již vyvolá u dané osoby sluchový vjem. Práh bolesti je intenzita zvuku, při které vzniká pocit bolesti.



Obrázek č. 2: Sluchové pole <sup>(7)</sup>

Míra a závažnost poškození sluchu se v ČR hodnotí z prahového tónového audiogramu, výpočtem celkové procentuální ztráty podle Fowlera. Při celkové ztrátě sluchu do 20% si postižený poruchu zpravidla neuvědomuje, ztráty do 40% může kompenzovat zvýšenou pozorností a teprve při vyšších ztrátách má komunikační potíže. Zpočátku nerozumí řeči za ztížených akustických podmínek, později ani při běžných komunikačních situacích. Pro posudkové účely se využívá výpočtu procentuální ztráty dle Fowlera na frekvencích 0,5, 1, 2, 4 kHz vzdušného vedení a jejich průměrů pro pravé, levé a obě uši.

Tabulka hodnot pro výpočet ztráty sluchu dle Fowlera				
Hladina intenzity (v dB)	Frekvence			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
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	6,3	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

Obrázek č. 3: Tabulka pro výpočet sluchových ztrát dle Fowlera v procentech <sup>(16)</sup>

Výpočet sluchových ztrát dle Fowlera v procentech se provádí dle vzorce:

Monaurálně (pro každé ucho zvlášť): ztráta v % = (500 + 1000 + 2000 + 4000 Hz)

Binaurálně (pro obě uši): ztráta v % = (horší-lepší ucho)/4 + ztráta lepšího ucha <sup>(16)</sup>

#### ***1.4. Převodní poruchy sluchu***

Příčina převodních poruch je v zevním nebo středním uchu, kdy je poškozen nebo zcela znemožněn převod zvuků do vnitřního ucha. Často jsou spojeny i s bolestí v uchu nebo s výtokem z něj. Ztráta sluchu obvykle nepřesahuje 60 dB, takže zvuky hlasitější postižení slyšet mohou. Proto také právě tyto osoby nejvíce těží z pomoci sluchových pomůcek.

U převodních poruch bývá nejčastější příčinou obstrukce zvukovodu, zejména nahromaděním ušního mazu a jeho ztuhnutím v pevnou mazovou zátku, která brání zvuku proniknout k bubínku. Medicína má k odstranění mazové zátky aj. cizích těles k dispozici účinné prostředky.

Druhou nejčastější příčinou převodní sluchové poruchy bývá akutní zánět středního ucha. U častých, opakovaných zánětů může dojít k zjizvení středoušních struktur a vtažení bubínku do středouší, což způsobí trvalou sluchovou vadu. Ještě horší je situace při vzniku chronického středoušního zánětu, kde vždy dochází k perforaci bubínku; ta již může způsobit i trvalou sluchovou poruchu. Navíc mohou být chronickým zánětem poškozeny i sluchové kůstky, a v takovém případě je obtížnější i možná náprava.

Perforace bubínku může kromě zánětu vzniknout i úrazem, a to přímým poraněním různými předměty, může být také následkem náhlé a prudké změny atmosférického tlaku. Pokud se perforace nezahojí sama, lze ji řešit pomocí speciálního chirurgického zákroku – plastiky bubínku (myringoplastiky).

Další příčinou převodní sluchové poruchy je otoskleróza. Příčinou nedoslýchavosti u otosklerózy je přestavba kostí labyrintu. Novotvořená kost je objemnější, a když tento proces postihne krajinu oválného okénka, dochází i ke změnám na ploténce třmínku. Výsledkem je, že se třmínek v oválném okénku přestane pohybovat a nepřenáší zvukové vlny do vnitřního ucha.

Méně častými příčinami jsou vrozené vady zevního a středního ucha, které mohou být různého stupně a někdy jsou spojeny i s vývojovou poruchou ucha vnitřního. Převodní poruchu sluchu mohou vyvolat i úrazy hlavy, a to nejčastěji rozpojením či zlomením sluchových kůstek.<sup>(11)</sup>

### ***1.5. Percepční poruchy sluchu***

Vznikají při poškození vnitřního ucha a sluchové dráhy, jež má za následek porušené vnímání čili percepce zvuku. U těchto poškození je třeba rozlišit, zda jsou lokalizovány přímo v hlemýždi, pak mluvíme o nedoslýchavosti kochleární, nebo za hlemýžděm ve sluchovém nervu či dráze, pak se jedná o poruchu retrokochleární. Pokud je porucha v oblasti sluchové dráhy za sluchovým nervem (v podkorové a korové oblasti CNS), mluvíme o poruše centrální. Vznikají za velmi rozličných okolností.

Poruchy získané v průběhu nitroděložního vývoje jsou nejčastěji způsobeny virovými onemocněními, z nichž zejména zarděnky způsobují velmi často těžké poruchy sluchu až hluchotu. Při kontaktu s touto infekcí je u těhotných žen nutné provést sérologické vyšetření a při vzestupu protilátek je indikováno umělé přerušování těhotenství. Méně často vyvolává obdobná poškození i virus chřipky. Změny na sluchovém orgánu plodu v průběhu nitroděložního vývoje však mohou způsobit i nevhodné léky, toxické látky, úrazy nebo ozáření matky během těhotenství.

Dvěma hlavními příčinami ohluchnutí v dětském věku bývají záněty mozkových blan, zejména u meningokokových infekcí, a úrazy hlavy. U zánětu mozkových blan je nebezpečí proniknutí infekce do vnitřního ucha, kde zánět způsobí vždy hluchotu. Další nepříjemnou komplikací tohoto onemocnění je, že dochází k nadměrné tvorbě kosti v hlemýždi. Úrazy hlavy jsou u dětí velmi časté a mohou mít za následek těžký otřes labyrintu s trvalou poruchou jeho funkce. Hluchotu způsobují zlomeniny kosti skalní, v níž je labyrint uložen. Obě postižení však mohou být pouze jednostranná.

Některé sluchové vady jsou geneticky vázané, tedy dědičné. Objeví-li se proto u dítěte vrozená sluchová vada bez jakékoli zjevné příčiny, je třeba provést genetické vyšetření obou rodičů.

Většina percepčních poruch u dospělých je způsobena nedostatečným prokrvením. Smyslové buňky hlemýžde jsou velmi náročné na neustálé a dostatečné zásobování kyslíkem. I krátkodobě snížený přísun kyslíku způsobí dočasné, ale častěji trvalé poškození smyslových buněk. To se projeví zhoršením sluchu, zpočátku hlavně v oblasti vysokých tónů. Porucha může vzniknout postupně, ale i zcela náhle. Podobně působí i nadměrný hluk. I v tomto případě může mít poškození sluchu charakter náhlý,



například při výstřelu těsně u ucha, nebo dlouhodobý, třeba při práci v nadměrně hlučném prostředí. Stejně nebezpečí hrozí i z neúnosně hlasitých walkmanů, z hudby na diskotékách či z rockových koncertů s příliš výkonnými reproduktory. Proto je nutné se před nadměrným hlukem chránit vhodnými sluchovými chrániči a vyvarovat se zbytečného pobytu ve velkém hluku. Nošení chráničů sluchu je samozřejmostí v hlučných pracovních provozech, na střelnicích, ale i při jakékoliv práci s hlučnými stroji. Ke zhoršení sluchu mohou vést i virová onemocnění, neboť viry často infikují právě nervovou tkáň. Stále častější je poškození sluchu při chřipkách s těžším průběhem, při onemocnění pásovým oparem v krajině ucha a také při příušnicích. Další příčinou poruch sluchu jsou látky, s nimiž člověk přichází do styku a které jsou ototoxické. Patří mezi ně například těžké kovy, organická rozpouštědla a některé léky.

Všechny tyto uvedené příčiny mohou kromě sluchových poruch vyvolat ještě další příznak poškození sluchového orgánu, a to ušní šelest (tinnitus). Ten může mít podobu různých šumů, hučení, pískání či zvonění, může být občasný, ale častěji trvalý. Postiženého obtěžuje někdy mnohem více než nedoslýchavost či hluchota.

Jedním z hlavních, avšak bohužel neodstranitelných rizikových faktorů nedoslýchavosti je věk. Zhoršování sluchu ve vyšším věku je přirozený proces, podobně jako u zraku a jiných funkcí. Stařecká nedoslýchavost (presbykusie) se opět projevuje nejprve v oblasti vysokých tónů, až postupem času se posouvá k tónům nižším. Přidává se zde i zhoršená schopnost správně rozpoznávat jednotlivá slova, což je dáno atrofii mozkové kůry, zejména u sklerózy mozkových tepen. Míra těchto změn a rovněž věk, ve kterém se začnou projevovat, je individuální.<sup>(12)</sup>

### ***1.6. Kombinované poruchy sluchu***

Poruchy, kdy se převodní i percepční poruchy vyskytují současně na tomtéž uchu, nazýváme kombinovanou nedoslýchavostí. Její nejčastější příčinou je dlouhotrvající chronický středoušní zánět, kdy působením bakteriálních toxinů dojde časem k poškození vnitřního ucha, a tak se k původní převodní poruše přidá i porucha percepční.

### ***1.7. Profesionální onemocnění***

Při akutní expozici hluku dochází k akustickému traumatu, chronická expozice způsobuje symetrickou percepční (kochleární) poruchu sluchu. Pro diagnostiku je nutné provést otorhinolaryngologické a opakované audiometrické vyšetření, někdy i objektivní audiometrii.

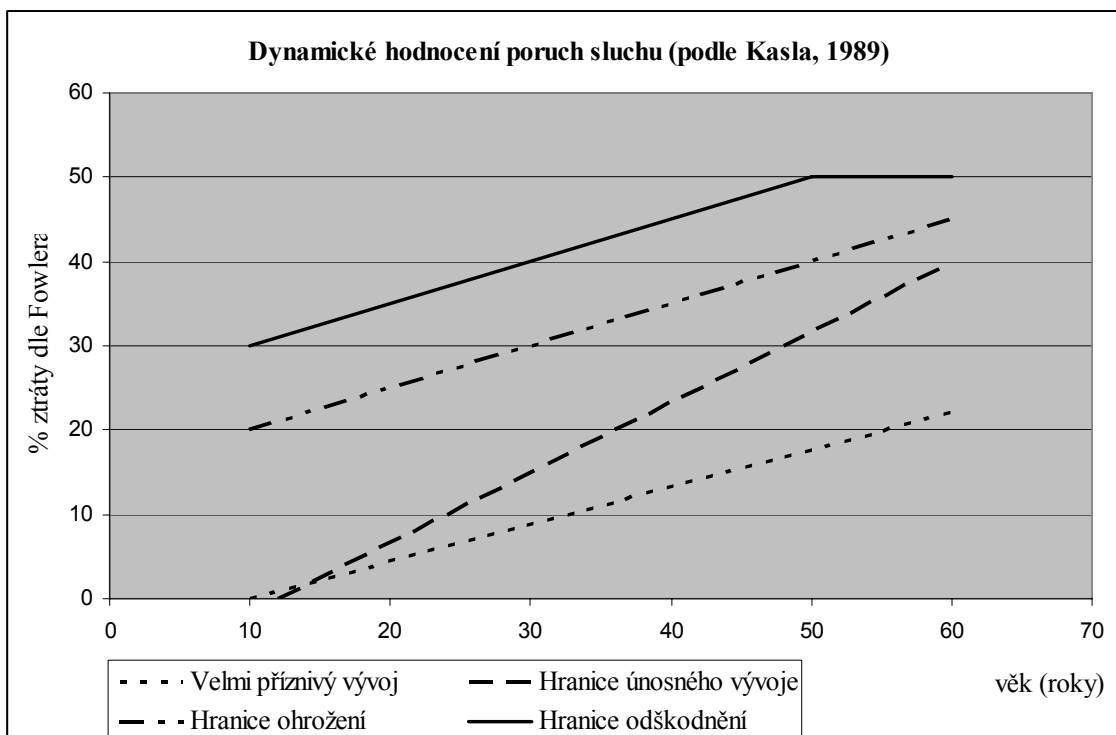
Akustické trauma se projevuje pocitem ohlušení, tlaku až bolestí v uchu a subjektivním ušním šelestem. Po několika minutách až dnech se stav obvykle normalizuje. Dlouhodobý intenzivní hluk způsobuje dočasný posun sluchového prahu, později dochází k jeho trvalému posunu a rozvoji ireverzibilní oboustranné symetrické percepční poruchy kochleárního typu. Poškození sluchu z hluku je nevratné, farmakoterapie je bez efektu. Pokud se však postižený přestane pohybovat v hlučném prostředí, porucha se dále nezhoršuje.

Při opakované expozici hluku dochází k postupné nekróze vláskových buněk vnitřního ucha. Porucha sluchu se rozvíjí několik let. Postihuje nejdříve vysoké frekvence 4 až 6 kHz, což postižený často ani nezaznamená. Postupně jsou postiženy další oblasti včetně frekvencí 1 až 2 kHz, což jsou frekvence rozhodující pro porozumění řeči. Zde již postižený pociťuje mnohem výraznější problémy.<sup>(14)</sup>

### ***1.8. Posouzení profesionality***

U diagnostiky poruchy sluchu z hluku na pracovišti je nutné vyloučit nedoslýchavost jiné etiologie. V takových případech se jedná nejčastěji o presbykuzii, vrozené poruchy sluchu, úraz, nedoslýchavost po infekčních onemocněních, polékové poruchy, diabetes mellitus aj.

Nemoc z povolání se hlásí u osob mladších 30 let při celkové ztrátě sluchu dosahující hranici 40% podle Fowlera, u osob nad 30 let se tato hranice zvyšuje o 1% za každé dva roky věku. U osob nad 50 let musí dosahovat celková ztráta sluchu podle Fowlera hranici 50%. Ohrožení nemocí z povolání se hlásí u osob mladších 30 let při celkové ztrátě sluchu dosahující hranici 30% podle Fowlera, u osob nad 30 let se hranice zvyšuje o 0,5% za každý rok věku. U osob nad 50 let musí celková ztráta sluchu pro ohrožení nemocí z povolání dosahovat hranici 40% podle Fowlera.<sup>(14)</sup>



Obrázek č. 4: Graf posouzení profesionality

## 1.9. . Audiometrie

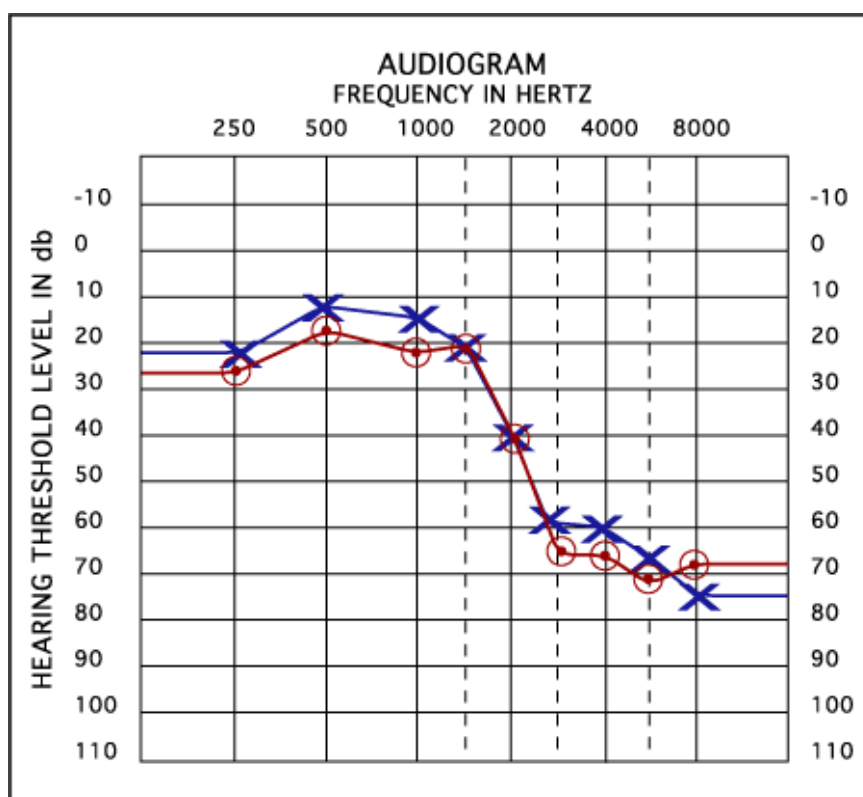
### 1.9.1. Tónová audiometrie

Vyšetřením se určují hodnoty prahu slyšitelnosti. V praxi to znamená stanovení minimální mezní hlasitosti zvuku o určité frekvenci, který již je lidské ucho schopno zaregistrovat.

Tónová audiometrie se provádí přístrojem, který generuje tóny určitého kmitočtu v Hertzích a intenzity v decibelech – audiometrem. Vzniklý tón je veden do vyšetřovaného ucha vzdušným nebo kostním sluchadlem. Přístroj je kalibrován od sluchového prahu vzdušného a kostního vedení normálně slyšících lidí – referenčního tónu, který je roven hladině intenzity 0 dB. Sluchový práh se obvykle určuje v rozsahu 125 – 8000 Hz a od -10 do 100 dB. Běžně se toto vyšetření provádí v tzv. tichých komorách izolovaných od okolního hluku. Vyšetření má za cíl vyhledat sluchový práh vyšetřovaného a je subjektivní. <sup>(5)(10)</sup>

Výsledek se zapisuje do audiogramu. Audiogram je grafem závislosti prahové intenzity zvuku na frekvenci. Ustáleným značením u vzdušného vedení je červená křivka se značkami ve tvaru kolečka pro pravé ucho, modrá křivka se značkami ve tvaru křížku pro ucho levé. U kostního vedení se pro pravé ucho používají poločtverce otevřené doprava (" $<$ ") a pro levé ucho otevřené doleva (" $>$ "). Za normální se považuje sluch do 15 dB ztrát. Obvykle, zejména s vyšším věkem, bývá pokles ve vyšších tónech.

Pro každé ucho zvlášť se zaznamenává prahová hladina intenzity zvuku o dané frekvenci. V praxi je vyšetřujícím odesílán zvukový signál do sluchátek vyšetřovaného. Ten, slyší – li tón, zpětně toto signalizuje vyšetřujícímu. Vyšetřující na základě přijetí či nepřijetí odpovědi od vyšetřovaného, upravuje intenzitu vysílaných signálů. Vyšetření sluchového prahu na dané frekvenci probíhá tak dlouho, dokud vyšetřující nenalezne dvě blízké hladiny intenzity zvukového signálu, z nichž nižší již vyšetřovaný není schopen zaznamenat, ale vyšší slyší zřetelně. Běžně je akceptována nejnižší hladina intenzity, na niž vyšetřovaný třikrát zareagoval pozitivně.



Obrázek č. 5: Příklad audiogramu <sup>(8)</sup>

### 1.9.2. Slovní audiometrie

Slovní audiometrie zjišťuje srozumitelnost vybraných skupin slov. Při audiometrii řeči se namísto čistých tónů používá slovních sestav po deseti slovech s vyváženým zastoupením slov se středními, nízkými a vysokými formanty (frekvence vyšších řádů udávající barvu tónu). Tyto série slov jsou vyšetřovanému přehrávány v různé intenzitě, ten slova, jimž rozuměl, opakuje nahlas. Do grafického vyhodnocení se zanáší počet správných odpovědí v závislosti na intenzitě. Normálně je křivka esovitého tvaru rostoucí od přibližně pěti, do asi čtyřiceti decibelů. Rovněž můžeme určovat procento rozuměných slov. Prahem srozumitelnosti nazýváme hladinu, kdy vyšetřovaný rozumí a správně opakuje 50% slov. 100% srozumitelnost pak značí hladinu, kdy vyšetřovaný rozumí a správně opakuje všech deset slov. Toto vyšetření má praktický význam k odlišení centrálních poruch sluchu od periferních. <sup>(5)(10)</sup>

Drát	Olej	Lať	Váš	Tlak	Vrch	Chraň	Tvář	Pět	Krajka
Kolena	Žák	Kořen	Koně	Ořech	Také	Kolečko	Daně	Trojka	Vlečka
Čaj	Štěrka	Křeč	Krajanka	Žert	Lež	Jelen	Věž	Dělej	Ten
Těžko	Voda	Dveře	Dar	Kleště	Délka	Vrata	Šavle	Čočka	Tvoje
Kluk	Volno	Krb	Rok	Brouk	Mumlat	Blok	Hrom	Hluk	Horko
Obul	Půl	Průlom	Kukla	Humor	Plot	Pumpa	Mouka	Mnoho	Dub
Plot	Hluboko	Olovo	Uhnout	Pomohl	Průvod	Proud	Půlka	Poloha	Kůlna
Tisíc	Síť	Cít	Děšť	Štěstí	Síň	Sysel	Sedř	Žeň	Šest
Dik	Žízeň	Šicí	Síce	Sněž	Řidič	Jíst	Křičí	Třetí	Střed
Čtyři	Češi	Třicet	Číšník	Cizí	Vzkříšení	Šetřit	Řetězy	Číst	Cizinec

Obrázek č. 6: Vybrané skupiny slov pro slovní audiometrii

Sluchový práh	Třída	Stupeň postižení	Průměrný sluchový práh na 500, 1000 a 2000 Hz podle lepšího ucha		Schopnost rozumět řeči
			Více než	Ne více než	
25	A	Není významný		25 dB	Není významná potíž s rozuměním řeči
	B	Lehký handicap	25 dB	40dB	Potíže pouze s tichou řeči
40	C	Mírný handicap	40 dB	55 dB	Časté potíže s konverzační řeči
55					
70	D	Výrazný handicap	55 dB	70 dB	Časté potíže s hlasitou řeči
	E	Těžký handicap	70 dB	90 dB	Rozumí pouze zesílenou řeč
80	F	Velmi těžký handicap	90 dB		Obvykle neslyší ani zesílenou řeč

Obrázek č. 7: Hodnocení sluchové vady podle Americké Akademie pro Oftalmologii a Otorinolaryngologii (AAOO z r. 1965) <sup>(9)</sup>

### 1.9.3. Objektivní audiometrie

Objektivní audiometrie se uplatňuje tehdy, kdy pro věk, duševní poruchu nebo jiné, především volní zábrany, nelze provést konvenční audiometrická vyšetření.

Touto metodou jsou určovány akusticky evokované akční potenciály, které vznikají po zvukovém stimulu na vláskových buňkách a neuronech sluchových drah a center. Podle místa snímání akčních potenciálů můžeme rozlišit elektrokochleografii (ECPG), kmenovou audiometrii (BSERA) a korovou audiometrii (CERA).

Elektrické akční potenciály tvořené souběžně různými nervy a centry jsou snímány elektroencefalograficky a pomocí počítače je z této směsice eliminován pouze signál evokovaný zvukovým stimulem. Proto se musí akustický podnět o stejné kvalitě a intenzitě mnohokrát opakovat a vyšetření je časově a technicky náročné. <sup>(5)(10)</sup>

## 2. Současný stav II – Prostředí a hluk

### 2.1. Biofyzikální základ

Nauka o zvuku se nazývá akustika. Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí. Je to jev fyzikální, ale jeho vnímání je jev fyziologický, psychologický a do značné míry subjektivní. Fyzikálně se jedná o přenos energie kmitání částic hmotného prostředí, šířící se v prostoru a čase. Dle směru výchylky kmitajících částic rozlišujeme vlnění podélné (molekuly mají proti své rovnovážné poloze výchylku ve směru šíření zvukové vlny – tímto způsobem se šíří zvuk v plynném, kapalném i pevném skupenství) a vlnění příčné (výchylka kolmo ke směru šíření vlny – takto se zvuk může šířit pouze v pevném skupenství, protože musí na sebe sousedící molekuly působit dostatečně velkou silou). Frekvence zvuku slyšitelného pro člověka leží v intervalu 16 Hz – 20 000 Hz. Zvuk o kmitočtu nižším než 20 Hz označujeme jako infrazvuk, zvuk o frekvenci nad 20 kHz jako ultrazvuk. Vzhledem k tomu, že jde o mechanické vlnění, nemůže se zvuk šířit vakuem.<sup>(5)</sup>

Podle časového průběhu rozdělujeme zvuk na ustálený, proměnný, přerušovaný a impulsní. 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).<sup>(14)</sup>

Základními veličinami popisující zvuk jsou frekvence kmitavého pohybu  $f$  a rychlost šíření  $c$ , z nichž lze odvodit vlnovou délku  $\lambda$  a periodu  $T$ . Rychlost postupu zvuku prostředím je závislá na typu prostředí a jeho okamžitých vlastnostech jako je teplota, tlak, příp. vlhkost. Na příklad rychlost zvuku ve vzduchu o 100% vlhkosti je asi o 0,2% větší než u suchého vzduchu téže teploty. Rychlost šíření zvuku je dána vzdáleností, kterou zvuková vlna projde za 1 s, závisí na pružnosti a teplotě prostředí a udává se v  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Délka zvukové vlny je dráha v metrech, kterou projde zvuková vlna za dobu jednoho kmitu nebo jedné periody. Hlasitost je chápána jako subjektivní vjem síly zvuku (odraz intenzity v mozkové kůře). Výška tónu je dána jeho frekvencí, barva tónu pak odrazem jeho frekvenčního spektra v našem vědomí.<sup>(5)</sup>

## 2.2. Principy a metody měření hluku

### 2.2.1. Akustický tlak, intenzita zvuku a její hladina

Akustický tlak vzniká kmitavým pohybem zdroje zvuku, který způsobí, že se částice vzduchu okolo zdroje střídavě zhušťují a zředňují; v důsledku toho se mění hodnota normálního atmosférického tlaku. <sup>(5)</sup>

Intenzitou zvuku nazýváme akustickou energii, která projde za jednotku času jednotkou plochy. Je úměrná druhé mocnině akustického tlaku. Intenzita zvuku je definována podílem výkonu zvukového vlnění  $P$  a plochy  $S$ , kterou vlnění prochází: <sup>(13)</sup>

$$I = \frac{P}{S} [W \cdot m^{-2}], \quad 1)$$

Zdravý mladý člověk by měl jako nejslabší tón na frekvenci 1000 Hz vnímat tzv. referenční tón (dále RT) o intenzitě  $10^{-12} W \cdot m^{-2}$  (práh slyšení), což odpovídá hodnotě akustického tlaku  $2 \cdot 10^{-5} Pa$ . Jako zvuk na hranici bolestivosti jsme schopni vnímat zvuk o intenzitě  $1 W \cdot m^{-2}$  (akustický tlak 130 Pa) i větší. Z hlediska intenzity zvuku je naše ucho schopno vnímat zvuky v rozsahu 12 řádů, proto bylo zavedeno vyjádření v logaritmické stupnici a pojem hladina intenzity zvuku. <sup>(5)</sup>

Hladina intenzity zvuku  $L$  je matematicky definována jako dekadický logaritmus relativní intenzity zvuku vzhledem k intenzitě RT při prahu slyšení: <sup>(13)</sup>

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) [dB], \quad 2)$$

kde  $I$  je intenzita daného zvuku a  $I_0$  je intenzita prahu slyšení. Analogicky lze vyjádřit tuto veličinu vztahem:

$$L = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2 [dB] = 20 \log \frac{p}{p_0} [dB], \quad 3)$$

kde  $p$  je akustický tlak daného zvuku a  $p_0$  je akustický tlak odpovídající prahu slyšení.

### 2.2.2. Zvukoměry

K měření hladiny hluku se používá zvukoměrů. Nejjednodušším způsobem lze zvukoměr popsat jako přístroj, který se skládá z mikrofonu, zesilovače a měřícího přístroje. Mikrofon je vstupním článkem zvukoměru. Měl by mít směrovou



charakteristiku blízkou všesměrové, aby byl údaj pokud možno nezávislý na směru dopadajících zvukových vln. Dalším článkem zvukoměru je zesilovač s plynule měnitelným zesílením, sloužící ke kalibraci zvukoměru tak, aby údaj udával hladinu akustického tlaku v [dB] vzhledem k referenčnímu akustickému tlaku. Elektrický výstupný signál snímačů je převáděn do digitalizované formy, ve které je dále zpracováván.

Protože výsledky měření provedené různými typy zvukoměrů musí být vzájemně srovnatelné, je nutno pro ně stanovit zcela přesné požadavky na jejich vlastnosti. Ty jsou obsaženy v normě ČSN IEC 651+ A1. <sup>(2)</sup>

### 2.2.3. Ekvivalentní hladina akustického tlaku

Zdrojem hluku v pracovním prostředí jsou zejména průmyslové výrobní technologie. Podle požadavků dělíme měření hluku na podrobná měření (1. třída s nejistotou do 1,5 dB), běžná měření (2. třída s nejistotou do 3,0 dB) a přehledová měření (3. třída s nejistotou do 8 dB). Tyto metody se liší přesností a nároky na měření. Dále při měření hluku na pracovištích rozlišujeme měření hluku v pracovním místě, v pracovním prostoru a měření hlukové zátěže jednotlivce. Měření na pracovním místě se provádí v případech, kdy pracovník pobývá na jednom pracovním místě déle než 300 minut. Hluk v pracovním prostoru se měří při rozmístění většího množství obdobných zdrojů hluku v prostoru a změnách pracovních míst jednotlivých pracovníků. Měření hlukové zátěže jednotlivce je vhodné tehdy, když pracovník mění často pracovní místa s různou hlučností. Metody hodnocení hlukové expozice, jejich účinků na sluch a metody předpovědi sluchových ztrát jsou mezinárodně normalizovány (ČSN ISO 9612, 1999 a 7029). Posuzování hluku na pracovištích se provádí využitím limitů hlukové imise. <sup>(14)</sup>

#### 2.2.3.1. Vztahy pro výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left\{ \left( \frac{1}{T} \right) \int_0^T \left[ \frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\} [dB], \quad (4)$$

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \right) \int_0^T 10^{0,1L(t)} dt [dB], \quad (5)$$

kde:  $p_A(t)$  je okamžitý akustický tlak v Pascalech frekvenčně vážený filtrem A,  $L(t)$  je okamžitá hodnota akustického tlaku v dB a  $T$  je doba, ke které se ekvivalentní hladina vztahuje. <sup>(14)</sup>

### 2.2.3.2. Směnová hladina expozice hluku $L_{EX, 8h}$

$$L_{EX, 8h} = L_{Aeq, Te} + 10 \log \left( \frac{T_e}{T_0} \right) [dB], \quad (6)$$

kde:  $L_{Aeq, Te}$  je ekvivalentní hladina akustického tlaku A pro dobu  $T_e$ ,  $T_e$  je efektivní doba trvání pracovního dne a  $T_0$  je referenční doba 28 800 s (8 hodin). <sup>(14)</sup>

### 2.2.3.3. Týdenní hladina expozice hluku $L_{EX, w}$

$$L_{EX, w} = 10 \log \left( \frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EX, 8h})k} [dB] \quad (7)$$

kde:  $(L_{EX, 8h})k$  jsou hodnoty  $L_{EX, 8h}$  pro každý z  $m$  pracovních dní pracovního týdne. <sup>(14)</sup>

### 2.2.3.4. Nejvyšší přípustná hladina akustického tlaku A

Nejvyšší přípustná hladina akustického tlaku A pro fyzickou práci nevyžadující duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem je 85 dB. Představuje limitní dávku akustické energie pro osmihodinovou směnu. V závislosti na druhu činnosti a podílu duševní práce se tato hodnota koriguje v rozsahu – 5 až – 40 dB. <sup>(14)</sup>

## 2.3. Kategorizace prací

Biologické hodnocení škodlivosti hluku se provádí v případech obtížně hodnotitelné zvukové zátěže. Používá se u hluků přerušovaných a impulsních, působí – li na pracovníky ještě jiné škodlivé faktory a není-li znám vztah mezi expozicí a poškozením sluchu. Základem pro biologické hodnocení jsou audiogramy osob vystavených působení sledovaného hluku. Pro daný kmitočet zde zjišťujeme velikost sluchové změny a porovnáváme ji s limitní hodnotou sluchové ztráty, která činí pro agresivní hluk 1,5 dB za rok. Práce je dělena do čtyř kategorií podle míry rizika pro lidské zdraví. <sup>(14)</sup>

### 2.3.1. Kategorie první

Při práci nejsou překročeny limity pro zařazení do druhé kategorie. <sup>(14)</sup>

### 2.3.2. Kategorie druhá

Osoby jsou vystaveny hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku  $AL_{Aeq, 8h}$  je vyšší než nejvyšší přípustná hodnota stanovená pro osmihodinovou směnu snižená o 10 dB, avšak tuto nejvyšší přípustnou hodnotu nepřekračuje. Pro fyzickou práci nevyžadující duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem tedy platí vztah  $75 \text{ dB} < L_{Aeq, 8h} \leq 85 \text{ dB}$ . Po dobu některé dílčí operace mohou být pracovníci vystaveni i podílu impulsního hluku, jehož ekvivalentní hladina překračuje 85 dB, ale nepřekračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou zvláštním právním předpisem. <sup>(14)</sup>

### 2.3.3. Kategorie třetí

Osoby jsou vystaveny hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku  $AL_{Aeq, 8h}$  překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou směnu o méně než 20 dB. Pro fyzickou práci nevyžadující duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem tedy platí vztah  $85 \text{ dB} < L_{Aeq, 8h} \leq 105 \text{ dB}$ . <sup>(14)</sup>

### 2.3.4. Kategorie čtvrtá

Osoby jsou vystaveny hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku  $AL_{Aeq, 8h}$  překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou směnu o více než 20 dB. Do čtvrté kategorie jsou zařazeni rovněž práce, při kterých je u pracovníků zjištěn biologickým hodnocením škodlivosti hluku průměrný přírůstek ztrát sluchu o více než 1 dB za rok. <sup>(14)</sup>

## ***2.4. Hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku***

Hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku se používá pouze na pracovištích, na kterých není pracovní doba v průběhu týdne rovnoměrně rozložena nebo na kterých se hluk na pracovišti v průběhu týdne značně mění. <sup>(14)</sup>

## **2.5. Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku**

Technická opatření ochrany zdraví před nepříznivým působením hluku se provádí opatřeními ke snížení hlučnosti zařízení (omezení emise hluku) a opatřeními na ochranu před účinky hluku v místech pobytu osob (omezení imisí hluku).<sup>(14)</sup>

### **2.5.1. Technická opatření**

Technická opatření ochrany zdraví před hlukem sestávají ze snížení emise hluku strojů a zařízení (množství akustické energie vysílané zdrojem do okolí), protihlukové izolace a omezení cest šíření hluku.

Preventivní opatření na snížení hlučnosti strojních zařízení jsou ze zdravotního hlediska neúčinnější, proto je důležitá již volba technologie a zařízení a projektování výrobních prostor. U provozovaných zařízení se zaměřujeme na identifikaci hlavních zdrojů hluku a výměnu nejhlučnějších částí strojů nebo technologických celků, případně opatření těchto zařízení protihlukovými kryty.

Protihluková izolace a omezení cest šíření hluku spočívá v omezení šíření hluku vzduchem a konstrukcí budovy. Zde se využívá akustických zástěn, akustických obkladů stěn a stropu a budování akusticky oddělených velínů.<sup>(14)</sup>

### **2.5.2. Organizační opatření**

Celosemennou expozici hluku lze snížit změnou organizace práce a zavedených výrobních postupů. Přínosem je časté střídání pracovníků na místech s velkou hlučností, zařazení povinných přestávek a stanovení přípustného počtu pracovních směn na daném pracovišti.<sup>(14)</sup>

### **2.5.3. Náhradní opatření**

Individuální ochranné prostředky jako chrániče sluchu se používají tehdy, nelze-li jinak docílit snížení hluku pod 85 dB. Nejjednodušší jsou zátkové chrániče vkládané do zvukovodu, při hladinách hluku nad 95 dB se doporučují chrániče sluchátkové (mušlové), protihlukové přilby, které chrání podstatnou část lebky a omezují kostní vedení zvuku, se používají při hladinách hluku nad 100 dB.<sup>(14)</sup>

#### 2.5.4. Zdravotní prevence

Do zdravotní prevence patří zejména pravidelné lékařské prohlídky zaměstnanců vystavených hluku. Lékařská prohlídka sestává ze základního vyšetření, otoskopického vyšetření, vyšetření hlasitou řečí a šepotem a prahové tónové audiometrie s vyjádřením sluchové ztráty výpočtem dle Fowlera.

Při periodických preventivních prohlídkách se musí individuálně vyhodnocovat a sledovat dynamika vývoje poruchy sluchu a stanovit míra rizika. Při rychlé progresi poruchy (nárůst o více než 1% dle Fowlera za 1 rok) do 35 let věku musí být pracovník vyřazen z rizika hluku dříve, než dosáhne porucha 20% dle Fowlera.

Lhůty prohlídek se stanovují dle rizikové kategorie práce. Při práci zařazené do 4. kategorie 1 x za 1 rok (mladší 21 let 1 x za půl roku), při práci zařazené do 3. kategorie: 1 x za 2 roky (mladší 21 let 1 x za 1 rok), při práci zařazené do 2. kategorie označené jako riziková: 1 x za 3 roky (mladší 21 let 1 x za rok).<sup>(14)</sup>

### **2.6. Legislativa ochrany zdraví před hlukem**

Úplné znění jednotlivých ustanovení směrodatných pro potřeby této bakalářské práce je uvedeno v přílohách.

#### 2.6.1. Zodpovědné orgány

Státní dozor nad ochranou zdraví před hlukem vykonává na centrální úrovni Ministerstvo zdravotnictví, na místní pak krajské hygienické stanice. U hluku ze silniční dopravy jsou významnými orgány také vlastníci komunikací právně zodpovědní za vznik nadměrného hluku (ředitelství silnic a dálnic, kraje, obce a města).

#### 2.6.2. Zákon č. 20/1966 Sb. o péči o zdraví lidu

Tento zákon byl přijat jako základní právní předpis zdravotnického práva v Československu. Vymezuje povinnosti státu, zdravotnických zařízení i uživatelů zdravotnických služeb a zásady zdravotnické péče. V ČR platí po řadě novelizací dále.

Pro potřeby bakalářské práce je důležitá především část první – Vytváření a ochrana zdravých podmínek a zdravého způsobu života a práce, která se věnuje pravomocím ministerstva zdravotnictví ČR a orgánů státní zdravotní správy.<sup>(3)</sup>

#### 2.6.3. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví

Předmětem úpravy tohoto zákona jsou práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví. Dále je zde vymezena soustava orgánů ochrany veřejného zdraví, jejich působnost a pravomoc.

Pro potřeby bakalářské práce je důležitý zejména Díl 6 – Ochrana před hlukem, vibracemi a neionizujícím zářením a Díl 7 – Ochrana zdraví při práci. Tyto se věnují mimo jiné právům a povinnostem fyzických a právnických osob v oblasti ochrany před hlukem, a zásadám dodržování hygienických limitů.<sup>(3)</sup>

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

Toto nařízení podle § 1 odst. a) – d) upravuje hygienické limity hluku a vibrací pro místo určené nebo obvyklé pro výkon činnosti zaměstnanců, minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců a hodnocení rizik hluku a vibrací pro pracoviště.

Předmětem úpravy jsou dále hygienické limity hluku pro chráněný vnitřní prostor staveb a chráněný venkovní prostor, hygienické limity vibrací pro chráněný vnitřní prostor staveb a způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu.<sup>(3)</sup>

#### 2.6.5. Vyhláška č. 13/1977 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Touto vyhláškou se upravuje ochrana před nepříznivými účinky hluku a mechanického kmitání a chvění (dále jen "vibrace"), které ohrožují zdraví lidí nebo snižují jejich tělesné a duševní schopnosti.<sup>(3)</sup>

### **3. Základy statistiky použité pro potřeby zpracování**

#### **3.1. Formulace statistického šetření**

Hromadný náhodný jev HNJ (např. sluchová ztráta dle Fowlera) je realizace činností nebo procesů, jejichž výsledek nelze s jistotou předpovědět a které se odehrávají v rozsáhlé množině prvků (např. zaměstnanců). Tyto prvky mají určitou skupinu vlastností stejných (stejný typ parametru – sluch a jeho ztráty) a další skupinu vlastností odlišných. Matematická statistika a teorie pravděpodobnosti se zabývají kvalitativní a kvantitativní analýzou zákonitostí hromadných náhodných jevů.

Statistická jednotka SJ je vymezena stejnými vlastnostmi prvků zkoumané množiny (např. zaměstnanci a jejich sluchová ztráta).

Statistický znak SZ je dán některou z odlišných vlastností prvků zkoumané množiny (např. stupněm sluchové ztráty).

Hodnota statistického znaku HSZ je způsob popisu zkoumaného statistického znaku (např. popis sluchové ztráty pomocí rozdělení sluchových ztrát dle Fowlera v procentech).

Základní statistický soubor ZSS je dán všemi statistickými jednotkami, jeho rozsah je roven počtu všech statistických jednotek. Obvykle není v praktických možnostech statistiků zkoumat SZ u všech SJ a je nutno přistoupit k omezení počtu SJ.

Výběrový statistický soubor VSS je dán těmi statistickými jednotkami, které byly vybrány ze základního statistického souboru procesem náhodného výběru. Rozsah VSS je roven počtu vybraných statistických jednotek (např. rozsah VSS je u zadaného tématu roven počtu 15 vybraných zaměstnanců). Výběrový statistický soubor VSS je jednorozměrným, je-li u něj zkoumán jen jeden statistický znak, vícerozměrným, je-li zkoumáno více statistických znaků.<sup>(15)</sup>

#### **3.2. Škálování**

Kvantitativní metrická škála umožňuje stanovit vzdálenost mezi dvěmi sousedními statistickými jednotkami. Prvky škály jsou jednotlivé body škály vyjádřené číselnými velikostmi. Kvantitativní metrická škála vyjadřuje hodnoty statistického

znaku bez možnosti věcně interpretovat počátek (nulový bod) škály – volba počátku škály je proto libovolná.

### 3.3. Empirické parametry

Empirické parametry stručně a jednoduše vystihují povahu zkoumaného statistického souboru. Lze je dělit podle toho, který rys zkoumaného statistického souboru (zkoumaného statistického znaku) vystihují. <sup>(15)</sup>

#### 3.3.1. Obecný moment r-tého řádu:

Obecným momentem 1. řádu je určen Parametr polohy  $O_1(x)$ . Nese název „aritmetický průměr“. Polohou empirického rozdělení četností je myšleno jeho umístění na vodorovné ose souřadnicového systému. <sup>(15)</sup>

$$O_r(x) = \frac{\sum x_i^r n_i}{n}, \quad 8)$$

#### 3.3.2. Centrální moment 2. řádu:

Parametr proměnlivosti  $C_2(x)$  je určen centrálním momentem 2. řádu a nese název „empirický rozptyl“ (odmocnina rozptylu pak nese název „směrodatná odchylka“). Směrodatná odchylka  $S(x)$  ukazuje, jakou výpovědní hodnotu má aritmetický průměr. Je-li směrodatná odchylka velká, výpovědní hodnota aritmetického průměru je malá a opačně. <sup>(15)</sup>

$$C_2(x) = O_2(x) - [O_1(x)]^2, \quad 9)$$

$$S(x) = \sqrt{C_2(x)}, \quad 10)$$

#### 3.3.3. Normovaný moment 3. řádu:

Pomocí normovaného momentu 3. řádu  $N_3(x)$  je nejčastěji určován parametr šikmosti a nese pak název „koeficient šikmosti“. Je-li koeficient šikmosti kladný, pak prvky škály ležící vlevo od aritmetického průměru mají vyšší četnosti (kladně zešikmené rozdělení četností – větší koncentrace menších prvků škály, menších hodnot statistického znaku) a opačně. <sup>(15)</sup>

$$N_3(x) = \frac{C_3(x)}{C_2(x) \cdot \sqrt{C_2(x)}}, \quad 11)$$



$$C_3(x) = O_3(x) - 3 \cdot O_2(x) + 2 \cdot [O_1(x)]^3, \quad (12)$$

(centrální moment 3. řádu)

#### 3.3.4. Normovaný moment 4. řádu

Pomocí normovaného momentu 4. řádu  $N_4(x)$  je nejčastěji určován parametr špičatosti a nese pak název „koeficient špičatosti“. Špičatějšímu rozdělení četností při daném rozptylu odpovídá vyšší hodnota koeficientu špičatosti než rozdělení ploššímu. Běžně se koeficient špičatosti pohybuje v rozmezí 0–3. <sup>(15)</sup>

$$N_4(x) = \frac{C_4(x)}{[C_2(x)]^2}, \quad (13)$$

$$C_4(x) = O_4(x) - 4 \cdot O_3(x)O_1(x) + 6 \cdot O_2(x) \cdot [O_1(x)]^2 - [O_1(x)]^4, \quad (14)$$

(centrální moment 4. řádu)

### 3.4. Normální rozdělení a jeho parametry

Spojité náhodné veličina, jejíž hodnoty  $x \in (-\infty, \infty)$ , může mít rozdělení normální. Graf funkce, která přiřazuje těmto hodnotám náhodné veličiny pravděpodobnosti, je dán velmi známou Gaussovou křivkou ve tvaru „zvonu“. Je tedy hledána pravděpodobnost, která bude přiřazena jednotkovému intervalu hodnot spojité náhodné veličiny v tom smyslu, že tento interval bude obsahovat hodnotu  $x$ . <sup>(15)</sup>

Normální rozdělení závisí na dvou teoretických parametrech –  $\mu, \sigma$ . Tato závislost je obvykle zapisována jako  $N(\mu, \sigma)$ . Teoretický parametr  $\mu$  je teoretickou analogií obecného momentu 1. řádu  $O_1(x)$  a je tedy teoretickou obdobou empirického aritmetického průměru  $\bar{x}$ . Teoretický parametr  $\sigma$  je teoretickou analogií odmocniny centrálního momentu 2. řádu  $C_2(x)$  a je tedy teoretickou obdobou empirické směrodatné odchylky  $S_x$ . Náhodná veličina, která vznikla jako součet velkého počtu vzájemně nezávislých náhodných veličin, má za velmi obecných podmínek přibližně normální – Gaussovo rozdělení. <sup>(15)</sup>

Důležitými parametry všech teoretických rozdělení jsou střední hodnota  $E(x)$  a rozptyl  $D(x)$ . Střední hodnota  $E(x)$  je parametr polohy, který měří úroveň náhodné

veličiny NV, rozptyl  $D(x)$  je parametr proměnlivosti, který měří rozptýlenost hodnot náhodné veličiny  $x$ . pro normální rozdělení je  $E(x) = \mu$  a  $D(x) = \sigma^2$ . Při dodržování jistých podmínek lze očekávat, že empirické rozdělení a s ním spojené empirické parametry se bude blížit teoretickému rozdělení a s ním spojeným teoretickým parametrům. <sup>(15)</sup>

### **3.5. Aparát neparametrického testování**

Základem testování neparametrických (ale i parametrických) hypotéz je používání aparátu nulových hypotéz  $H_0$  a alternativních hypotéz  $H_a$ . Nulová hypotéza předpokládá, že empirické rozdělení lze nahradit zamýšleným teoretickým rozdělením (jde-li o nahrazení normálním rozdělením, je hovořeno o testu normality). Alternativní hypotéza pak předpokládá, že tato domněnka není správná. <sup>(15)</sup>

Mezi nejpoužívanější statistická kritéria patří normované normální rozdělení (u-test), Studentovo rozdělení (t-test), Pearsonovo  $\chi^2$  rozdělení ( $\chi^2$ -test) a Fisherovo-Snedecorovo rozdělení (F-test). Pro všechna uvedená statistická kritéria jsou vypracovány podrobné statistické tabulky. Po výběru statistického kritéria (např.  $\chi^2$ -testu) je zapotřebí přistoupit k určení experimentální hodnoty tohoto kritéria (např.  $\chi_{\text{exp}}^2$ ) a kritické teoretické hodnoty (např.  $\chi_{\text{teor}}^2$ ). Prostřednictvím kritické teoretické hodnoty bude zapsán tzv. kritický obor  $W$  příslušného statistického kritéria. <sup>(15)</sup>

Bude-li experimentální hodnota vybraného kritéria prvkem kritického oboru  $W$ , je nezbytné přijmout alternativní hypotézu  $H_a$  – tzn. empirické rozdělení nelze nahradit zamýšleným rozdělením teoretickým. V opačném případě (experimentální hodnota nebude prvkem kritického oboru  $W$ ) lze přijmout nulovou hypotézu  $H_0$  – tzn. empirické rozdělení lze nahradit zamýšleným rozdělením teoretickým. <sup>(15)</sup>

Nezbytným prvkem testování neparametrických i parametrických hypotéz je stanovení hladiny významnosti  $\alpha$ . Tato hladina významnosti udává pravděpodobnost chybného zamítnutí testované hypotézy (tj. pravděpodobnost tzv. chyby I. druhu). Např. hladina významnosti 0,05 umožňuje při příznivém testu normality (tj. je přijata hypotéza  $H_0$  o možnosti nahradit empirické rozdělení rozdělením normálním a

zamítnuta hypotéza  $H_a$ ) učinit závěr, že bude-li 100 krát vybrán výběrový statistický soubor VSS ze základního statistického souboru ZSS, v 95 případech se ukáže, že empirické rozdělení lze nahradit rozdělením normálním. <sup>(15)</sup>

### 3.6. Průběh testování

Při testování bude použit  $\chi^2$ -test, při jeho aplikaci bude písmeno  $k$  označovat počet intervalů intervalového rozdělení četnosti, které odpovídají alespoň absolutní četnosti 5, písmeno  $r$  pak počet teoretických parametrů normálního rozdělení (tj.  $r = 2$ ). Výraz  $v=k-r-1$  vyjadřuje počet stupňů volnosti, který umožňuje společně s určenou hladinou významnosti určovat pomocí statistických tabulek kritickou teoretickou hodnotu  $\chi_{\text{teor}}^2 = \chi_{k-r-1}^2$ . Hladina významnosti je volena  $\alpha = 0,05$ .

Řecké písmeno  $\Phi$  označuje Laplaceovu funkci závisící na normované náhodné veličině  $u_i$  ( $u_i$  je normovaná hodnota odrážející horní mez  $x_i$  příslušného intervalu intervalového rozdělení četností). Pravděpodobnosti  $p_i$  jsou rozdílem příslušných hodnot Laplaceovy funkce, součiny  $np_i$  pak vyjadřují teoretické absolutní četnosti, hodnoty  $n_i$  označují empirické absolutní četnosti. <sup>(15)</sup>

$$\chi_{\text{exp}}^2 = \sum \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \wedge p_i = \Phi(u_i) - \Phi(u_{i-1}) \wedge u_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}, \quad 15)$$

## **4. Cíle práce a hypotézy**

### **4.1. Cíle práce**

Hlavním cílem práce bylo prokázat škodlivost hluku v pracovním prostředí na sluch pracovníků a navrhnout možnosti řešení. Práce rovněž poukazuje na efektivitu nošení ochranných pomůcek sluchu v hlučném pracovním prostředí.

### **4.2. Hypotézy**

- 4.2.1. V audiogramech pracovníků po skončení pracovní doby (po vystavení hlučnému prostředí nad 85 dB po dobu 8 hodin) by mělo dojít k posunu ve smyslu zhoršení vzhledem k audiogramům referenčním (před pracovní dobou).
- 4.2.2. Na posun prahu slyšení by mělo mít vliv použití ochranných pomůcek sluchu. Bez použití ochranných pomůcek by mělo dojít k výraznějšímu krátkodobému zhoršení sluchu, než když byly použity.
- 4.2.3. Na posun prahu slyšení by měla mít vliv hlučnost na jednotlivých pracovních pozicích, s rostoucí hlučností pracovišť by měl růst i rozdíl mezi referenčními audiogramy a audiogramy měřenými po vystavení této intenzitě hluku.
- 4.2.4. Vzhledem k zahlušení pracovníků by měly být rozdíly mezi referenčními audiogramy a audiogramy po vystavení hlučnému pracovnímu prostředí větší na začátku týdne (pondělí, úterý) než na jeho konci (středa, čtvrtek, pátek), kdy se již organismus na hluk do jisté míry adaptuje.
- 4.2.5. Na hodnoty referenčních audiogramů má vliv prostředí, ze kterého pracovníci bezprostředně přicházejí, zejména tedy způsob a hlučnost dopravy do zaměstnání.
- 4.2.6. Hodnoty referenčních audiogramů mohou být ovlivněny rovněž věkem pracovníků (viz. 1. 5. Percepční poruchy sluchu) a celkovou dobou práce v hlučném prostředí.
- 4.2.7. Očekávány jsou různé posuny sluchového prahu na různých frekvencích. Tyto posuny závisí zejména na frekvenčním složení zvuku v prostředí.

## **5. Metodika**

### **5.1. Použité metody měření**

Pro účely měření intenzity hluku na jednotlivých místech bylo použito hlukoměru typu SL-100 značky Voltcraft. Rozsah měření tohoto hlukoměru byl 30 až 130 dB, rozlišovací schopnost 0,1 dB, přesnost:  $\pm 2\%$  při intenzitě zvuku 94 dB na frekvenci 1 kHz. Reakční doba hlukoměru byla 1000 ms, frekvenční rozsah: 31,5 až 8000 Hz.

Vyšetření sluchu pracovníků bylo prováděno tónovým audiometrem typu DANPLEX 65 s příslušenstvím. Ovládání audiometru bylo prováděno pomocí počítače s nainstalovaným programem DERS: Audiometr. Stanovovala se nejnižší slyšitelná intenzita, tedy práh slyšitelnosti jednotlivých tónů od hladiny intenzity 0 dB v krocích po 5dB. Frekvence měřených tónů byla 500, 1000, 2000 a 4000 Hz. Měření bylo prováděno zvlášť pro pravé a zvlášť pro levé ucho a hodnoceno sluchovou ztrátou dle Fowlera v procentech. „Tichá místnost“ byla zvolena v konferenční místnosti.

Při zjišťování ostatních údajů použitých pro účely práce byli pracovníci jednotlivě dotazováni. Informace se týkaly věku, místa pracovního zařazení, doby práce v hlučném provozu, používaných ochranných pomůcek sluchu a způsobu dopravy do zaměstnání. Vzhledem k tomu, že jak při tónové audiometrii, tak i při dotazování jde pouze o subjektivní odpovědi zaměstnanců, jsme na ně plně odkázáni.

### **5.2. Charakteristika výzkumného souboru**

Výzkum probíhal ve strojírenských halách závodu Vojenského opravárenského podniku 025 Nový Jičín, státního podniku. Soubor probandů čítal 15 pracovníků. Kritéria výběru byla:

- sluch bez jakéhokoli známého postižení nebo vady,
- pracovní zařazení v prostředí o intenzitě zvuku 85 a více dB,
- zájem o spolupráci a časová flexibilita, dostavení se na všechna měření,
- možnost návštěvy pracovního místa k proměření jeho hlučnosti,
- zájmy a priority oddělení bezpečnosti práce (vzhledem k pozdějšímu využití prokázaných nedostatků z hlediska hygieny práce a jejich eliminaci)

## **6. Průběh měření**

### ***6.1. Měření intenzity zvuku***

Měření hluku na jednotlivých pracovištích byla provedena hlukoměrem uprostřed pracovního týdne, tedy ve středu, na ranní směně. Naměřeny byly hodnoty průměrné a maximální intenzity zvuku za období 15 minut. Hodnoty byly porovnány s výsledky měření hluku u vybraných prací naměřenými zdravotnickým ústavem Ostrava v září roku 2004.

Hluk byl rovněž několikrát změřen na komunikaci I 50 vedoucí k výše uvedenému podniku, v autobuse linky MHD se zastávkou v místě podniku a u pěti různých druhů automobilů pro přibližnou představu hlučnosti osobních vozidel. Měření proběhla ve všední dny v době od 6:30 do 7:30 ráno, tedy v době dopravy do zaměstnání. Využity byly průměrné hodnoty.

### ***6.2. Tónová audiometrie***

Při první návštěvě byli zaměstnanci dotázáni na informace týkající se věku, místa pracovního zařazení, doby práce v hlučném provozu, používaných ochranných pomůcek sluchu a způsobu dopravy do zaměstnání. Následně jim byl vysvětlen princip vyšetření a odezvy při pozitivním sluchovém vjemu pomocí komunikačního tlačítka.

Každý z patnácti probandů byl šestkrát podroben vyšetření tónovou audiometrií. U každého probanda proběhlo jedno vyšetření při příchodu na ranní směnu a jedno vyšetření při odchodu ze směny, přičemž toto bylo opakováno po tři různé dny. Hodnoty audiogramů při příchodu na směnu sloužily jako referenční vzhledem k hodnotám při odchodu ze směny.

Přepočet hodnot prahu slyšitelnosti v decibelech na sluchovou ztrátu dle Fowlera v procentech byl proveden automaticky programem DERS, který byl distribuován spolu s audiometrem.

Všechny naměřené a získané údaje jsou uvedeny v přílohách.

## 7. Výsledky měření

### 7.1. Orientační výsledky měření hluku na vybraných místech:

Měření hluku bylo provedeno hlukoměrem SL-100 značky Voltcraft. Průměrná a maximální hlučnost byla proměřena na pracovištích, na nichž jednotliví probandi výzkumného souboru pracovali, a to na ranní směně. Naměřené hodnoty byly porovnány s hodnotami získanými Zdravotnickým ústavem Ostrava v září roku 2004 (Tab. 1). Hodnoty zdravotnického ústavu velice dobře odpovídají námi naměřeným maximálním hodnotám hladin intenzit hluku. V následujících analýzách však budeme brát v úvahu spíše hodnoty průměrné.

<b>Orientační výsledky měření hluku na vybraných místech</b>			
<b>Místo</b>	<b>Hlučnost v dB</b>		
	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Průměr</b>
Audiometrická místnost	32,0	50,8	38,5
Svařovna	76,0	93,6	86,2
Tryskání	83,0	100,0	92,5
Frézování	78,8	95,2	83,6
Brusárna	79,2	94,9	87,5
Lakovna	74,8	85,9	78,3
<b>Výsledky měření hluku u vybraných prací – Zdravotnický ústav Ostrava 9/2004</b>			
Práce, profese	Hodnoty	Práce, profese	Hodnoty
Svařování kovů el. proudem (svařovna)	93,7 dB	Stříkání nátěrovými barvami v lakovacích kabinách	86,2 dB
Obsluha tryskače	92,4 dB	Broušení ruční bruskou	95,5 dB
Obsluha omílače výpalků	93,4 dB	Demontážní práce	84,3 dB
Obsluha spektrometru	85,9 dB	Rovnání dílů ručně kladivem	93,4 dB
Obrušování pancíře	98,1 dB		

Tab. 1: Orientační výsledky měření hluku

### 7.2. Závislost posunu sluchového prahu na hlučnosti pracoviště:

Posun sluchového prahu v závislosti na hlučnosti pracoviště (Tab. 2a, 2b) byl určen z průměrných naměřených hodnot intenzity zvuku uvedených výše. Posun sluchového prahu byl vypočítán jako rozdíl mezi referenčními a pozátěžovými hodnotami. Pro zpracování byly použity výsledky dílčích audiometrických měření a to pouze tehdy, kdy probandi nepoužili ochranné pomůcky sluchu. Ze zpracování výsledků byla u každého pracoviště vyloučena vždy nejvyšší a nejnižší hodnota za

účelem přesnějšího určení průměru. V případě lakovny bylo použito 7 hodnot naměřených u celkem 4 probandů, v případě frézování 4 hodnoty od celkem 3 probandů a v případě svařovny 9 hodnot od celkem 4 probandů. V ostatních 19 případech měření byly pracovníky použity ochranné pomůcky, a proto tato měření nebyla zařazena.

Vzhledem k nepříliš velkým rozdílům v hlučnosti jednotlivých pracovišť a nízkému počtu měření nelze brát výsledek (*Graf 1*) za příliš směrodatný, přesto je zřejmá klesající tendence sluchového prahu vzhledem k hlučnosti pracoviště. Tento výsledek je v rozporu s naším očekáváním. Může být způsoben jinou než deklarovanou hladinou hluku na pracovištích ve dnech, kdy probíhala měření, dále například různým stupněm zahlušení pracovníků a jejich aktuální kondicí, co se sluchu týče. Jak již bylo zmíněno, naměřené hodnoty pocházejí od velmi malého souboru a každá maličkost proto v důsledku může znamenat markantní změnu výsledku. V příloze č. 6 jsou uvedeny a oddiskutovány výsledky bez vyloučených nejvyšších a nejnižších hodnot měření v závislosti na průměrné a maximální hlučnosti pracoviště. Závislost sluchové ztráty na průměrné hlučnosti vykazuje podobný trend, ale s mnohem větší chybou. Uvažujeme-li maximální hlučnost, pak sluchová ztráta roste se zvyšující se hlučností.

Použité značení: PU – pravé ucho, LU – levé ucho, OU – obě uši.

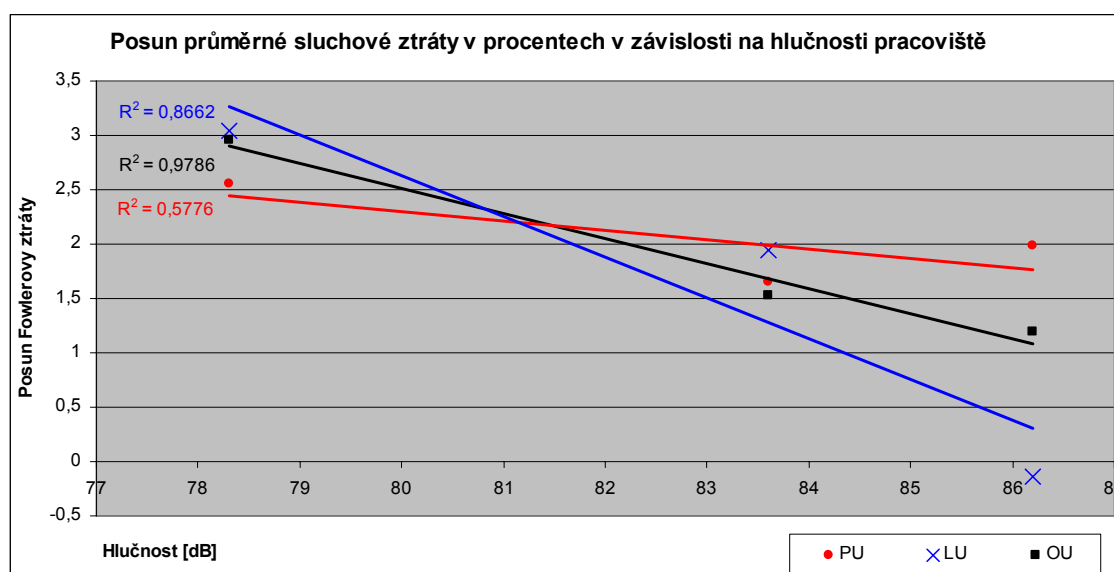
<b>Rozdíl ve sluchové ztrátě dle Fowlera v procentech před a po vystavení probandů bez ochranných pomůcek hlučnému prostředí - závislost na pracovišti</b>														
<b>Pracoviště</b>		<b>Hlučnost [dB]</b>			<b>Pracoviště</b>		<b>Hlučnost [dB]</b>			<b>Pracoviště</b>		<b>Hlučnost [dB]</b>		
<b>Lakovna</b>		<b>78,3</b>			<b>Frézování</b>		<b>83,6</b>			<b>Svařovna</b>		<b>86,2</b>		
Měření	PU	LU	OBĚ	Měření	PU	LU	OBĚ	Měření	PU	LU	OBĚ			
1	0,80	3,30	1,80	1	2,50	0,60	1,20	1	2,70	0,10	0,80			
2	0,80	-2,10	0,00	2	0,30	0,90	0,40	2	2,60	-5,10	0,70			
3	1,60	3,10	2,10	3	1,60	1,20	1,50	3	2,00	-1,70	1,10			
4	6,70	8,70	7,70	4	2,20	5,10	3,00	4	4,00	1,70	3,40			
5	5,10	7,30	6,20	Průměr	1,65	1,95	1,53	5	0,50	-0,40	-0,20			
6	-0,20	0,70	0,50	Chyba +/-	0,26	0,57	0,29	6	5,60	1,40	2,50			
7	3,10	0,30	2,40					7	6,50	1,30	2,60			
Průměr	2,56	3,04	2,96					8	0,50	0,10	0,40			
Chyba +/-	0,96	1,46	1,09					9	-6,50	1,30	-0,60			
								Průměr	1,99	-0,14	1,19			
								Chyba +/-	1,65	0,94	0,59			

Tab. 2a: Posun sluchového prahu v závislosti na hlučnosti pracoviště



Posun průměrné sluchové ztráty v procentech v závislosti na hlučnosti pracoviště				
Pracoviště	Hlučnost [dB]	PU [%]	LU [%]	OU [%]
Frézování	83,6	1,65 ± 0,26	1,95 ± 0,57	1,53 ± 0,29
Svařovna	86,2	1,99 ± 1,65	-0,14 ± 0,94	1,19 ± 0,59
Lakovna	78,3	2,56 ± 0,96	3,04 ± 1,46	2,96 ± 1,09

Tab. 2b: Posun sluchového prahu v závislosti na hlučnosti pracoviště



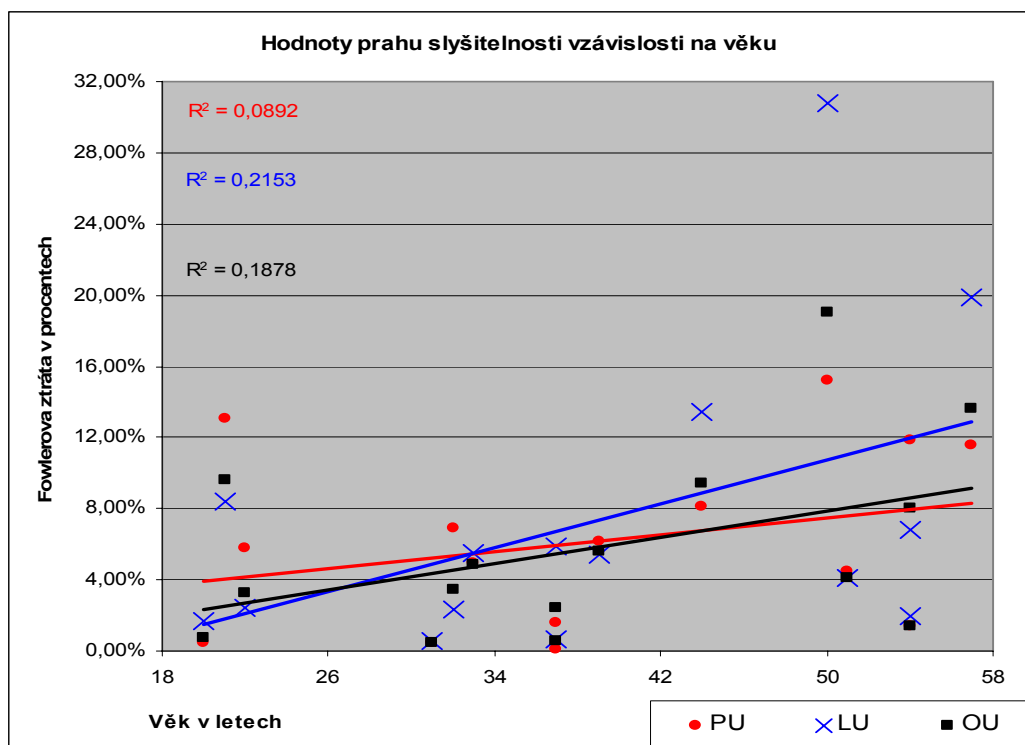
Graf 1 Posun průměrné sluchové ztráty v procentech v závislosti na hlučnosti pracoviště

### 7.3. Sluchová ztráta dle Fowlera v závislosti na věku probandů:

Zhoršování sluchu s věkem zejména na vyšších frekvencích (presbyakusie) je dnes již obecně známou skutečností. <sup>(4) (14)</sup> Pro zpracování závislosti sluchové ztráty dle Fowlera v procentech na věku jednotlivých probandů (Tab. 3) byly využity průměry hodnot naměřených při příchodu do zaměstnání (referenční audiogramy). Je zde patrná stoupající hladina prahu slyšení, nicméně měření je doprovázeno velkou chybou právě z důvodu malého počtu měření a jeho subjektivnosti (Graf 2). Výsledek může být rovněž ovlivněn rozdílnou celkovou dobou práce v hlučném provozu a rozdílnými dny v týdnu, kdy měření proběhla.

Průměrné hodnoty prahu slyšitelnosti v závislosti na věku			
Věk [léta]	PU	LU	OU
57	11,57%	19,83%	13,60%
54	1,43%	2,00%	1,43%
54	11,83%	6,80%	8,03%
51	4,50%	4,13%	4,07%
50	15,20%	30,77%	19,07%
44	8,13%	13,40%	9,43%
39	6,20%	5,43%	5,63%
37	1,57%	5,90%	2,43%
37	0,13%	0,67%	0,60%
33	4,97%	5,50%	4,83%
32	6,93%	2,30%	3,47%
31	0,50%	0,53%	0,50%
22	5,77%	2,43%	3,27%
21	13,07%	8,43%	9,57%
20	0,47%	1,67%	0,77%

Tab. 3: Průměrné hodnoty prahu slyšitelnosti v závislosti na věku



Graf 2: Hodnoty prahu slyšitelnosti v závislosti na věku

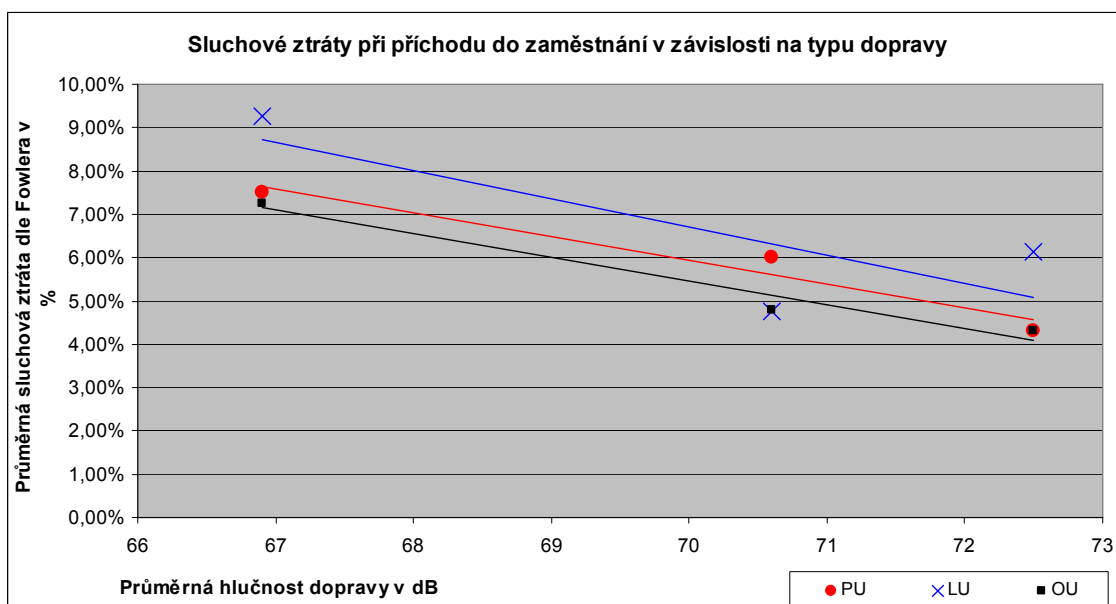
#### **7.4. Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na způsobu dopravy do zaměstnání:**

Hluk byl několikrát změřen na komunikaci I 50 vedoucí k výše uvedenému podniku, po níž se pohybují zaměstnanci, kteří jdou pěšky či jedou na kole. Dále byla proměřena hlučnost autobusu linky MHD se zastávkou v místě podniku a u pěti různých druhů automobilů pro přibližnou ilustraci hlučnosti osobních vozidel. Měření proběhla ve všední dny v době od 6:30 do 7:30 ráno, tedy v době dopravy do zaměstnání. Využity byly průměrné hodnoty. Výsledky měření hluku dopravy jsou uvedeny v příloze č. 7, závislosti na maximálních hodnotách naměřené hlučnosti jsou uvedeny v příloze č. 8.

Na rozdíl od očekávaných výsledků sluchová ztráta s rostoucí hlučností způsobu dopravy klesá (Tab. 4) (Graf 3). U automobilů (průměrná hlučnost  $66,9 \pm 1,96$  dB) je možným vysvětlením jiná než orientačně změřená hlučnost motoru, svou roli může hrát i zapnuté rádio či otevřené okno během jízdy. Výsledky týkající se dopravy autobusem (průměrná hlučnost  $70,6 \pm 0,64$  dB) a pěšky či na kole (průměrná hlučnost  $72,5 \pm 0,77$  dB) jsou již velice podobné co se týká hlučnosti i Fowlerovy sluchové ztráty. Výsledky také mohou být ovlivněny rozdílnou dobou nutnou k dopravě do zaměstnání pro jednotlivé druhy dopravy.

<b>Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na způsobu dopravy do zaměstnání</b>			
<b>Průměrná hlučnost dopravy [dB]</b>	<b>Průměrná sluchová ztráta</b>		
	<b>Pravé ucho</b>	<b>Levé ucho</b>	<b>Obě uši</b>
$66,9 \pm 1,96$	7,51%	9,27%	7,25%
$70,6 \pm 0,64$	6,01%	4,74%	4,80%
$72,5 \pm 0,77$	4,33%	6,14%	4,31%

*Tab. 4: Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na způsobu dopravy do zaměstnání*



Graf 3: Sluchové ztráty při příchodu do zaměstnání v závislosti na typu dopravy

### 7.5. Rozdíl ve sluchové ztrátě dle Fowlera před a po vystavení pracovníků vlivu hluku ve výkonu povolání v závislosti na použití ochranných pomůcek

Při zpracování byly použity hodnoty zvláště z každého měření a zvláště pro každé ucho. Celkově tedy bylo použito 90 měření (15 pracovníků x 3 měření x 2 uši). Od hodnot procentuální sluchové ztráty dle Fowlera při odchodu ze zaměstnání byly odečteny příslušné referenční hodnoty. Výsledné zlepšení (zhoršení) sluchové ztráty pak bylo statisticky zpracováno. Statistické zpracování potvrdilo, že sluchové ztráty pracovníků, kteří ochranné pomůcky sluchu nepoužili, i pracovníků, kteří ochranné pomůcky sluchu použili, podléhají normálnímu (Gaussovskému) rozdělení (Tab. 5) (Graf 4,5). Podrobnosti výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 10.

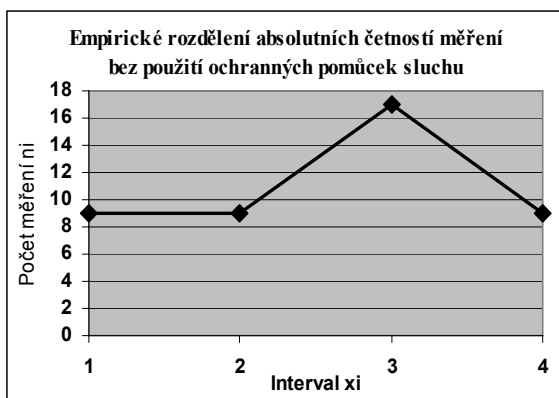
Bez použití ochranných pomůcek docházelo ke krátkodobému zhoršení sluchu o  $5,55 \pm 1,30\%$  Fowlerovy ztráty. Při použití ochranných pomůcek k posunu sluchového prahu nedocházelo téměř vůbec, případně dokonce došlo k jeho posunu ve smyslu zlepšení (průměrná hodnota  $-0,93 \pm 0,48 \%$ ) (Graf 6).

Použité značení:

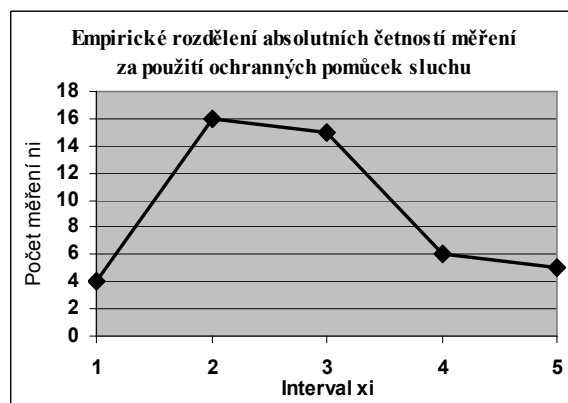
- $x_i$  – číslo intervalu posunu sluchových ztrát dle Fowlera v procentech, jehož meze jsou vyhrazeny termíny Od – Do
- $n_i$  – počet měření spadajících výsledkem do příslušného intervalu
- ● O-P Bez pomůcek – posun sluchové ztráty dle Fowlera v procentech u pracovníků, kteří nepoužili ochranné pomůcky
- ◆ O-P S pomůckami – posun sluchové ztráty dle Fowlera v procentech u pracovníků, kteří použili ochranné pomůcky
- P – sluchová ztráta dle Fowlera v procentech při Příchodu do zaměstnání (referenční hodnoty)
- O – sluchová ztráta dle Fowlera v procentech při Odchodu ze zaměstnání (pozátěžové hodnoty)
- Průměr bez pomůcek – křivka ilustrující průměrné hodnoty posunu sluchových ztrát dle Fowlera v procentech u pracovníků, kteří nepoužili ochranné pomůcky sluchu
- Průměr s pomůckami – křivka ilustrující průměrné hodnoty posunu sluchových ztrát dle Fowlera v procentech u pracovníků, kteří použili ochranné pomůcky sluchu

S ochrannými pomůckami sluchu				Bez ochranných pomůcek sluchu			
$x_i$	Od	Do	$n_i$	$x_i$	Od	Do	$n_i$
1	2,5	$\infty$	4	1	7,5	$\infty$	9
2	0	2,5	16	2	4	7,5	9
3	-2,5	0	15	3	0,5	4	17
4	-5	-2,5	6	4	$-\infty$	0,5	9
5	$-\infty$	-5	5				

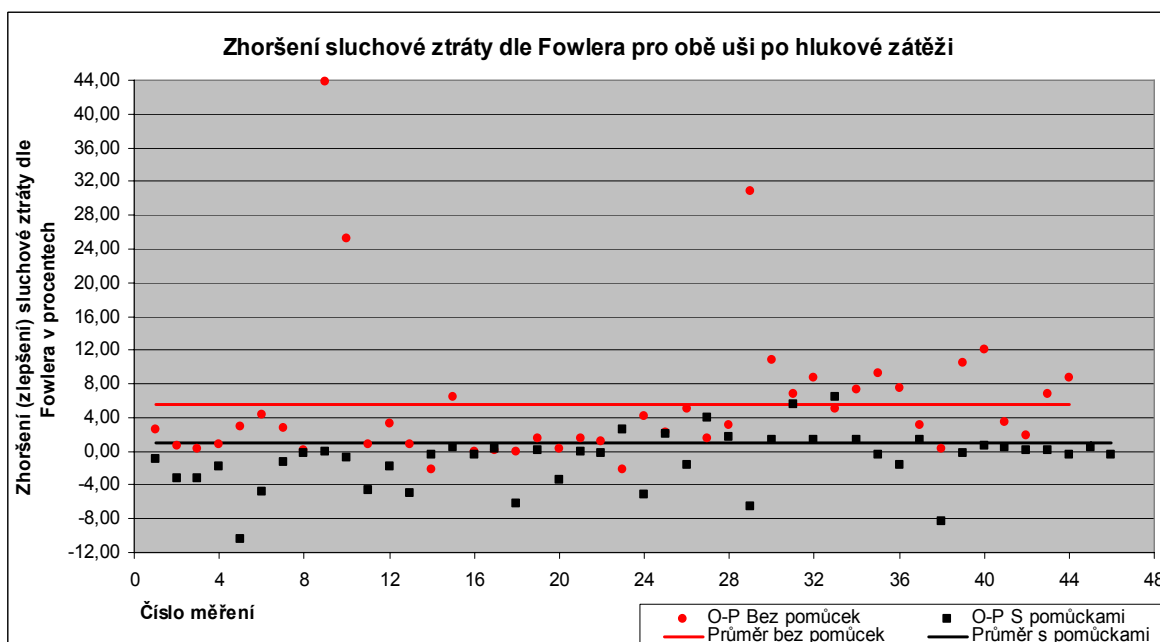
Tab. 5: Intervalové rozdělení četností



Graf 4: Empirické rozdělení četností měření bez použití ochranných pomůcek sluchu



Graf 5: Empirické rozdělení četností měření za použití ochranných pomůcek sluchu



Graf 6: Posun sluchové ztráty dle Fowlera v procentech v závislosti na používání ochranných pomůcek sluchu

### ***7.6. Závislost sluchových ztrát dle Fowlera na dnech v týdnu (zahlušení) – teoretická úvaha***

Vzhledem k tomu, že při opakovaném vystavení účinkům hluku se sluchový orgán na hluk adaptuje díky svým obranným mechanismům, provádí se vyšetření tónovou audiometrií na odděleních pracovního lékařství pouze na začátku pracovního týdne. Tehdy by měl být sluchový orgán na jednotlivé tóny citlivější, protože víkend je chápán jako doba klidu z hlediska hlukové zátěže. S postupem pracovního týdne by mělo docházet k posunu prahu slyšení u referenčních audiogramů směrem k vyšším hodnotám a rozdíly mezi referenčními audiogramy a audiogramy naměřenými po zátěži by se měly zmenšovat. Tomuto stavu se říká zahlušení.

Tato hypotéza bohužel nebyla předmětem výzkumu během měření dat a její zařazení bylo provedeno až na základě námětu MUDr. Hejlka při zpracování bakalářské práce. Měření probíhalo po tři různé týdny a pracovníci byli proměřováni pouze třikrát v různých dnech v závislosti na jejich časových možnostech. Každý z pracovníků rovněž používal ochranné pomůcky sluchu dle svého uvážení (jednou je použil, jindy zase ne). Vzhledem k nedostatečně velkému souboru není možné ve výsledcích nalézt probandy, kteří nikdy nenosili ochranné pomůcky sluchu, měřené po všechny dny v jednom týdnu. Proto nelze z naměřených hodnot zpracovat závislosti na jednotlivých dnech v týdnu.

### ***7.7. Frekvenční závislosti posunu sluchového prahu bez použití ochranných pomůcek sluchu:***

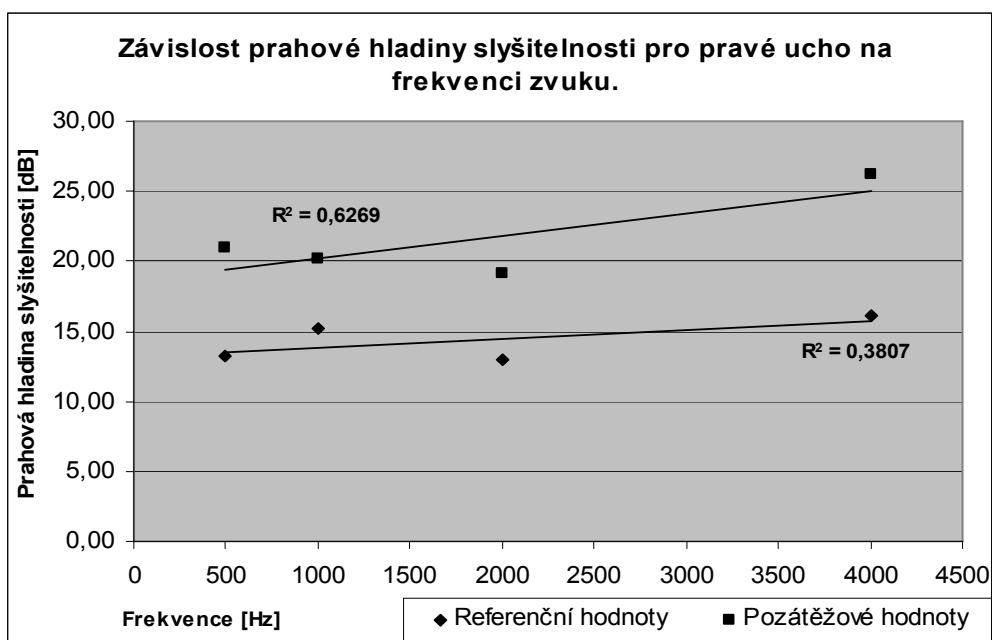
Je známo, že po vystavení sluchového orgánu zvuku o vysoké intenzitě krátkodobě klesá jeho citlivost na frekvenci daného zvuku. V prostředí použitém pro měření byl hluk smíšený, přesto jsem se pokusila zpracovat frekvenční závislost prahu slyšení, a to u měření, kdy probandi nepoužili ochranné pomůcky sluchu (*Tab. 6*).

Je zřejmé, že posun sluchového prahu je pro naměřené frekvence téměř stejný s maximálním rozdílem do 2,5 dB. Hladina prahu slyšitelnosti vykazuje s rostoucí frekvencí mírný nárůst, a to jak za klidových podmínek, tak i po zátěži (*Graf 11, 12*,

13). To může být způsobeno postupnými ztrátami sluchu ovlivněnými věkem, které začínají nejdříve právě na vysokých frekvencích, a to už v relativně nízkém věku.

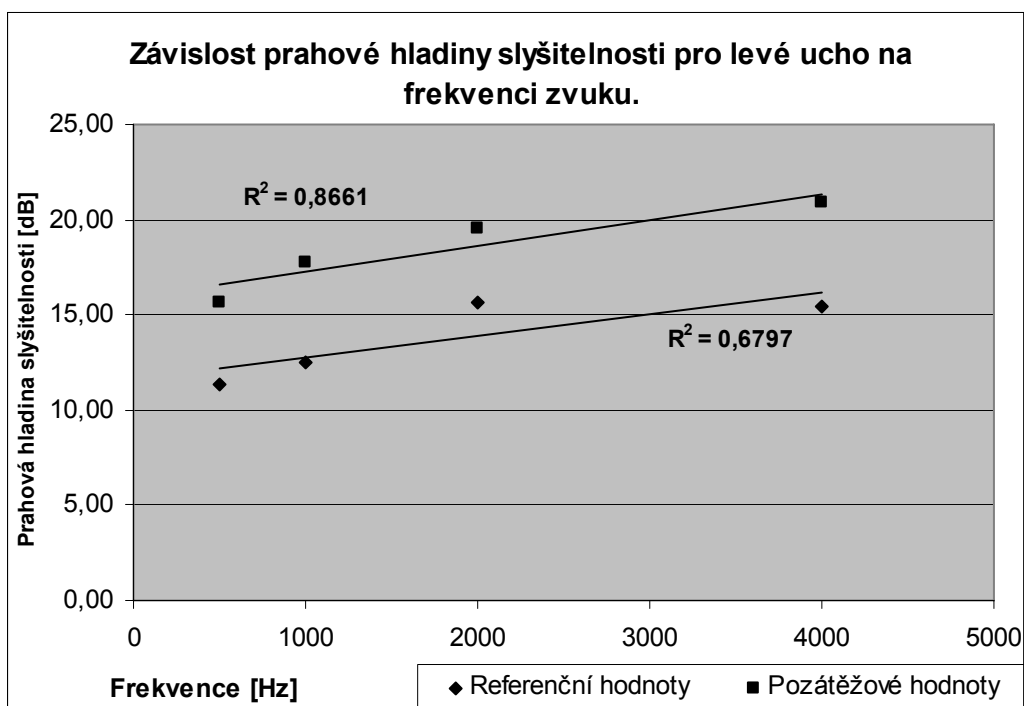
		Průměrná prahová hladina slyšitelnosti v dB			
		Frekvence v Hz	500	1000	2000
Pravé ucho	Referenční hodnoty	13,18	15,23	12,95	16,14
	Pozátěžové hodnoty	20,91	20,23	19,09	26,14
	Zvýšení hladiny o	7,73	5,00	6,14	10,00
Levé ucho	Referenční hodnoty	11,36	12,50	15,68	15,45
	Pozátěžové hodnoty	15,68	17,73	19,55	20,91
	Zvýšení hladiny o	4,32	5,23	3,86	5,45
Obě uši	Referenční hodnoty	12,27	13,86	14,32	15,80
	Pozátěžové hodnoty	18,30	18,98	19,32	23,52
	Zvýšení hladiny o	6,02	5,11	5,00	7,73

Tab. 6: Průměrná prahová hladina slyšitelnosti v dB

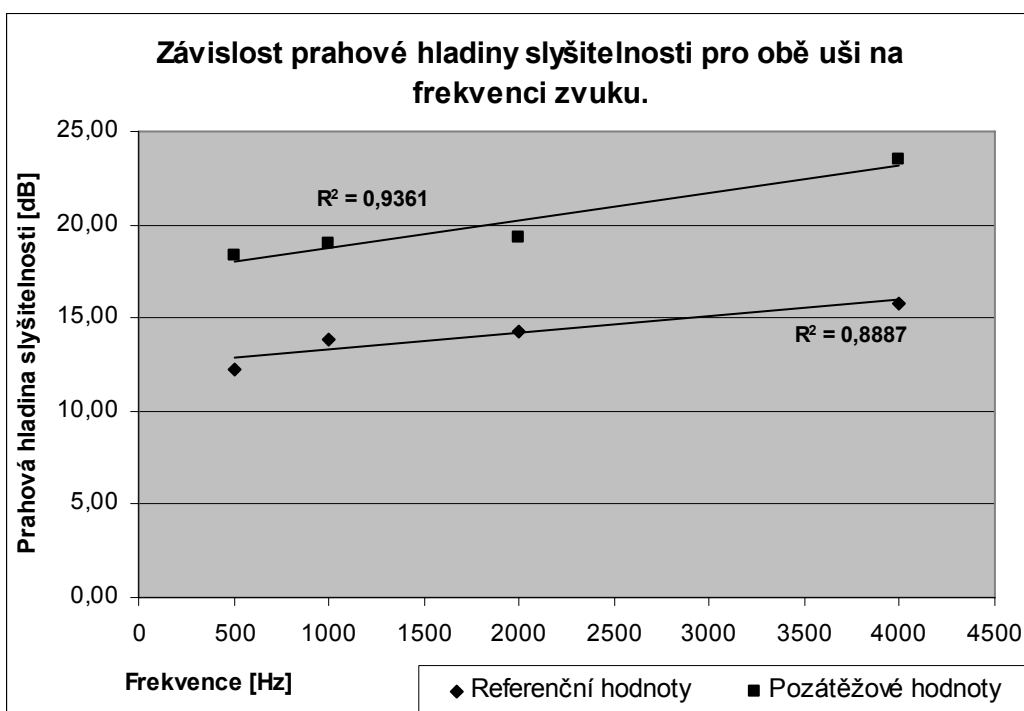


Graf 7: Závislost prahové hladiny slyšitelnosti na frekvenci zvuku pro pravé ucho





*Graf 8: Závislost prahové hladiny slyšitelnosti na frekvenci zvuku pro levé ucho*



*Graf 9: Závislost prahové hladiny slyšitelnosti na frekvenci zvuku pro obě uši*

## 8. Diskuse

V audiogramech pracovníků, kteří nepoužívali ochranné pomůcky sluchu, docházelo po skončení pracovní doby (po vystavení hlučnému prostředí nad 85 dB po dobu 8 hodin) k posunu ve smyslu zhoršení vzhledem k audiogramům referenčním (před pracovní dobou). Na posun prahu slyšení mělo vliv použití ochranných pomůcek sluchu. Bez použití ochranných pomůcek docházelo ke krátkodobému zhoršení sluchu o  $5,55 \pm 1,30\%$  sluchové ztráty dle Fowlera. Při použití ochranných pomůcek k posunu sluchového prahu nedocházelo téměř vůbec, případně dokonce došlo k jeho posunu ve smyslu zlepšení (průměrná hodnota  $-0,93 \pm 0,48\%$ ).

Vliv hlučnosti jednotlivých pracovišť na hodnotu prahu slyšení nebyl prokázán. Měřená pracoviště vykazovala podobnou hlučnost a neměli jsme k dispozici dostatečný vzorek probandů z každého jednotlivého pracoviště, kteří nepoužívali ochranné pomůcky. Posun prahu slyšení s rostoucí hlučností pracoviště klesal, což bylo v rozporu s hypotézou. Vliv prostředí, ze kterého pracovníci bezprostředně přicházeli k měření referenčních audiogramů, zejména tedy způsob a hlučnost dopravy do zaměstnání, rovněž nebyl prokázán. Na rozdíl od očekávaných výsledků sluchová ztráta s rostoucí hlučností způsobu dopravy spíše klesala. Hlučnost jednotlivých druhů dopravy se příliš nelišila, rozdíl ve sluchových ztrátách mohl být způsoben rozdílnou dobou expozice, jež nebyla vzata do úvahy.

Referenční práh slyšení stoupal s věkem pracovníků v souladu s hypotézou.

Hypotéza týkající se zahlušení pracovníků bohužel nebyla předmětem původního výzkumu a její zařazení bylo provedeno až při zpracování bakalářské práce. Z naměřených hodnot nelze zpracovat závislosti sluchových ztrát a jejich posunu na jednotlivých dnech v týdnu.

Na závěr jsem se pokusila zpracovat frekvenční závislost prahu slyšení, a to u měření, kdy probandi nepoužili ochranné pomůcky sluchu. V prostředí použitým pro měření byl hluk smíšený. Podle očekávání došlo k nárůstu prahu slyšení na všech frekvencích o přibližně stejné hodnoty. Z výsledků byly jasně patrné vyšší hodnoty sluchové ztráty na vyšších frekvencích, jak u klidových audiogramů, tak u audiogramů po zátěži, což je v souladu s očekáváním <sup>(7) (10) (12) (16)</sup>.

## 9. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo prokázat vliv hlučnosti prostředí na dočasný posun sluchového prahu a prokázat efektivitu nošení ochranných pomůcek sluchu.

Po dobu 21 dní bylo pravidelně měřeno 15 pracovníků strojírenského závodu, v jehož provozu hladina intenzity zvuku přesahovala hodnotu 85 dB. Celkem bylo provedeno 45 měření referenčních a 45 měření pozátěžových audiogramů. Většina pracovníků měla k dispozici ochranné pomůcky, ale nosila je dle potřeby. 6 pozátěžových měření pracovníků proběhlo po použití sluchátek jako ochrany před hlukem, 17 pozátěžových měření pracovníků proběhlo po použití špuntů do uší jako ochrany před hlukem, 22 pozátěžových měření proběhla bez předchozího použití ochranných pomůcek pracovníkem. Zvláště na poslední skupinu zaměstnanců byl zaměřen náš výzkum.

Pomocí tónové audiometrie byly zjištěny prahové křivky vzdušného vedení, které vykazovaly posun oproti referenčním audiogramům v závislosti na vystavení probandů různé intenzitě zvuku v prostředí. Jednoznačně byla prokázána efektivita používání ochranných pomůcek sluchu při pohybu v hlučném pracovním prostředí. Po pracovní směně měli pracovníci bez ochranných pomůcek posunutý práh slyšitelnosti o  $5,5 \pm 1,30\%$  sluchové ztráty dle Fowlera, zatímco u pracovníků s ochrannými pomůckami byl průměrný posun spíše k lepšímu, a to  $-0,93 \pm 0,48\%$ . Ostatní hypotézy byly vzhledem k malému souboru měřených osob jen velice málo průkazné. Domnívám se však, že při provedení většího počtu měření by bylo i tyto možné prokázat.

Moje měření potvrdila, že v České republice je dostatečné právní a pracovně – lékařské zajištění prevence a ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku. Větší pozornost by ale měla být věnována informovanosti a výchově běžných občanů v této problematice. Většina lidí sice ví, že hluk má nepříznivý účinek na sluch, méně si však uvědomují reálnost rizika pohybu v hlučném prostředí na nevratné poškození sluchu. Omezování pobytu v hlučném prostředí ze strany jednotlivce je proto prvním krokem k zabránění poškození sluchu z hluku. Pokud není možné se hluku vyhnout, zejména v pracovním prostředí, současná praxe je vyhovující, co se týče preventivních opatření jak ze strany zaměstnavatele (technická a organizační opatření, poskytnutí ochranných

pomůcek sluchu zaměstnancům), tak ze strany zdravotnických zařízení (lékařské prohlídky, audiometrická vyšetření). Dle mého názoru by však pracovníci pracující v hlučném prostředí měli být důrazněji a přesvědčivěji poučeni o přínosu nošení ochranných pomůcek sluchu během školení v oblasti bezpečnosti práce. Zaměstnavatelé by také mohli motivovat své zaměstnance k nošení ochranných pomůcek sluchu buď výslovným nařízením jejich používání, nebo formou speciálních odměn.

## 10. Seznam použitých zdrojů

1. *Hluk a lidé v číslech.*  
(online) Platný <http://www.hluk.eps.cz/index.php?section=hluk&page=vliv-hluku-na-zdravi>, 2009-04-03
2. Lochman, J. *Protihluková opatření na dopravních cestách.* Diplomová práce. Praha: ČVUT v Praze, 2002/2003. s. 34 – 43
3. Ministerstvo vnitra ČR. *Sbírka zákonů a mezinárodních smluv.*  
(online) Platný <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/>, 2009-04-03
4. Čihák, R. *Anatomie 3*, 2. vyd. Praha: Grada publishing, 2002. 673 s.  
ISBN 80-7169-140-2.
5. Navrátil, L., Rosina, J. a kol. *Medicínská biofyzika.* Praha: Grada publishing, 2005.  
524 s. ISBN 80-247-1152-4
6. Steiner, D. *Akustika.*  
(online) Platný <http://www.steiner.cz/david/akustika/>, 2009-04-03
7. Bernat, P. *Akustika, vznik a šíření zvuku.* 2009-04-03. (online) Platný [http://home.vsb.cz/petr.bernat/texty/varhany/anatomie/pistaly\\_akustika.htm](http://home.vsb.cz/petr.bernat/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm)
8. *Hearing loss*  
(online) Platný <http://www.paworkerscomp-info.com/hearingloss.html>, 2009-04-03
9. *Rozdělení sluchového postižení – 4.*  
(online) Platný <http://www.ticho.cz/clanky.php?key=231&kkk=498c8c73cd4f827db9fc68ff2bb0c46d&limn=35&limc=0&sclkat=novinky&cclaut=3&cclkat=&cclser=11&ccltem=>, 2009-04-03
10. Hubáček, I., Vokurka, J. *Otorinolaryngologie.* Praha: Karolinum, 2006. 426 s.  
ISBN 80-246-1019-1
11. *Převodní poruchy.*  
(online) Platný <http://www.czp.az4u.info/redakce/index.php?lanG=cs&slozka=4869&xsekce=7636&clanek=15917&>, 2009-04-08
12. *Percepční (senzoryální) poruchy.*  
(online) Platný [http://www.snndo.cz/Soubory/Percepcni\\_poruchy.pdf](http://www.snndo.cz/Soubory/Percepcni_poruchy.pdf), 2009-04-08

13. *Základní definice*. 2009-04-09  
(online) Platný <http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=208>,
14. Tuček, M., Cikrt, M., Pelcová, D. *Pracovní lékařství pro praxi*.  
Praha: Grada publishing, 2005. 344 s. ISBN 80-247-0927-9
15. RNDr. Záškodný, P. CSc. *Poznámky z přednášek z předmětu Biostatistika, osobní konzultace*.
16. Hedvíková, M. *Audiometrie osob se zhoršeným sluchem*. Bakalářská práce. České Budějovice: JČU v Českých Budějovicích, 2005/2006

## **11. Klíčová slova**

- nepříznivé účinky hluku na člověka
- prahová tónová audiometrie
- krátkodobé zhoršení sluchu
- pracovně lékařská problematika v oblasti hluku
- sluchová ztráta dle Fowlera

## **12. Seznam příloh**

- Příloha č. 1: Přehled získaných a naměřených údajů 1
- Příloha č. 2: Přehled získaných a naměřených údajů 2
- Příloha č. 3: Přehled získaných a naměřených údajů 3
- Příloha č. 4: Přehled získaných a naměřených údajů 4
- Příloha č. 5: Přehled získaných a naměřených údajů 5
- Příloha č. 6: Závislost posunu sluchového prahu na hlučnosti pracoviště
- Příloha č. 7: Měření hlučnosti různých způsobů dopravy do zaměstnání
- Příloha č. 8: Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na maximální hlučnosti různých druhů dopravy do zaměstnání
- Příloha č. 9: Elementární statistické zpracování závislosti posunu sluchové ztráty dle Fowlera v procentech na použití ochranných pomůcek sluchu
- Příloha č. 10: Citace části zákona č. 20/1966 Sb. o péči o zdraví lidu
- Příloha č. 11: Citace části zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví
- Příloha č. 12: Citace nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Příloha č. 13: Citace části vyhlášky č. 13/1977 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Příloha č. 14: Fotodokumentace přístrojů použitých k měření



Příloha č. 1: Přehled získaných a naměřených údajů 1

Přehled získaných a naměřených údajů 1																				
<b>1</b>	Rok narození:	1988	Věk:	20 let																
	Prac. Zařazení:	Seřizovač	Pracoviště:	frézování																
	Let v provozu:	0	Ráno:	bus																
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>				<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>				<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>				<b>Ochranné pomůcky</b>						
19.8.2008	1. příchod	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	LU	OBĚ	0.30%	0.50%	0.30%	ne				
	1. odchod	25	15	-10	10	10	10	10	10	10	7.50	0.30%	2.80%	1.10%	1.50%					
20.8.2008	2. příchod	5	5	0	0	2.50	10	5	5	5	5.00	0.00%	0.20%	0.10%	0.10%	ne				
	2. odchod	5	10	5	0	5.00	10	15	0	5	7.50	0.30%	1.10%	0.50%						
21.8.2008	3. příchod	10	15	5	0	7.50	25	20	10	0	13.75	1.10%	4.30%	1.90%	1.90%	špunty do uší				
	3. odchod	10	5	0	0	3.75	20	5	5	5	8.75	0.20%	1.10%	0.40%	0.40%					
<b>2</b>	Rok narození:	1987	Věk:	21 let																
Prac. Zařazení:	Svářeč, strojní zám.	Pracoviště:	svarovna																	
Let v provozu:	1.5	Ráno:	bus																	
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>				<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>				<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>				<b>Ochranné pomůcky</b>						
19.8.2008	1. příchod	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	LU	OBĚ	6.90%	9.40%	9.40%	špunty do uší				
	1. odchod	30	35	20	35	30.00	20	15	25	5	16.25	17.00%	13.80%	5.10%	7.30%					
20.8.2008	2. příchod	25	30	20	20	23.75	15	25	20	0	15.00	11.00%	7.00%	8.00%	8.00%	ne				
	2. odchod	25	30	20	35	27.50	20	30	25	5	20.00	13.90%	11.40%	12.00%	12.00%					
21.8.2008	3. příchod	25	30	15	30	25.00	20	30	25	0	18.75	11.20%	11.40%	11.30%	11.30%	ne				
	3. odchod	25	30	20	35	27.50	20	30	25	10	21.25	13.90%	11.50%	12.10%	12.10%					
<b>3</b>	Rok narození:	1986	Věk:	22 let																
Prac. Zařazení:	Strojní zámečnick	Pracoviště:	frézování																	
Let v provozu:	1	Ráno:	auto																	
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>				<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>				<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>				<b>Ochranné pomůcky</b>						
19.8.2008	1. příchod	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	LU	OBĚ	5.90%	7.30%	7.30%	sluchátka				
	1. odchod	20	35	10	20	23.75	25	25	10	17.50	11.60%	5.90%	1.10%	1.10%	1.10%					
20.8.2008	2. příchod	25	20	-10	-5	7.50	20	0	-5	3.75	3.90%	1.10%	1.80%	1.80%	1.80%	ne				
	2. odchod	70	45	40	50	51.25	45	20	40	36.25	47.70%	26.30%	31.70%	31.70%						
21.8.2008	3. příchod	25	0	5	-5	6.25	-5	10	5	0	2.50	1.80%	0.30%	0.70%	0.70%	špunty do uší				
	3. odchod	10	10	0	-5	3.75	0	5	-10	-3.75	0.50%	0.00%	0.10%	0.10%						

Tab. 1: Přehled získaných a naměřených údajů 1

Příloha č. 2: Přehled získaných a naměřených údajů 2

Přehled získaných a naměřených údajů 2																							
<b>4</b>	Rok narození:	1954	Věk:	54 let																			
	Prac. Zařazení:	Uklízečka	Pracoviště:	lakovna																			
	Let v provozu:	39	Ráno:	kolo																			
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>						<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>						<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>				<b>Ochranné pomůcky</b>					
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ									
25.8.2008	1. příchod	5	10	15	10	10,00	5	10	15	10	10,00	1,70%	1,00%	1,20%									ne
	1. odchod	5	10	15	20	12,50	5	10	15	30	15,00	2,50%	4,30%	3,00%									
26.8.2008	2. příchod	5	10	15	15	11,25	5	10	10	20	11,25	1,90%	1,60%	1,70%									špunty do uší
	2. odchod	0	10	15	15	10,00	0	10	10	10	7,50	1,90%	0,80%	1,10%									
27.8.2008	3. příchod	5	10	10	5	7,50	0	10	10	30	12,50	0,70%	3,40%	1,40%									ne
	3. odchod	10	5	10	20	11,25	0	5	10	20	8,75	1,50%	1,30%	1,40%									
<b>5</b>	Rok narození:	1976	Věk:	32 let																			
Prac. Zařazení:	Nástrojář	Pracoviště:	nástrojárna																				
Let v provozu:	13	Ráno:	pěšky																				
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>						<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>						<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>				<b>Ochranné pomůcky</b>					
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ									
18.8.2008	1. příchod	25	25	15	30	23,75	20	15	10	15	15,00	9,40%	2,70%	4,40%									sluchátka
	1. odchod	15	20	15	20	17,50	10	5	10	15	10,00	4,80%	0,90%	1,90%									
26.8.2008	2. příchod	30	20	10	25	21,25	20	15	5	15	13,75	6,80%	2,30%	3,40%									sluchátka
	2. odchod	15	15	10	10	12,50	15	15	10	10	12,50	1,90%	1,90%	1,90%									
28.8.2008	3. příchod	25	20	10	15	17,5	15	15	10	10	12,5	4,60%	1,90%	2,60%									ne
	3. odchod	25	25	20	30	25	10	10	10	20	12,5	11,00%	1,80%	4,10%									
<b>6</b>	Rok narození:	1977	Věk:	31 let																			
Prac. Zařazení:	Zámečnick, svářeč	Pracoviště:	nástrojárna																				
Let v provozu:	10	Ráno:	auto																				
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>						<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>						<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>				<b>Ochranné pomůcky</b>					
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ									
18.8.2008	1. příchod	10	10	10	5	8,75	15	10	5	10	10,00	0,90%	0,90%	0,90%									ne
	1. odchod	15	10	5	15	11,25	10	10	10	5	8,75	1,10%	0,90%	1,00%									
27.8.2008	2. příchod	10	5	5	10	7,50	5	5	10	0	5,00	0,30%	0,40%	0,30%									špunty do uší
	2. odchod	15	5	5	15	10,00	5	5	5	0	3,75	0,80%	0,00%	0,20%									
28.8.2008	3. příchod	10	5	5	10	7,50	5	10	5	-10	2,50	0,30%	0,30%	0,30%									ne
	3. odchod	20	10	10	5	11,25	10	5	10	0	6,25	1,80%	0,60%	0,90%									

Tab. 2: Přehled získaných a naměřených údajů 2

Příloha č. 3: Přehled získaných a naměřených údajů 3

Přehled získaných a naměřených údajů 3															
<b>7</b>	Rok narození:	1964	Věk:	44 let											
	Prac. Zařazení:	Brusič	Pracoviště:	brusima											
	Let v provozu:	9+3	Ráno:	autem											
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>			<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>			<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>			<b>Ochranné pomůcky</b>				
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ		
18.8.2008	1. příchod	10	15	15	50	22,50	10	30	15	50	26,25	10,40%	14,90%	11,50%	špunty do uší
	1. odchod	15	15	20	45	23,75	5	10	10	50	18,75	10,70%	8,70%	9,20%	
1.9.2008	2. příchod	5	10	15	40	17,50	0	15	15	65	23,75	6,60%	14,70%	8,60%	špunty do uší
	2. odchod	10	10	15	40	18,75	5	10	15	55	21,25	6,80%	11,30%	7,90%	
2.9.2008	3. příchod	10	15	15	40	20,00	10	10	10	55	21,25	7,40%	10,60%	8,20%	špunty do uší
	3. odchod	10	15	15	40	20,00	10	15	15	50	22,50	7,40%	10,40%	8,20%	
<b>8</b>	Rok narození:	1958	Věk:	50 let											
Prac. Zařazení:	Jeřábník	Pracoviště:	svarovna												
Let v provozu:	12	Ráno:	auto												
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>			<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>			<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>			<b>Ochranné pomůcky</b>				
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ		
25.8.2008	1. příchod	20	20	30	40	27,50	20	20	50	50	35,00	15,40%	33,60%	19,90%	špunty do uší
	1. odchod	20	20	35	40	28,75	20	20	45	50	33,75	18,00%	28,50%	20,60%	
27.8.2008	2. příchod	15	20	30	40	26,25	20	20	45	55	35,00	14,80%	30,20%	18,60%	špunty do uší
	2. odchod	20	20	30	45	28,75	20	20	45	50	33,75	16,80%	28,50%	19,70%	
5.9.2008	3. příchod	20	20	30	40	27,50	20	20	45	50	33,75	15,40%	28,50%	18,70%	špunty do uší
	3. odchod	20	20	35	45	30,00	20	20	45	55	35,00	19,40%	30,20%	22,10%	
<b>9</b>	Rok narození:	1954	Věk:	54 let											
Prac. Zařazení:	Svářeč	Pracoviště:	svarovna												
Let v provozu:	10	Ráno:	auto												
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>			<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>			<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>			<b>Ochranné pomůcky</b>				
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ		
25.8.2008	1. příchod	35	30	25	35	31,25	10	10	5	45	17,50	17,80%	6,90%	9,60%	sluchátka
	1. odchod	30	25	15	35	26,25	10	0	5	50	16,25	11,30%	8,20%	9,00%	
27.8.2008	2. příchod	25	15	20	30	22,50	10	0	5	45	15,00	8,30%	6,60%	7,00%	sluchátka
	2. odchod	25	30	20	35	27,50	5	0	0	50	13,75	13,90%	8,00%	9,50%	
5.9.2008	3. příchod	25	15	20	35	23,75	10	10	5	45	17,50	9,40%	6,90%	7,50%	špunty do uší
	3. odchod	25	30	25	35	28,75	10	5	5	50	17,50	15,90%	8,20%	10,10%	

Tab. 3: Přehled získaných a naměřených údajů 3

Příloha č. 4: Přehled získaných a naměřených údajů 4

Přehled získaných a naměřených údajů 4														
<b>10</b>	Rok narození:	1975	Věk:	33 let										
	Prac. Zařazení:	Lakýrník	Pracoviště:	frézování										
	Let v provozu:	8	Ráno:	auto										
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>			<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>			<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>			<b>Ochranné pomůcky</b>			
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ	
20.8.2008	1. příchod	10	15	20	20	5	12,50	15	25	18,75	4,00%	7,20%	4,80%	
	1. odchod	15	20	20	20	10	16,25	15	20	20,00	5,60%	8,40%	6,30%	
2.9.2008	2. příchod	15	20	25	20	5	16,25	15	25	16,25	7,50%	6,00%	6,40%	
	2. odchod	10	20	20	20	10	15,00	20	30	21,25	5,30%	10,10%	6,50%	
3.9.2008	3. příchod	10	10	20	20	5	11,25	10	20	11,25	3,40%	3,30%	3,30%	
	3. odchod	15	20	20	20	10	16,25	15	20	20,00	5,60%	8,40%	6,30%	
<b>11</b>	Rok narození:	1951	Věk:	57 let										
	Prac. Zařazení:	Pomocník v lakovně	Pracoviště:	lakovna										
	Let v provozu:	20	Ráno:	kolo										
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>			<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>			<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>			<b>Ochranné pomůcky</b>			
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ	
1.9.2008	1. příchod	20	15	10	55	25,00	10	5	10	21,25	12,10%	11,80%	11,90%	
	1. odchod	25	15	15	55	27,50	15	10	20	26,25	13,70%	14,90%	14,00%	
2.9.2008	2. příchod	20	15	10	55	25,00	15	10	10	25,00	12,10%	13,70%	12,50%	
	2. odchod	20	20	10	50	25,00	10	10	10	22,50	11,60%	12,10%	11,70%	
3.9.2008	3. příchod	15	10	5	55	21,25	0	0	65	25,00	10,50%	34,00%	16,40%	
	3. odchod	50	40	35	70	48,75	15	10	20	16,25	41,40%	4,60%	13,80%	
<b>12</b>	Rok narození:	1969	Věk:	39 let										
	Prac. Zařazení:	Lakýrník	Pracoviště:	lakovna										
	Let v provozu:	2,5	Ráno:	auto										
<b>Datum</b>	<b>Měření</b>	<b>Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho</b>			<b>Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho</b>			<b>Sluchová ztráta dle Fowlera</b>			<b>Ochranné pomůcky</b>			
		500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ	
1.9.2008	1. příchod	15	20	20	20	18,75	10	20	15	17,50	6,40%	5,30%	5,60%	
	1. odchod	20	20	30	30	25,00	15	25	30	25,00	13,10%	14,00%	13,30%	
3.9.2008	2. příchod	10	20	25	20	18,75	10	15	20	18,75	8,10%	6,70%	7,10%	
	2. odchod	20	20	25	30	23,75	15	30	25	25,00	13,20%	14,00%	13,30%	
4.9.2008	3. příchod	10	15	20	20	16,25	10	15	15	16,25	4,10%	4,30%	4,20%	
	3. odchod	15	20	30	35	25,00	15	25	20	22,50	13,30%	11,70%	12,40%	

Tab. 4: Přehled získaných a naměřených údajů 4

Příloha č. 5: Přehled získaných a naměřených údajů 5

Přehled získaných a naměřených údajů 5																							
<b>13</b>	Rok narození:	1971	Věk:	37 let																			
	Prac. Zařazení:	Lakýmník	Pracoviště:	lakovna																			
	Let v provozu:	18	Ráno:	kolo																			
					Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho					Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho					Sluchová ztráta dle Fowlera				Ochranné pomůcky				
Datum	Měření	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ	Ochranné pomůcky			
21.8.2008	1. příchod	0	0	0	5	1,25	10	20	15	50	23,75	0	0,00%	11,60%	2,90%	sluchátka							
	1. odchod	5	15	10	-10	5,00	5	10	20	10	11,25	1,30%	3,30%	1,80%									
2.9.2008	2. příchod	10	20	15	15	15,00	10	20	10	5	11,25	3,90%	2,70%	3,00%	špunty do uší								
	2. odchod	10	20	15	10	13,75	5	20	15	0	10,00	3,70%	3,40%	3,50%									
3.9.2008	3. příchod	0	10	10	10	7,50	5	20	15	0	10,00	0,80%	3,40%	1,40%	ne								
	3. odchod	5	20	15	10	12,50	5	20	20	5	12,50	3,90%	3,70%	3,80%									
<b>14</b>	Rok narození:	1971	Věk:	37 let																			
	Prac. Zařazení:	Svářeč, stroj. zámeč	Pracoviště:	svarovna																			
	Let v provozu:	10	Ráno:	kolo																			
					Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho					Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho					Sluchová ztráta dle Fowlera				Ochranné pomůcky				
Datum	Měření	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ	Ochranné pomůcky			
22.8.2008	1. příchod	5	5	0	10	5,00	5	10	10	-5	5,00	0,10%	0,40%	0,20%	špunty do uší								
	1. odchod	5	10	-5	15	6,25	10	5	5	-5	6,25	0,60%	0,50%	0,60%									
4.9.2008	2. příchod	5	5	5	5	5,00	10	10	10	10	11,25	0,00%	1,20%	1,30%	špunty do uší								
	2. odchod	10	5	5	0	5,00	10	10	10	5	10,00	0,20%	0,80%	0,40%									
5.9.2008	3. příchod	10	5	5	10	7,50	5	5	5	10	5,00	0,30%	0,40%	0,30%	špunty do uší								
	3. odchod	15	5	5	15	10,00	5	5	5	5	3,75	0,80%	0,00%	0,20%									
<b>15</b>	Rok narození:	1957	Věk:	51 let																			
	Prac. Zařazení:	Jefábnice	Pracoviště:	svarovna																			
	Let v provozu:	12	Ráno:	bus																			
					Prahové Hodnoty [dB] Pravé Ucho					Prahové Hodnoty [dB] Levé Ucho					Sluchová ztráta dle Fowlera				Ochranné pomůcky				
Datum	Měření	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Průměr	PU	LU	OBĚ	Ochranné pomůcky			
20.8.2008	1. příchod	15	15	15	20	16,25	20	15	10	15	15,00	3,60%	2,70%	2,90%	ne								
	1. odchod	25	25	25	35	27,50	30	30	20	35	28,75	14,10%	14,70%	14,30%									
26.8.2008	2. příchod	15	15	15	25	17,50	20	10	15	25	17,50	3,50%	4,40%	3,70%	ne								
	2. odchod	15	15	20	30	20,00	20	20	15	25	20,00	7,00%	6,20%	6,40%									
3.9.2008	3. příchod	15	20	20	20	18,75	10	20	15	25	17,50	6,40%	5,30%	5,60%	ne								
	3. odchod	20	20	30	30	25,00	15	25	30	30	25,00	13,10%	14,00%	13,30%									

Tab. 5: Přehled získaných a naměřených údajů 5

### Příloha č. 6: Závislost posunu sluchového prahu na hlučnosti pracoviště

Posun sluchového prahu v závislosti na hlučnosti pracoviště byl určen z maximálních (*Graf 1*) a průměrných (*Graf 2*) naměřených hodnot intenzity zvuku. Pro zpracování byly použity výsledky dílčích audiometrických měření, kdy probandi nepoužili ochranné pomůcky sluchu (*Tab. 6a, b*).

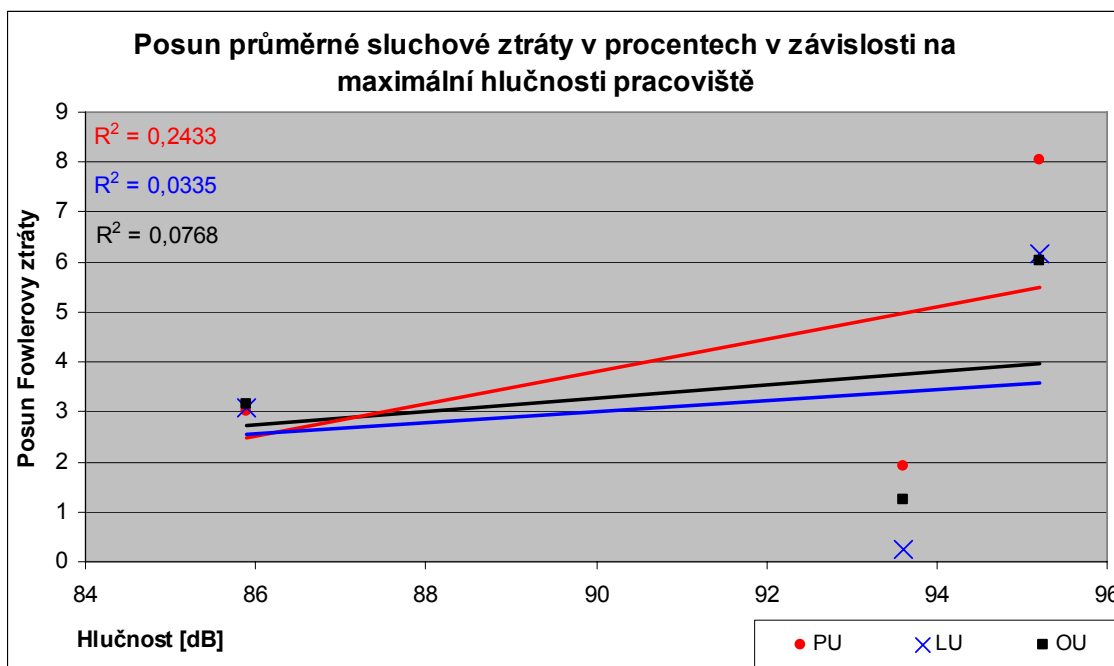
Vzhledem k nízkému počtu měření není výsledek příliš průkazný, přesto propojíme-li jednotlivé trendy grafu zpracovaného při maximální hlučnosti pracoviště, je možné akceptovat mírně stoupající tendenci sluchového prahu vzhledem k hlučnosti pracoviště, což je v souladu s hypotézou. Při použití průměrné hlučnosti pracoviště zůstává výsledek obdobný jako výsledek již zmíněný v bakalářské práci (kap. 7. 2.).

<b>Rozdíl ve sluchové ztrátě dle Fowlera v procentech před a po vystavení probandů bez ochranných pomůcek hlučnému prostředí - závislost na hlučnosti pracoviště</b>															
<b>Pracoviště</b>		<b>Hlučnost [dB]</b>			<b>Pracoviště</b>		<b>Hlučnost [dB]</b>			<b>Pracoviště</b>		<b>Hlučnost [dB]</b>			
<b>Frézování</b>		<b>83,6</b>			<b>Svařovna</b>		<b>86,2</b>			<b>Lakovna</b>		<b>78,3</b>			
Měření	PU	LU	OBĚ	Měření	PU	LU	OBĚ	Měření	PU	LU	OBĚ	Měření	PU	LU	OBĚ
1	2,50	0,60	1,20	1	2,90	4,40	4,00	1	0,80	3,30	1,80				
2	0,30	0,90	0,40	2	2,70	0,10	0,80	2	0,00	-0,80	-0,60				
3	1,60	1,20	1,50	3	2,60	-5,10	0,70	3	0,80	-2,10	0,00				
4	-2,20	4,10	0,10	4	2,00	-1,70	1,10	4	1,60	3,10	2,10				
5	2,20	5,10	3,00	5	4,00	1,70	3,40	5	6,70	8,70	7,70				
6	43,80	25,20	29,90	6	0,50	-0,40	-0,20	6	5,10	7,30	6,20				
Průměr	8,03	6,18	6,02	7	5,60	1,40	2,50	7	9,20	7,40	8,20				
Chyba ±	5,04	2,88	3,39	8	6,50	1,30	2,60	8	-0,20	0,70	0,50				
				9	0,50	0,10	0,40	9	3,10	0,30	2,40				
				10	0,20	-0,40	-0,90	Průměr	3,01	3,10	3,14				
				11	-6,50	1,30	-0,60	Chyba ±	1,26	1,46	1,30				
				Průměr	1,91	0,25	1,25								
				Chyba ±	1,04	0,71	0,50								

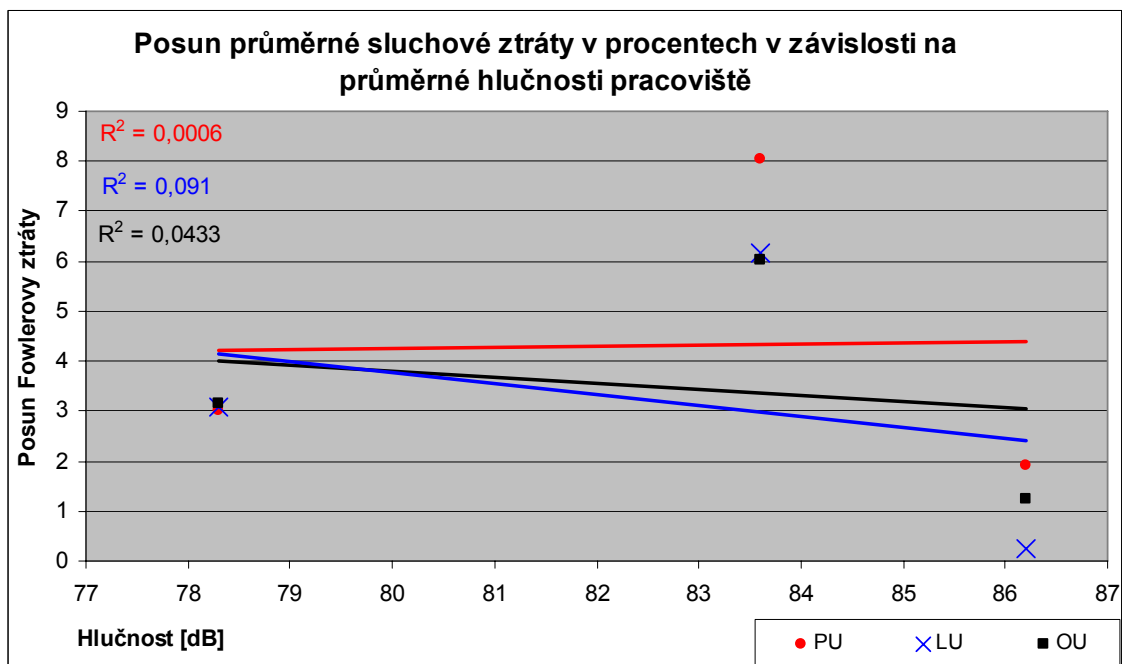
Tab. 6a: Výsledky dílčích audiometrických měření

<b>Posun průměrné sluchové ztráty v procentech v závislosti na průměrné/maximální hlučnosti pracoviště</b>				
<b>Pracoviště</b>	<b>Hlučnost [dB]</b>	<b>PU [%]</b>	<b>LU [%]</b>	<b>OBĚ [%]</b>
Frézování	83,6 / 95,2	8,03 ± 5,04	6,18 ± 2,88	6,02 ± 3,39
Svařovna	86,2 / 93,6	1,91 ± 1,04	0,25 ± 0,71	1,25 ± 0,50
Lakovna	78,3 / 85,9	3,01 ± 1,26	3,10 ± 1,46	3,14 ± 1,30

Tab. 6b: Posun průměrné sluchové ztráty v závislosti na hlučnosti pracoviště



Graf 1: Posun průměrné sluchové ztráty v závislosti na maximální hlučnosti pracoviště



Graf 2: Posun průměrné sluchové ztráty v závislosti na průměrné hlučnosti pracoviště

### Příloha č. 7: Měření hlučnosti různých způsobů dopravy do zaměstnání

Hluk byl několikrát změřen na komunikaci I 50 vedoucí k výše uvedenému podniku, po níž se pohybují zaměstnanci, kteří jdou pěšky či jedou na kole (Tab. 7). Dále byla proměřena hlučnost autobusu linky MHD se zastávkou v místě podniku (Tab. 8) a u pěti různých druhů automobilů pro přibližnou ilustraci hlučnosti osobních vozidel (Tab. 9). Měření proběhla ve všední dny v době od 6:30 do 7:30 ráno, tedy v době dopravy do zaměstnání.

<b>Měření hlučnosti prostředků dopravy probandů do zaměstnání – komunikace I50</b>			
<b>Měření</b>	<b>Komunikace</b>	<b>Průměrná hlučnost</b>	<b>Maximální hlučnost</b>
1	I 57	70,2	78,5
2	I 57	71,5	79,4
3	I 57	72,8	81,4
4	I 57	74,6	85,1
5	I 57	73,6	82,3
Průměr		72,5 ± 0,77	81,3 ± 1,16

Tab. 7: Měření hlučnosti v blízkosti komunikace I50

<b>Měření hlučnosti prostředků dopravy probandů do zaměstnání – autobus</b>			
<b>Měření</b>	<b>Autobus</b>	<b>Průměrná hlučnost</b>	<b>Maximální hlučnost</b>
1	MHD Nový Jičín	71,2	81,8
2	MHD Nový Jičín	72,8	82,9
3	MHD Nový Jičín	69,6	78,3
4	MHD Nový Jičín	69,2	80,1
5	MHD Nový Jičín	70,3	78,5
Průměr		70,6 ± 0,64	80,3 ± 0,90

Tab. 8: Měření hlučnosti uvnitř autobusu MHD za jízdy

<b>Měření hlučnosti prostředků dopravy probandů do zaměstnání – automobily</b>					
<b>Měření</b>	<b>Značka vozu</b>	<b>Typ vozu</b>	<b>Rok výroby</b>	<b>Průměrná hlučnost</b>	<b>Maximální hlučnost</b>
1	Seat	Marbella	1991	67,5	78,7
2	Volkswagen	Passat	1999	64,5	75,8
3	Škoda	Felicie	1995	64,7	73,0
4	Suzuki	Samurai	1997	74,2	81,5
5	Audi	A 3	2004	63,4	73,1
Průměr				66,9 ± 1,96	76,4 ± 1,64

Tab. 9: Měření hlučnosti uvnitř automobilu za jízdy

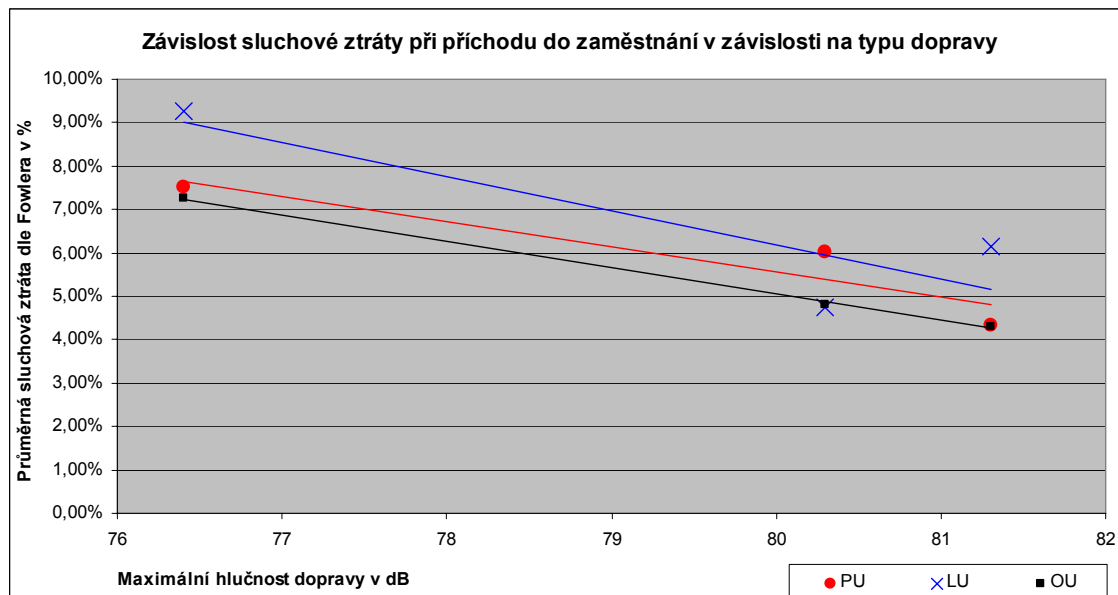


**Příloha č. 8: Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na maximální hlučnosti různých druhů dopravy do zaměstnání**

Na rozdíl od očekávaných výsledků sluchová ztráta s rostoucí hlučností způsobu dopravy mírně klesá (Tab. 10) (Graf 3). U automobilů (maximální hlučnost  $76,4 \pm 1,64$  dB) je možným vysvětlením jiná než orientačně změřená hlučnost motoru, svou roli může hrát i zapnuté rádio či otevřené okýnko během jízdy. Výsledky týkající se dopravy autobusem (maximální hlučnost  $80,3 \pm 0,90$  dB) a pěšky či na kole (maximální hlučnost  $81,3 \pm 1,16$  dB) jsou již velice podobné, jak co se týká hlučnosti, tak Fowlefovy sluchové ztráty. Výsledky také mohou být ovlivněny rozdílnou dobou nutnou k dopravě do zaměstnání pro jednotlivé druhy dopravy.

Sluchové ztráty dle Fowlera v závislosti na způsobu dopravy do zaměstnání			
Maximální hlučnost dopravy [dB]	Průměrná sluchová ztráta		
	Pravé ucho	Levé ucho	Obě uši
$76,4 \pm 1,64$	7,51%	9,27%	7,25%
$80,3 \pm 0,90$	6,01%	4,74%	4,80%
$81,3 \pm 1,16$	4,33%	6,14%	4,31%

Tab. 10: Sluchové ztráty v závislosti na maximální hlučnosti dopravy do zaměstnání



Graf 3: Závislost sluchových ztrát na maximální hlučnosti dopravy do zaměstnání

## **Příloha č. 9: Elementární statistické zpracování závislosti posunu sluchové ztráty dle Fowlera v procentech na použití ochranných pomůcek sluchu**

### ***Tabulky pro popis zkoumaných statistických znaků***

U každého měření byly využity hodnoty Fowlerovy ztráty v procentech pro každé ucho zvlášť. Konkrétně šlo o hodnoty referenční (P – příchod do zaměstnání), hodnoty pozátěžové (O – odchod ze zaměstnání) a jejich rozdíly (O-P – posun sluchové ztráty), zhotovena byla dvě rozdělení, jedno v případech, kdy nebyly použity ochranné pomůcky sluchu (*Tab. 11*), druhé pro případy, kdy ochranné pomůcky sluchu použity byly (*Tab. 13*).

Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty empirické statistiky (viz kap. 3. 2. – 3. 4.). Pro škálování bylo použito rozdělení rozdílů sluchových ztrát dle Fowlera udávaných v procentech do intervalů. Prvky škály byly označeny body škály vyjádřené číselnými velikostmi  $x_1=1$ ;  $x_2=2$ ;  $x_3=3$ ;  $x_4=4$ ;  $x_5=5$ . Jednotkou škály byl rozdíl ve sluchové ztrátě dle Fowlera v procentech. Vyhodnoceny byly rozdíly ve sluchové ztrátě dle Fowlera udávané v procentech při příchodu a odchodu v závislosti na použití ochranných pomůcek.

### ***Posun sluchové ztráty dle Fowlera v procentech u probandů, kteří nepoužili ochranné pomůcky sluchu (Tab. 12)***

Parametr polohy měl velikost  $O_1 = 2,59$ . Polohou empirického rozdělení četností je myšleno jeho umístění na vodorovné ose souřadnicového systému. Parametr proměnlivosti byl roven  $C_2 = 1,06$ . Parametr proměnlivosti udává empirický rozptyl od aritmetického průměru. Jeho odmocninou je vyjádřena směrodatná odchylka měření  $\sqrt{C_2} = 1,03$ . Koeficient šikmosti  $N_3 = -0,24$ , prvky škály ležící vlevo od aritmetického průměru v grafu normálního rozdělení tedy budou mít vyšší četnosti než prvky ležící vpravo. Koeficient špičatosti  $N_4 = 1,92$  je v intervalu od 0 do 3, graf normálního rozdělení tedy nebude ani příliš plochý, ani příliš špičatý.

***Posun sluchové ztráty dle Fowlera v procentech u probandů, kteří použili ochranné pomůcky sluchu (Tab. 14)***

Parametr polohy měl velikost  $O_1 = 2,83$ . Polohou empirického rozdělení četností je myšleno jeho umístění na vodorovné ose souřadnicového systému. Parametr proměnlivosti byl roven  $C_2 = 1,23$ . Parametr proměnlivosti udává empirický rozptyl od aritmetického průměru. Jeho odmocninou je vyjádřena směrodatná odchylka měření  $\sqrt{C_2} = 1,11$ . Koeficient šikmosti  $N_3 = 0,44$ , prvky škály ležící vpravo od aritmetického průměru v grafu normálního rozdělení tedy budou mít vyšší četnosti než prvky ležící vlevo. Koeficient špičatosti  $N_4 = 2,51$  je v intervalu od 0 do 3, graf normálního rozdělení tedy nebude ani příliš plochý, ani příliš špičatý.

<b>Měření</b>	<b>P</b>	<b>O</b>	<b>O-P</b>	<b>měření</b>	<b>P</b>	<b>O</b>	<b>O-P</b>
1	0,30	2,80	2,50	23	7,50	5,30	-2,20
2	0,50	1,10	0,60	24	6,00	10,10	4,10
3	0,00	0,30	0,30	25	3,40	5,60	2,20
4	0,20	1,10	0,90	26	3,30	8,40	5,10
5	11,00	13,90	2,90	27	12,10	13,70	1,60
6	7,00	11,40	4,40	28	11,80	14,90	3,10
7	11,20	13,90	2,70	29	10,50	41,40	30,90
8	11,40	11,50	0,10	30	21,50	32,40	10,90
9	3,90	47,70	43,80	31	6,40	13,10	6,70
10	1,10	26,30	25,20	32	5,30	14,00	8,70
11	1,70	2,50	0,80	33	8,10	13,20	5,10
12	1,00	4,30	3,30	34	6,70	14,00	7,30
13	0,70	1,50	0,80	35	4,10	13,30	9,20
14	3,40	1,30	-2,10	36	4,30	11,70	7,40
15	4,60	11,00	6,40	37	0,80	3,90	3,10
16	1,90	1,80	-0,10	38	3,40	3,70	0,30
17	0,90	1,10	0,20	39	3,60	14,10	10,50
18	0,90	0,90	0,00	40	2,70	14,70	12,00
19	0,30	1,80	1,50	41	3,50	7,00	3,50
20	0,30	0,60	0,30	42	4,40	6,20	1,80
21	4,00	5,60	1,60	43	6,40	13,10	6,70
22	7,20	8,40	1,20	44	5,30	14,00	8,70

*Tab. 11: popis zkoumaných statistických znaků u měření, při nichž nebyly použity ochranné pomůcky sluchu*

Rozdíl O-P		$x_i$	$n_i$	$n_i/n$	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
Od	Do								
7,5 a více		1	9	0,20	0,20	9	9	9	9
7,5-4		2	9	0,20	0,41	18	36	72	144
4-0,5		3	17	0,39	0,80	51	153	459	1377
0,5 a méně		4	9	0,20	1,00	36	144	576	2304
<b>Součet</b>			44	1,00		114	342	1116	3834
<b>Aritmetický průměr</b>						2,59	7,77	25,36	87,14
<b>Empirický rozptyl</b>							1,06	-0,27	2,15
<b>Koeficient šikmosti</b>								-0,24	
<b>Koeficient špičatosti</b>									1,92
<b>Obecný moment Parametr polohy Aritmetický průměr</b>			$O_1$	2,59	<b>Normovaný moment 3.řádu Parametr šikmosti Koeficient šikmosti</b>		$N_3$	-0,24	
			$O_2$	7,77					
			$O_3$	25,36					
			$O_4$	87,14					
<b>Centrální moment Parametr proměnlivosti Empirický rozptyl</b>			$C_2$	1,06	<b>Normovaný moment 4.řádu Parametr špičatosti Koeficient špičatosti</b>		$N_4$	1,92	
			$C_3$	-0,27					
			$C_4$	2,15					
					<b>Směrodatná odchylka</b>		$\sqrt{C_2}$	1,03	

Tab. 12: Empirické parametry statistického zpracování měření, při nichž nebyly použity ochranné pomůcky sluchu

**Rozdíl ve sluchové ztrátě dle Fowlera před a po vystavení pracovníků vlivu hluku ve výkonu povolání a to za použití ochranných pomůcek**

měření	P	O	O-P	měření	P	O	O-P
1	1,10	0,20	-0,90	24	33,60	28,50	-5,10
2	4,30	1,10	-3,20	25	14,80	16,80	2,00
3	17,00	13,80	-3,20	26	30,20	28,50	-1,70
4	6,90	5,10	-1,80	27	15,40	19,40	4,00
5	11,60	1,10	-10,50	28	28,50	30,20	1,70
6	5,90	1,10	-4,80	29	17,80	11,30	-6,50
7	1,80	0,50	-1,30	30	6,90	8,20	1,30
8	0,30	0,00	-0,30	31	8,30	13,90	5,60
9	1,90	1,90	0,00	32	6,60	8,00	1,40
10	1,60	0,80	-0,80	33	9,40	15,90	6,50
11	9,40	4,80	-4,60	34	6,90	8,20	1,30

12	2,70	0,90	-1,80	35	12,10	11,60	-0,50
13	6,80	1,90	-4,90	36	13,70	12,10	-1,60
14	2,30	1,90	-0,40	37	0,00	1,30	1,30
15	0,30	0,80	0,50	38	11,60	3,30	-8,30
16	0,40	0,00	-0,40	39	3,90	3,70	-0,20
17	10,40	10,70	0,30	40	2,70	3,40	0,70
18	14,90	8,70	-6,20	41	0,10	0,60	0,50
19	6,60	6,80	0,20	42	0,40	0,50	0,10
20	14,70	11,30	-3,40	43	0,00	0,20	0,20
21	7,40	7,40	0,00	44	1,20	0,80	-0,40
22	10,60	10,40	-0,20	45	0,30	0,80	0,50
23	15,40	18,00	2,60	46	0,40	0,00	-0,40

Tab. 13: popis zkoumaných statistických znaků u měření, při nichž byly použity ochranné pomůcky sluchu

Rozdíl O-P		$x_i$	$n_i$	$n_i/n$	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
Od	Do								
2,5 a více		1	4	0,09	0,09	4	4	4	4
0	2,5	2	16	0,35	0,43	32	64	128	256
-2,5	0	3	15	0,33	0,76	45	135	405	1215
-5	-2,5	4	6	0,13	0,89	24	96	384	1536
(-5) a méně		5	5	0,11	1,00	25	125	625	3125
<b>Součet</b>			46	1,00		130	424	1546	6136
<b>Aritmetický průměr</b>						2,83	9,22	33,61	133,39
<b>Empirický rozptyl</b>							1,23	0,60	3,80
<b>Koeficient šikmosti</b>								0,44	
<b>Koeficient špičatosti</b>									2,51
<b>Obecný moment Parametr polohy Aritmetický průměr</b>		$O_1$	2,83	<b>Normovaný moment 3.řádu Parametr šikmosti Koeficient šikmosti</b>		$N_3$	0,44		
		$O_2$	9,22						
		$O_3$	33,61	<b>Normovaný moment 4.řádu Parametr špičatosti Koeficient špičatosti</b>		$N_4$	2,51		
		$O_4$	133,39						
<b>Centrální moment Parametr proměnlivosti Empirický rozptyl</b>		$C_2$	1,23	<b>Směrodatná odchylka</b>		$\sqrt{C_2}$	1,11		
		$C_3$	0,60						
		$C_4$	3,80						

Tab. 14: Empirické parametry statistického zpracování měření, při nichž byly použity ochranné pomůcky sluchu

### ***Neparametrické testování – aparát nulových hypotéz $H_0$ a alternativních hypotéz $H_A$***

$H_0$  hypotéza je předpoklad, že empirické rozdělení lze nahradit teoretickým neboli gaussovou křivkou (test normality).  $H_A$  hypotéza je předpoklad, že empirické rozdělení nelze nahradit zamýšleným teoretickým. K ověření těchto hypotéz použijeme  $\chi^2$  test dobré shody (viz kap. 3. 5. a 3. 6.) (Tab. 15, 16).

Vytvoříme intervalové rozdělení četností (IRČ), každý dílčí interval musí mít absolutní četnost nejméně rovnu pěti. Určíme experimentální hodnoty  $\chi^2_{\text{exp}}$ :

$$\chi = \sum \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \wedge p_i = F(u_i) - F(u_i - 1),$$

$$\text{kde } u_i = \frac{x_i^{(HM)} - \mu}{\sigma},$$

$n_i$  = empirické absolutní četnosti,  $n$  = rozsah VSS  $\mu, \sigma$  = teoretické parametry,  $F(u_i)$  = hodnota uvedená ve statistických tabulkách pro  $u_i \langle 0; 4,45 \rangle$

Určíme kritické teoretické hodnoty  $\chi^2_{\text{teor}}$ : při aplikaci  $k$  = počet intervalů intervalového rozdělení četností, které odpovídají alespoň absolutní četnosti 5;  $r$  = počet teoretických parametrů normálního rozdělení (tj.  $r = 2$ ); výraz  $\nu = k - r - 1$  vyjadřuje počet stupňů volnosti, který umožňuje společně s určenou hladinou významnosti určovat pomocí statistických tabulek kritickou teoretickou hodnotu  $\chi^2_{\text{teor}} = \chi^2_{k-r-1}$ . Hladina významnosti je volena  $\alpha = 0,05$ .

Je – li  $\chi^2_{\text{teor}} > \chi^2_{\text{exp}}$ , přijmeme hypotézu  $H_0$ ; je – li  $\chi^2_{\text{teor}} < \chi^2_{\text{exp}}$  přijmeme hypotézu  $H_A$ .

V obou zkoumaných případech vyšlo, že  $\chi^2_{\text{exp}} < \chi^2_{\text{teor}}$ . Můžeme tedy přijmout hypotézu  $H_0$ , tedy fakt, že posun sluchové ztráty dle Fowlera v procentech ať již při použití ochranných pomůcek sluchu v hlučném prostředí nebo bez něj, podléhá normálnímu rozdělení a je možné jej vykreslit Gaussovou křivkou.

Interval	IRČ	$x_i$	$n_i$	$u_i$	$F(u_i)$	$p_i$	$np_i$	$(n_i - np_i)^2 / np_i$
$(-\infty; 2,5)$	$(-\infty; 1,5>$	1	4	-1,08	0,14007	0,14	6,44	0,93
$<2,5; 0)$	$(1,5; 2,5>$	2	16	-0,27	0,39358	0,25	11,66	1,61
$<0; -2,5)$	$(2,5; 3,5>$	3	15	0,54	0,70540	0,31	14,34	0,03
$<-2,5; -5)$	$(3,5; 4,5>$	4	6	1,36	0,91309	0,21	9,55	1,32
$<-5; -\infty)$	$(4,5; \infty)$	5	5	$\infty$	1,00000	0,09	4,00	0,25
							$\chi^2_{\text{exp}}$	4,14
							$\chi^2_{\text{teor}}$ pro 0,05	5,99
							$H_0$	$\chi^2_{\text{exp}} < \chi^2_{\text{teor}}$

<b>Rozptyl</b>	$D \approx C_2$	1,23
<b>Normovací podmínka</b>	$E \approx O_1$	2,83

Tab. 15:  $\chi^2$  test dobré shody pro statistické zpracování měření, při nichž byly použity ochranné pomůcky sluchu

Interval	IRČ	$x_i$	$n_i$	$u_i$	$F(u_i)$	$p_i$	$np_i$	$(n_i - np_i)^2 / np_i$
$(-\infty; 7,5>$	$(-\infty; 1,5>$	1	9	-1,03	0,15150	0,15	6,67	0,82
$(7,5; 4>$	$(1,5; 2,5>$	2	9	-0,08	0,46812	0,32	13,93	1,75
$(4; 0,5>$	$(2,5; 3,5>$	3	17	0,86	0,80511	0,34	14,83	0,32
$(0,5; -\infty)$	$(3,5; \infty)$	4	9	$\infty$	1,00000	0,19	8,58	0,02
							$\chi^2_{\text{exp}}$	2,90
							$\chi^2_{\text{teor}}$ pro 0,05	3,84
							$H_0$	$\chi^2_{\text{exp}} < \chi^2_{\text{teor}}$

<b>Rozptyl</b>	$D \approx C_2$	1,06
<b>Normovací podmínka</b>	$E \approx O_1$	2,59

Tab. 16:  $\chi^2$  test dobré shody pro statistické zpracování měření, při nichž nebyly použity ochranné pomůcky sluchu

## **Příloha č. 10: Citace části zákona č. 20/1966 Sb. o péči o zdraví lidu**

### **§ 1**

(1) Všechny podniky, družstva a jiné organizace (dále jen „organizace“) jsou povinny činit v rozsahu své působnosti všechna potřebná opatření k vytváření a ochraně zdravých podmínek a zdravého způsobu života a práce (dále jen „zdravé životní podmínky“) a odpovídají za plnění těchto povinností.

(2) Nadřízené orgány jsou povinny soustavně vést podřízené organizace k tomu, aby své úkoly v péči o zdravé životní podmínky plnily nedílně s úkoly hospodářské a kulturní výstavby, kontrolovat, jak se v odvětvích jimi spravovaných dodržují povinnosti v ochraně a rozvoji zdraví lidu, a vyvozovat z neplnění těchto povinností hospodářské důsledky.

(3) Za plnění povinností orgánů a organizací v péči o zdravé životní podmínky odpovídají osobně v rozsahu své funkce a náplně své činnosti vedoucí pracovníci a funkcionáři na všech stupních řízení, jakož i všechny další osoby pověřené řízením, organizací a kontrolou práce.

(4) Vedoucí pracovníci a funkcionáři jsou povinni soustavně vytvářet předpoklady pro iniciativu občanů v péči o zdravé životní podmínky a opírat se o aktivní účast veřejnosti.

### **§ 2**

(1) Zdravé životní podmínky se vytvářejí a chrání zejména péčí

d) o příznivé působení, pracovního prostředí a práce na zdraví pracujících.

### **§ 3**

Úkoly v péči o zdravé životní podmínky se musí zabezpečovat zejména při

a) sestavování a kontrole plánů rozvoje národního hospodářství včetně technického rozvoje,

b) územním plánování, při projektování staveb a zařízení, při jejich výstavbě, rekonstrukci a uvádění do provozu (užívání a při jejich údržbě a opravách),

c) stanovení vývojových, výzkumných a tematických úkolů a při navrhování a zavádění nových strojů a jiných pracovních prostředků i technologických a pracovních postupů,



- d) zavádění, organizování a rozšiřování výroby, obchodu a služeb a při dovozu,
- e) řízení a organizaci práce a při její kontrole,
- f) zavádění všech forem individuální i kolektivní hmotné zainteresovanosti, při jejich používání a při tvorbě technicko-hospodářských norem a mzdových předpisů,
- h) zaměstnávání pracovníků, a to se zřetelem na jejich tělesnou, duševní a odbornou způsobilost,

#### § 4

(2) Závazný posudek orgánů hygienické služby je nutno si vyžádat k těmto opatřením:

- b) k návrhům typových podkladů a vzorových projektů staveb,
- d) k odevzdání staveb do provozu nebo užívání,

(3) Závazný posudek orgánů hygienické služby je nutno si v rozsahu a za podmínek stanovených prováděcími předpisy vyžádat i k dalším opatřením, jimiž by mohl být způsobeny zdravotní závady, které by se později nedaly odstranit vůbec nebo by se daly odstranit jen s neúměrnými náklady, zejména

- a) dokumentaci staveb,
- b) k návrhům technických norem,
- c) k uvedení závodů do provozu,
- f) k návrhům typů ochranných pracovních prostředků,
- g) k návrhům typů a k dovozu strojů a jiných zařízení,
- h) k návrhům na zavedení nových technologických a pracovních postupů.

(4) Jiná opatření, pokud by jimi mohly být nepříznivě ovlivněny životní podmínky, je nutno s orgány hygienické služby projednat v rozsahu stanoveném prováděcími předpisy.

#### § 6

(1) Organizace jsou povinny v zájmu zabezpečení zdravých životních podmínek zejména

- c) spolupracovat se zdravotnickými orgány a pracovníky, zvláště umožnit pracovníkům, kteří jsou pověřeni prováděním hygienického dozoru, výkon tohoto dozoru a odstraňovat ve stanovených lhůtách závady zjištěné při provádění hygienického dozoru,
- d) spolupůsobit na zajištění řádného výkonu zdravotnických služeb, zejména při dispenzární péči, při vstupních, periodických a jiných preventivních prohlídkách a vyšetřeních,
- e) postupovat při zařazování do práce nebo k jiné činnosti, popřípadě při převedení na určitou práci nebo na jinou činnost podle posudků příslušných lékařů a komisí.

## § 7

- (1) Jestliže porušením předpisů o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek vznikly nebo by mohly být způsobeny vážné zdravotní závady, nařídí národní výbory až do zjednání nápravy zastavení stavby nebo výroby anebo zakázou užívání nebo provoz závodu, zařízení nebo jiného objektu. Bližší vymezení této působnosti stanoví předpisy vydané k provedení tohoto zákona.
- (2) Porušují-li organizace předpisy o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek, uloží jim národní výbor pokutu podle zvláštních předpisů.

## § 8

Občané se aktivně podílejí na zabezpečování péče o zdraví lidu zejména tím, že

- a) uplatňují při své činnosti hygienické zásady a spolupracují na opatřeních k ozdravení životních podmínek,
- b) dávají podněty ke zlepšení péče o zdraví lidu, upozorňují na hygienické závady a projednávají opatření k rozvoji zdraví lidu zvláště při přípravě, rozpisu a kontrole plnění plánu,
- c) účastní se na řízení a kontrole péče o zdraví lidu.

## **Příloha č. 11: Citace části zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví**

### **Díl 6 – Ochrana před hlukem, vibracemi a neionizujícím zářením**

#### **§ 30**

Osoba, která používá, popřípadě provozuje stroje a zařízení, která jsou zdrojem hluku nebo vibrací, (dále jen "zdroje hluku nebo vibrací") jsou povinni technickými, organizačními a dalšími opatřeními zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem pro venkovní prostor, stavby pro bydlení a stavby občanského vybavení a bylo zabráněno nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby.

#### **§ 31**

(1) Pokud při používání, popřípadě provozu zdroje hluku nebo vibrací 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 byly omezeny na rozumně dosažitelnou míru a provozem nebo používáním zdroje hluku nebo vibrací nebude ohroženo veřejné zdraví. Rozumně dosažitelnou mírou se rozumí poměr mezi náklady na protihluková nebo antivibrační opatření a jejich přínosem ke snížení hlukové nebo vibrační zátěže.

#### **§ 33**

Ve stavbách pro bydlení a ve stavbách občanského vybavení nesmějí být instalovány stroje a zařízení o základním kmitočtu od 4 do 8 Hz. Osoba může instalovat takový stroj nebo zařízení v okolí staveb pro bydlení a staveb občanského vybavení, jen pokud na základě studie o přenosu vibrací orgánu ochrany veřejného zdraví příslušnému podle místa činnosti prokáže, že nedojde k nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby v těchto stavbách.

#### **§ 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.

## Díl 7 – Ochrana zdraví při práci

### § 37 Kategorizace prací

(1) Podle míry výskytu faktorů, které mohou ovlivnit zdraví zaměstnanců, a jejich rizikivosti pro zdraví se práce zařazují do čtyř kategorií. Kritéria, faktory a limity pro zařazení prací do kategorií stanoví prováděcí právní předpis.

(2) O zařazení prací do druhé, třetí nebo čtvrté kategorie rozhoduje příslušný orgán ochrany veřejného zdraví. Návrh předkládá osoba, která zaměstnává fyzické osoby v pracovněprávních nebo obdobných pracovních vztazích, (dále jen "zaměstnavatel"), a to do 30 kalendářních dnů ode dne zahájení výkonu prací. Ostatní práce na pracovištích zaměstnavatele, které nebyly takto zařazeny, se považují za práce kategorie první.

(3) Zaměstnavatel v návrhu na zařazení prací do kategorií uvede výsledky hodnocení rizik možného ohrožení zdraví zaměstnanců včetně výsledků měření koncentrací a intenzit faktorů pracovních podmínek, pro něž jsou stanoveny hygienické limity, a zjištění druhu a typu biologického činitele, který může vyvolat ohrožení zdraví a je uveden ve zvláštním právním předpise, počty zaměstnanců v jednotlivých kategoriích a způsob zajištění ochrany jejich zdraví.

(4) Zaměstnavatel je povinen ihned oznámit orgánu ochrany veřejného zdraví příslušnému podle místa činnosti každou změnu podmínek výkonu práce, která by mohla mít vliv na její zařazení do příslušné kategorie. V oznámení zaměstnavatel uvede výsledky měření souvisejících faktorů pracovních podmínek.

### § 38 Měření pro účely kategorizace

Měření pro účely kategorizace podle § 37 odst. 3 a 4 může zaměstnavatel provést jen prostřednictvím osoby akreditované nebo autorizované k příslušným měřením, pokud není sám takto kvalifikován. Při měření zaměstnavatel nebo jiná osoba musí dodržet metody stanovené zvláštním právním předpisem.

### § 39 Rizikové práce

(1) Rizikovou prací, kterou se pro účely tohoto zákona rozumí práce, při níž je nebezpečí vzniku nemoci z povolání nebo jiné nemoci související s prací, je práce

zařazená do kategorie třetí a čtvrté a dále práce zařazená do kategorie druhé, o níž takto rozhodne příslušný orgán ochrany veřejného zdraví.

(2) Zaměstnavatel, na jehož pracovištích jsou vykonávány rizikové práce, je povinen  
b) zabezpečit neprodleně mimořádná měření faktorů pracovních podmínek, pokud o ně požádá zařízení vykonávající závodní preventivní péči nebo pokud tak stanoví rozhodnutím příslušný orgán ochrany veřejného zdraví,

d) předložit rozsah opatření k omezení faktorů nepříznivě ovlivňujících zdraví na nejmenší rozumně dosažitelnou míru před jejich přijetím ke schválení příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví. Rozumně dosažitelnou mírou se rozumí poměr mezi náklady vynaloženými na omezování faktorů nepříznivě ovlivňujících zdraví zaměstnanců a jejich přínosem pro ozdravení pracovních podmínek.

(3) Překročení limitních hodnot ukazatelů biologických expozičních testů sdělí zaměstnavateli zařízení vykonávající závodní preventivní péči. Přitom je povinno dodržet mlčenlivost o výsledcích testů jednotlivých zaměstnanců.

(4) Limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů upraví prováděcí právní předpis.

#### § 40 Evidence rizikových prací

Zaměstnavatel, na jehož pracovištích jsou vykonávány rizikové práce, je dále povinen

a) u každého zaměstnance ode dne přidělení rizikové práce vést evidenci

1. o jménu, příjmení a rodném čísle,

2. o počtu směn odpracovaných při rizikové práci, s výjimkou rizika infekčního onemocnění,

3. o datech a druzích provedených lékařských preventivních prohlídek

4. údajů o výsledcích sledování zátěže organismu zaměstnanců faktory pracovních podmínek a naměřených hodnotách intenzit a koncentrací faktorů pracovních podmínek

b) ukládat evidenci podle písmene a) po dobu 10 let od ukončení expozice,

d) oznámit orgánu ochrany veřejného zdraví příslušnému podle místa činnosti všechny skutečnosti, které by mohly mít vliv na zvýšení expozice zaměstnance faktorům pracovních podmínek.

**Příloha č. 12: Citace nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před  
nepříznivými účinky hluku a vibrací**

§ 2 Ustálený a proměnný hluk

(1) Hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "přípustný expoziční limit") ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený

a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  se rovná 85 dB, nebo

b) expozicí zvuku  $A E_{A,8h}$  se rovná  $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$ , pokud není dále stanoveno jinak.

(2) Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce náročná na pozornost a soustředění a dále pro pracoviště určená pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  se rovná 50 dB.

(3) Hygienický limit pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce rutinní povahy včetně velínu vyjádřená ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  se rovná 60 dB. Jako doba hodnocení se v tomto případě přednostně volí doba trvání rušivého hluku.

(4) Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavcích 2 a 3, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale na tato pracoviště proniká ze sousedních prostor nebo je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$ , se rovná 70 dB; na ostatních pracovištích nesmí tato hladina překročit 55 dB.

(5) Pokud pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozložena nebo když se hladina hluku v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé denní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v  $L_{Aeq,T}$  od dlouhodobého průměru a při žádné z expozic není překročena hladina akustického tlaku  $L_{Amax}$  107 dB, lze použít hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku.

§ 3 Impulsní hluk

(1) Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený

a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  se rovná 85 dB, nebo

b) expozicí zvuku  $A E_{A,8h}$  se rovná  $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$ .

- (2) Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený
- a) špičkovým akustickým tlakem  $C_{p_{Cpeak}}$  se rovná 200 Pa, nebo
  - b) hladinou špičkového akustického tlaku  $C_{L_{Cpeak}}$  se rovná 140 dB.
- (3) Hygienický limit impulsního hluku na pracovišti se stanoví podle § 2.
- (4) Stanovení průměrné týdenní expozice impulsního hluku se použije pouze v případě, že pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozvržena, nebo když se hladina hluku při práci v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé týdenní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v ekvivalentní hladině akustického tlaku A od dlouhodobého průměru a při žádné z expozic není překročena hladina maximálního akustického tlaku A  $L_{Amax}$  107 dB.
- (5) Průměrná týdenní expozice impulsního hluku se stanoví podle § 2.

#### § 4 Vysokofrekvenční hluk

Přípustný expoziční limit vysokofrekvenčního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku v třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 8 kHz, 10 kHz, 12,5 kHz a 16 kHz  $L_{teq,8h}$  se rovná 75 dB; vysokofrekvenčním hlukem je slyšitelný zvuk s tónovými složkami v pásmu kmitočtů vyšších než 8 kHz.

#### § 7 Hygienický limit hluku, infrazvuku a ultrazvuku na pracovištích pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu

- (1) Hygienický limit expozice hluku, infrazvuku, nízkofrekvenčního a vysokofrekvenčního hluku a ultrazvuku pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "480 minut") T v minutách se určí tak, že se ke stanoveným přípustným expozičním limitům  $L_{Aeq,8h}$ ,  $L_{teq,8h}$ , nebo  $L_{Geq,8h}$  přičte korekce  $K_T$ , která se stanoví podle vztahu  $K_T = 10 \cdot \log(480/T)$ , [dB].
- (2) Hygienický limit expozice zvuku A se pro jinou pracovní dobu T než 480 minut určí tak, že se hodnota  $E_{A,8h}$  3640 Pa<sup>2</sup>s vynásobí činitelem  $k_T$ , který se stanoví podle vztahu  $k_T = 480/T$ .

§ 8 Hodnocení rizika hluku a minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců

(1) 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

- a) úrovni, typu a době trvání expozice včetně expozic impulsnímu hluku,
- b) přípustným expozičním limitům a hygienickým limitům hluku,
- c) účinkům hluku na zdraví a k bezpečnosti zaměstnanců, zejména mladistvých zaměstnanců, těhotných žen, kojících žen a matek do konce devátého měsíce po porodu,
- d) účinkům na zdraví a k bezpečnosti zaměstnanců, jež jsou důsledkem současné expozice faktorům, které jsou součástí technologie a mohou tak zvyšovat nebezpečí poškození zdraví, zejména sluchu,
- f) informacím o hlukových emisích, které uvádí výrobce stroje, nářadí nebo jiného zařízení,
- g) existenci alternativních pracovních zařízení navržených ke snížení hlukové emise stanovených zvláštními právními předpisy,
- h) rozšíření expozice hluku nad osmihodinovou pracovní dobu,
- j) dostupnosti chráničů sluchu s náležitými útlumovými vlastnostmi.

(2) Uspořádání pracovišť, na nichž je nebo bude vykonávána práce spojená s expozicí hluku, umístění výrobních prostředků a zařízení, volba pracovního nářadí, pracovní postupy a metody práce, musí směřovat ke snižování rizika hluku u jeho zdroje.

(3) Školení zaměstnanců, kteří vykonávají práci spojenou s expozicí ustálenému nebo proměnnému hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  překračuje 80 dB, nebo práci spojenou s expozicí jiným druhům hluku, jehož hodnoty překračují jejich přípustný expoziční limit, musí obsahovat zejména informace o

- a) správném používání výrobních prostředků, zařízení a pracovního nářadí,
- b) zdrojích hluku na pracovišti,
- c) druhu a účincích daného hluku a jeho přípustných expozičních limitech,
- d) výsledcích měření hluku,
- e) opatřeních přijatých k omezení úrovně míry a doby expozice hluku,
- f) správném používání osobních ochranných pracovních prostředků,



- g) vhodných pracovních postupech stanovených k minimalizaci expozice hluku,
  - h) postupech při zjištění možného poškození sluchu,
  - i) účelu lékařských preventivních prohlídek zajišťovaných zařízením závodní preventivní péče.
- (4) Protihlukové zástěny nebo protihlukové systémy se umísťují tak, aby byl takový hluk pohlcován nebo bylo sníženo šíření hluku mimo tato pracoviště.
- (5) Pravidelná a řádná údržba výrobních prostředků, zařízení a pracovního nářadí na pracovištích, kde je vykonávána práce spojená s expozicí hluku, musí zajistit, aby míra jejich opotřebení nebyla příčinou zvyšování hluku.
- (6) Pokud je při práci v hluku nepřetržitě používán osobní ochranný prostředek proti hluku k omezení jeho působení, musí být během této práce zařazeny bezpečnostní přestávky. Po dobu bezpečnostních přestávek nesmí být zaměstnanec exponován hluku překračujícímu přípustný expoziční limit.

#### § 9 Minimální rozsah opatření k omezení expozice hluku

- (1) Pokud se vyhodnocením změřených hodnot prokáže, že přes uplatněná opatření k odstranění nebo minimalizaci hluku překračují ekvivalentní hladiny hluku A přípustný expoziční limit 80 dB, nebo že průměrná hodnota špičkového akustického tlaku C je větší než 112 Pa, musí zaměstnavatel poskytnout zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky k ochraně sluchu účinné v oblasti kmitočtů daného hluku.
- (2) Jestliže je překročen přípustný expoziční limit 85 dB, respektive nejvyšší přípustná hodnota 200 Pa, musí zaměstnavatel zajistit, aby osobní ochranné pracovní prostředky zaměstnanci používali.

**Příloha č. 13: Citace části vyhlášky č. 13/1977 Sb. o ochraně zdraví před  
nepříznivými účinky hluku a vibrací**

§ 2 Obecné povinnosti organizací, občanů a orgánů

(1) Státní, družstevní, společenské a jiné organizace (dále jen "organizace") i občané jsou povinni činit potřebná opatření ke snížení hluku a vibrací a pečovat o to, aby pracovníci i ostatní občané byli jen v nejmenší možné míře vystaveni hluku a vibracím; zejména musí pečovat, aby nebyly překračovány nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací stanovené v této vyhlášce a v příloze, která tvoří její nedílnou součást, 1) jakož i ve zvláštních předpisech. 2)

(2) Nadřízené orgány a organizace jsou povinny soustavně vést podřízené organizace k provádění opatření proti hluku a vibracím, kontrolovat, jak dodržují své povinnosti na tomto úseku a vyvozovat z neplnění těchto povinností důsledky.

(3) Ústřední orgány státní správy, vrcholné orgány družstev a společenských organizací, národní výbory, oborová (generální) ředitelství a jiné orgány středního článku řízení vypracovávají ve spolupráci s organizacemi, které řídí, harmonogramy k plánovitému snižování hluku a vibrací a zabezpečují jejich plnění. Přitom se zaměřují i na vědeckotechnický výzkum snižování hluku a vibrací a na pohotové převádění výsledků výzkumu do výrobních a jiných provozů.

§ 3 Povinnosti výrobních, dodavatelských a dovozních organizací

(1) Organizace, které projektují, konstruují a vyrábějí stroje, nástroje, dopravní prostředky, strojní a jiná zařízení, která jsou zdrojem hluku nebo vibrací (dále jen "zařízení"), jsou povinny navrhovat a určovat konstrukční podmínky, včetně materiálu a potřebných technických úprav zařízení podle stavu vědy a techniky tak, aby hluk a vibrace byly snižovány v souladu s potřebami ochrany zdraví.

(2) Vyžaduje-li splnění podmínek stanovených touto vyhláškou nutné doplňkové vybavení omezující hluk a vibrace (např. tlumiče hluku, zařízení pro pružné uložení, kryty zařízení a obsluhovací kabiny), jsou organizace povinny je dodávat nebo zajišťovat jeho dodávku.

(3) Není-li dočasně možné, aby zařízení, popřípadě včetně doplňkového vybavení splňovalo podmínky stanovené touto vyhláškou nebo je-li z celospolečenského hlediska ekonomicky podstatně výhodnější řešit ochranu jinými technickými prostředky, musí organizace dodávat alespoň taková zařízení, u nichž lze tyto podmínky dodržet, jestliže se provedou další opatření jimi určená. V těchto případech jsou organizace povinny taková další opatření sdělovat odběratelům, zejména jim dodávat návody ke správné montáži, instalaci a k používání, včetně stavebních a prostorových požadavků, zpracované i z hlediska ochrany před hlukem a vibracemi.

(4) Technická dokumentace zařízení, jež jsou zdrojem hluku a vibrací, které se blíží nejvyšším přípustným hodnotám, musí obsahovat takové údaje, podle nichž by bylo možno provést v případě potřeby opatření na ochranu proti jejich škodlivému působení; to platí též pro zařízení používaná v podmínkách, kdy hluk nebo vibrace těchto zařízení mohou způsobit překročení nejvyšších přípustných hodnot hluku a vibrací. Organizace, které vyrábějí nebo dodávají zařízení, odpovídají za to, že hodnoty hluku a vibrací uvedené v technické dokumentaci lze při provedení těchto opatření dodržet.

(5) Organizace, která požaduje dovoz zařízení, je povinna zahrnout potřebné požadavky týkající se dovozu do návrhu hospodářské smlouvy, popřípadě učinit i jiná opatření ke splnění podmínek, které jsou stanoveny v této vyhlášce. Organizace zahraničního obchodu je povinna uplatnit uvedené požadavky vůči zahraniční organizaci a uskutečnit dovoz jen těch zařízení, která jim odpovídají.

#### § 4 Povinnosti projektových a stavebních organizací

(2) Projektová dokumentace staveb, u nichž by mohlo docházet k nepříznivému působení hluku a vibrací na pracovníky, obyvatele nebo jiné uživatele staveb, musí obsahovat doklady, popřípadě výpočty prokazující dostatečné omezení hluku a vibrací z vlastní stavby nebo z okolí (např. výsledky experimentálního ověření nových konstrukčních a technologických řešení staveb). Před uvedením takových staveb do trvalého provozu (užívání) musí investor v případech určených orgány hygienické služby prokázat na základě akustického měření a zkoušek, že nejsou porušena ustanovení této vyhlášky.

## § 5 Opatření proti hluku

(1) Ochrana zdraví proti hluku se provádí:

- a) opatřeními ke snížení hlučnosti zařízení (omezení emisí hluku),
- b) opatřeními na ochranu před účinky hluku v místech pohybu osob (omezení imisí hluku).

## § 7 Omezení emisí hluku

(1) Nejvyšší přípustné hodnoty hluku jednotlivých druhů zařízení jsou stanoveny státními, oborovými a podnikovými technickými normami. Je-li to účelné, stanoví se v těchto normách i nejvyšší přípustná hodnota emisí hluku, kterou bude nutno dosáhnout do určité doby.

(2) Nejvyšší přípustná hodnota hluku zařízení, která jsou v činnosti v místech pobytu osob, se určí podle hodnot imisí hluku stanovených v této vyhlášce. Není-li dočasně technicky možné, aby takové zařízení splňovalo podmínky podle této vyhlášky, stanoví se v technické normě na určitou dobu (zpravidla 2 až 5 let) se souhlasem hlavního hygienika ČR dočasná nejvyšší přípustná hodnota.

## § 8 Omezení imisí hluku

K ochraně před nepříznivými účinky hluku v místech pobytu osob se musí provádět technická, organizační a další opatření k tomu, aby na těchto místech byl omezen hluk na nejmenší možnou míru, zvláště pak aby nebyly překročeny nejvyšší přípustné hodnoty hluku stanovené pro jednotlivá místa pobytu osob (oddíly II až V přílohy k této vyhlášce). Přitom je třeba dbát o to, aby osoby byly vystaveny hluku po nejkratší možnou dobu, popřípadě aby jejich pobyt v hlučném prostředí byl přerušován.

## § 9

(1) Organizace i občané jsou povinni zabezpečit, aby se při provozu zařízení a jejich používání zamezilo vzniku a šíření hluku, jehož se lze vyvarovat, zejména musí

dodržovat návody a jiné pokyny pro obsluhu, provoz a údržbu zařízení. To platí i pro jinou činnost, při níž může vznikat hluk.

#### § 10

(3) Organizace jsou povinny zajišťovat projektovou přípravu, výstavbu a provoz závodů, zařízení a jiných objektů, z nichž se šíří hluk, zejména průmyslových závodů, letišť a pozemních komunikací tak, aby nebyly překročeny hladiny hluku, podle nichž bylo rozhodnuto o urbanistickém řešení a využití území, popřípadě byla stanovena opatření na ochranu staveb nebo venkovního prostoru před hlukem.

#### § 11 Náhradní opatření

(1) Jestliže nelze na pracovištích vzhledem k současnému stavu vědy a techniky dočasně zabezpečit, že nejvyšší přípustné hodnoty hluku stanovené pro pracovní místa nebudou překračovány nebo vyplývá-li to ze zvláštního hodnocení škodlivosti hluku, musí organizace poskytnout osobní ochranné pracovní prostředky k ochraně sluchu. Pracovníci jsou povinni těchto prostředků na pracovištích používat. Osobní ochranné pracovní prostředky musí zabezpečovat větší útlum hluku, než je rozdíl mezi skutečnou a nejvyšší přípustnou hodnotou hluku.

(2) Pro pracovníky, kteří jsou povinni nosit ochranné pracovní prostředky proti hluku nepřetržitě po celou směnu, musí být stanoveny ze zdravotních důvodů nezbytné přestávky v nehlukném prostředí (bez ochranných pracovních prostředků); jejich počet za směnu a délku určí příslušný orgán hygienické služby zejména se zřetelem na mikroklimatické podmínky a hodnoty hluku na pracovištích. Nelze-li tyto přestávky zajistit přerušováním hlučného provozu, musí být pro odpočinek upraveny v blízkosti pracoviště klidové prostory chráněné proti hluku, kde hodnoty hluku jsou nejméně o 10 dB nižší než nejvyšší přípustné hodnoty hluku, stanovené pro pracovní místa.

## § 12 Zákazy provozu, činnosti a vstupu

- (1) Nejsou-li náhradní opatření podle § 11 možná nebo dostatečně účinná, nelze používat zařízení, která způsobují překročení stanovených nejvyšších přípustných hodnot hluku, popřípadě pokračovat v práci nebo v jiné činnosti, u které jsou nejvyšší přípustné hodnoty překročeny.
- (2) V prostředí, kde maximální hladiny hluku přesahují 115 dB (A), je dovolen pobyt osob pouze za podmínek určených orgány hygienické služby; těmito podmínkami se zejména přesně vymezí doba pobytu osob nebo doba trvání hluku.
- (3) Do prostředí, kde maximální hladiny hluku, měřené při dynamické charakteristice I (impuls), přesahují 140 dB (A), není vstup dovolen, a to ani při použití osobních ochranných pracovních prostředků.

## § 13 Preventivní lékařské prohlídky

- (1) Na pracovištích, na kterých jsou překračovány nejvyšší přípustné hodnoty hluku a která jsou z tohoto důvodu určena za riziková, smějí být zaměstnáni jen pracovníci, kteří jsou k tomu způsobilí podle výsledků preventivních lékařských prohlídek. To platí též pro pracoviště, která jsou určena za riziková podle výsledku biologického hodnocení škodlivosti hluku.
- (2) Organizace jsou povinny vytvářet věcné a organizační předpoklady pro provádění preventivních lékařských prohlídek osob pracujících v hlučném prostředí. Organizace, jejichž pracovníci dočasně pracují v podmínkách uvedených v odstavci 1, jsou povinny vybavovat závodní zdravotnická zařízení přístroji k vyšetřování z hlediska škodlivosti hluku, např. pro audiometrická vyšetření pracujících.

## § 14 Biologické hodnocení škodlivosti hluku

Pro zařízení pracovišť podle závažnosti škodlivého působení hluku a pro jejich určení za riziková, pro určení lhůt pro periodické prohlídky a pro kontrolu účinnosti protihlukových opatření v případech, kde přesnost používaných měřících metod není dostačující, provádějí orgány hygienické služby ve spolupráci se zdravotnickými zařízeními biologické hodnocení škodlivosti hluku.

**Příloha č. 14: Fotodokumentace přístrojů použitých k měření**



*Audiometr typu DANPLEX 65*



*Hlukoměr typu SL-100 značky Voltcraft*



*Sestava audiometru typu DANPLEX 65 s přenosným počítačem použita k měření  
tónovou audiometrií*