

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

LÉKAŘSKÁ FAKULTA  
ÚSTAV PREVENTIVNÍHO LÉKAŘSTVÍ



**Hluk a jeho vztah k poškození sluchu**

**Noise and his relationship to hearing damage**

Disertační práce

Mgr. Petra Sachová

2016

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

LÉKAŘSKÁ FAKULTA  
ÚSTAV PREVENTIVNÍHO LÉKAŘSTVÍ



**Hluk a jeho vztah k poškození sluchu**

Disertační práce

Vypracoval:	Mgr. Petra Sachová
Vedoucí dizertační práce:	Prof. MUDr. Vladimír Janout, CSc.
Studijní obor:	Hygiena, preventivní lékařství a epidemiologie
Datum odevzdání práce:	12. 9. 2016

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé disertační práce, Prof. MUDr. Vladimíru Janoutovi, CSc. za podporu, vstřícnost, odborné vedení, připomínky a cenné rady při zpracovávání této práce. Zároveň bych chtěla poděkovat MUDr. Evě Mrázkové, Ph.D. a všem ostatním spolupracovníkům z Centra pro poruchy sluchu a rovnováhy, kteří se zasloužili o vznik této práce, zapůjčili vybavení k měření. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Kristýně Křesťanové, Mgr. Ivě Kozákové, Mgr. Ondřeji Machaczkovi a Bc. Barboře Kopecké, kteří v rámci svých bakalářských a diplomových prací realizovali měření hluku, pod mým vedením, na mateřských a základních školách. Na závěr patří poděkováním všem ambulancím, které se podílely na grantovém projektu NT12246-5/2011 (IGA MZ ČR) - Epidemiologická a genetická studie frekvence sluchových vad.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Rousínově dne 12. 9. 2016

---

(podpis)

## Bibliografická identifikace

Autor: Mgr. Petra Sachová  
Název práce: Hluk a jeho vztah k poškození sluchu  
Typ práce: Disertační práce  
Ústav: Ústav preventivního lékařství  
Vedoucí práce: Prof. MUDr. Vladimír Janout, CSc.  
Rok obhajoby: 2016

### Abstrakt

Kontrola hluku ve školách a pravidelný screening sluchového prahu pedagogů je výzvou současné doby. Většina škol se potýká s vysokou hladinou hluku a špatnou prostorovou akustikou. Příčina je v tom, že téměř všechny školské budovy jsou zastaralé. Přestože maximální přijatelnou hladinu hluku, resp. dobu dozvuku stanovuje norma, většina českých škol ji nedodrжуje a nikdo toto porušování nekontroluje. Pedagogické povolání je velmi náročné především po psychické stránce. Úvazek pedagoga kromě přímé práce s dětmi doplňují dozory na chodbě a v jídelně, suplování, doučování, vedení různých kroužků, komunikace s rodiči. Musí být neustále ve střehu, řeší kázeňské přestupky dětí a komunikuje s rodiči.

Materiály do této studie byly získány ze šetření v MŠ a ZŠ v Ostravě - Porubě. Součástí zkoumání bylo vyšetření sluchu pedagogů audiometrií (232 respondentů) a měření ekvivalentních hladin akustického tlaku A (13 předmětů na ZŠ, 14 činností na MŠ), doby dozvuků v jednotlivých učebnách (11 tříd MŠ, 12 tříd ZŠ). Doplnující informace pocházely z dotazníku, který se specializoval na zdravotní obtíže jedinců a vnímání klimatu ve školách. Kontrolní soubor tvořili respondenti z grantové studie IGA MZ ČR NT12246-5/2011 – Epidemiologická a genetická studie frekvence sluchových vad. Probandi byly ženy, které po celý svůj život pracovaly v riziku hluku (1133 respondentů).

Statistickým testováním bylo potvrzeno zhoršování sluchového prahu pedagogů s délkou praxe, které ovšem vysoce korelovalo s věkem. Pedagogové MŠ disponovali nejlepším sluchovým prahem, i když v dotazníkovém šetření v 95 % uvedli, že pocítují problémy se sluchem. Kontrolní soubor (exponovaná populace hluku v pracovním prostředí) vykazoval podstatně vyšší ztráty sluchu. Nejstarší kategorie (výkon povolání nad 30 let) měla na nejvyšších vyšetřovaných frekvencích ztráty sluchu horší o 20 dB, než soubor pedagogů.

Přípustný expoziční limit pro hluk v pracovním prostředí (85 dB) byl překročen pouze jednou, a to při výuce tělesné výchovy ve čtvrté třídě (85,7 dB). Přijatelná hladina hluku pro školní komunikaci dle literatury je 45 – 50 dB. Takhle nízkou ekvivalentní hladinu akustického tlaku A se nám povedlo naměřit pouze v mateřských školách při poledním klidu, jinak se hodnoty v průměru pohybovaly od 65 – 85 dB. Ani doporučená hodnota doby dozvuku ( $T_{0,7}$  [s]) pro výukové prostory nebyla dodržena. Nižší dobu dozvuku, přibližující se doporučené hodnotě, jsme zaznamenali v mateřských školách.

V šetření nebyla potvrzena původní hypotéza, která předpokládala, že hluk vyprodukovaný ve školním prostředí může mít na sluch pedagogických pracovníků negativní vliv. Pedagog byl exponován menší hladině hluku, než osoby pracující v těžkém průmyslu. Vzhledem k tomu, že studie sledující expozici hluku ve školních zařízeních jsou ojedinělé, bylo by vhodné se touto problematikou i nadále zabývat a zaměřit se především na mimo-sluchové účinky hluku. Hluk pod kritickou úrovní ve spojitosti s psychicky náročným povoláním, kterým učitelská profese na základních a mateřských školách bezesporu je, může iniciovat celou řadu zdravotních obtíží.

Klíčová slova: pedagog, ztráty sluchu, hluk, doba dozvuku

### **Abstract**

A check of noise in schools and a regular screening of threshold of hearing of teachers are a challenge of today. Most schools deal with a high level of noise and bad spatial acoustics. The cause of this is that almost all school buildings are obsolete. Although the maximal acceptable noise level, or reverberation time, is set by a norm, most of Czech schools do not keep it and nobody checks this breach. The job of a teacher is very demanding, especially from the psychological point of view. Except the direct work with children the workload of a teacher is complemented with supervision in corridors and a dining hall, substitute teaching, tutoring, managing various interest groups. He/she has to be ready all the time, solves disciplinary offences of children, and communicates with parents.

Materials for this study were obtained from research in nursery and elementary schools in Ostrava Poruba. An examination of teachers' hearing by audiometry (232 respondents) and measurement of equivalent sound pressure levels A (13 subjects at the elementary school, 14 activities at the nursery school), reverberation time in the individual classrooms (11

classrooms at the nursery school, 12 classrooms at the elementary school) were parts of the research. Some additional information was gained from a questionnaire which specialized in health issues of individuals and perception of climate at schools. The control group was made by respondents of grant study IGA MZ ČR NT12246-5/2011 – Epidemiologic and genetics study of frequency of hearing defects. Probands were women who worked in the risk of noise for their whole lives (1,133 respondents).

Statistical testing proved deteriorating of threshold of hearing of teachers with the length of their practice which, however, highly correlated with their age. Teachers at the nursery school had the best threshold of hearing, even though in the questionnaire research in 95% they stated they felt problems with hearing. The control group (population exposed to noise in working environment) showed significantly higher losses of hearing. At the highest examined frequencies, the oldest category (practice of the profession longer than 30 years) had losses of hearing worse by 20 dB than the group of teachers. The allowable exposure limit for noise in a working environment was exceeded only once, during physical education of a fourth class (85.7 dB). According to literature, the acceptable noise level for school communication is 45 - 50 dB. Such low equivalent sound pressure level A was measured only in nursery schools during midday rest, otherwise on average the values ranged from 65 – 85 dB. The recommended value of reverberation time ( $T_{0,7}$  [s]) for teaching spaces was not kept, either. We noticed a lower reverberation time approaching the recommended value in nursery schools.

The research did not prove the original hypothesis that assumed that noise produced in the school environment might have a negative effect on the hearing of educational workers. The teachers were exposed to a lower noise level than people working in heavy industry. With regards to the fact that studies observing exposure to noise in schooling facilities are unique, it would be suitable to continue to deal with this issue and focus mainly on non-auditory effects of noise. Noise under the critical level in connection with a psychologically demanding profession, which teaching at elementary and nursery school surely is, may initiate a whole range of health issues.

Key words: teacher, loss of hearing, noise, reverberation time

# Seznam zkratek

AJ	anglický jazyk
ČJ	český jazyk
dB	decibel
Dě	dějepis
Fy	fyzika
Hz	Hertz
ISO	International Organization for Standardization
kHz	kilohertz
kHz	kilohertz
$L_{A90}$	hluk pozadí, který není způsobený měřeným zdrojem
$L_{Aeq,8h}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku A za 8 - mi hodinovou pracovní směnu
$L_{AFmax}$	maximální ekvivalentní hladina akustického tlaku A
LU	levé ucho
MŠ	mateřská škola
NS	nesignifikantní rozdíl
ORL	otorinolaryngolog
OV	občasná výchova
PU	pravé ucho
PEL	přípustná expoziční limit
SD	směrodatná odchylka
SHHI	social hearing handicap index
T[s]	doba dozvuku
VV	výtvarná výchova
WHO	World Health Organization
ZŠ	základní škola

# Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1 Lidské ucho (Beran, 2010).....	14
Obrázek 2 Sluchové pole (Beran, 2010).....	19
Obrázek 3 Vznik akustického tlaku pohybem částic prostředí (Beran, 2010).....	21
Obrázek 4 Křivky stejné a prahové slyšitelnosti (Beran, 2010) .....	22
Obrázek 5 Doba dozvuku (Hluk ve školách, 2002) .....	37
Obrázek 6 Optimální doba dozvuku dle ČSN 730527 .....	38
Obrázek 7 Stupnice hladiny zvuku (Hluk a zdraví, 2001).....	51
Tabulka 1 Rozlišení sluchových poruch (Lejska, 1994) .....	29
Tabulka 2 Rozlišení sluchových poruch dle WHO (Hahn, 2007) .....	30
Tabulka 3 Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže přes den (Vandasová, 2014).....	44
Tabulka 4 Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže přes noc (Vandasová, 2014).....	45
Tabulka 5 výpočet hluku a infrazvuku na pracovišti (Kabátová, 2012).....	47
Tabulka 6: Doporučené hodnoty pro veřejný hluk dle směrnice WHO (Hluk a zdraví 2001; Provazník et al., 2000).....	52
Tabulka 7 Popis zkoumaného souboru.....	61
Tabulka 8 Popis kontrolního souboru.....	62
Tabulka 9 Výskyt sluchových vad u respondentů v závislosti na délce praxe .....	66
Tabulka 10 Rozložení souboru podle SHHI .....	69
Tabulka 11 Porovnání SSHI s výsledky audiometrického měření.....	69
Tabulka 12 Naměřené ekvivalentní hladiny akustického tlaku A.....	71
Tabulka 13 Srovnání ekvivalentní hladiny akustického tlaku A na počtu dětí.....	73
Tabulka 14 Organizace školního dne .....	74
Tabulka 15 Výsledky měření - ranní shromažďování .....	75
Tabulka 16 Průměrné hodnoty akustického tlaku v průběhu školního dne u nejmladších dětí	76
Tabulka 17 Průměrné hodnoty akustického tlaku v průběhu školního dne u nejstarších dětí..	76
Tabulka 18 Hladiny hlukového pozadí v učebnách ZŠ .....	78
Tabulka 19 Vypočtená doba dozvuku pro kmitočet 1 kHz v místnostech na ZŠ a MŠ .....	84
Graf 1 Míra obtěžování hlukem .....	63
Graf 2 Citlivost na hluk .....	63
Graf 3 Do jaké míry narušuje hluk komunikaci se žáky během výuky.....	64
Graf 4 Zdroje hluku .....	64
Graf 5 Pocity pedagogů bezprostředně po výuce.....	65
Graf 6 Ztráta sluchu u pedagogů MŠ v závislosti na délce praxe - pravé ucho.....	66
Graf 7 Ztráta sluchu u pedagogů MŠ v závislosti na délce praxe - levé ucho .....	67
Graf 8 Ztráta sluchu v závislosti na délce praxe u pedagogů ZŠ - pravé ucho.....	67
Graf 9 Ztráta sluchu u pedagogů ZŠ v závislosti na délce praxe - levé ucho .....	68
Graf 10 Rozložení zdravotních obtíží u celého souboru .....	68
Graf 11 Hladiny akustického tlaku A pro ranní směnu .....	72
Graf 12 Hladiny akustického tlaku A pro odpolední směnu.....	72
Graf 13 Hladiny akustického tlaku A - činnosti MŠ .....	77
Graf 14 Hladiny akustického tlaku A - činnosti MŠ pokračování .....	77
Graf 15 Průměrné LAeq při výuce ČJ .....	79
Graf 16 Průměrné LAeq při výuce matematiky .....	80
Graf 17 Průměrné při LAeq výuce výtvarné výchovy.....	80



Graf 18 Průměrné $L_{Aeq}$ při výuce přírodovědy .....	81
Graf 19 Průměrné $L_{Aeq}$ při výuce tělesné výchovy .....	81
Graf 20 průměrné $L_{Aeq}$ při výuce vlastivědy/zeměpisu .....	82
Graf 21 Průměrná $L_{Aeq}$ předmětů vyučovaných na II. stupni .....	82
Graf 22 Týdenní expozice pedagogů ZŠ .....	83
Graf 23 Porovnání ztrát sluchu pedagogů s kontrolním souborem (délka praxe do 15 let) ....	85
Graf 24 Porovnání ztrát sluchu s kontrolním souborem (délka praxe 16 - 30 let).....	85
Graf 25 Porovnání ztrát sluchu pedagogů s kontrolním souborem (délka praxe nad 30 let) ..	85

## Obsah

1	Úvod .....	12
1.1	Anatomie sluchového ústrojí .....	13
1.1.1	Zevní ucho ( <i>aurius externa</i> ) .....	13
1.1.2	Střední ucho ( <i>aurius media</i> ) .....	14
1.1.3	Vnitřní ucho ( <i>aurius interna</i> ) .....	15
1.2	Základy akustiky .....	17
1.2.1	Fyziologická akustika .....	17
1.2.2	Fyzikální akustika .....	20
1.3	Sluch .....	23
1.3.1	Práh absolutní a relativní .....	23
1.3.2	Sluch a věk .....	23
1.3.3	Sluchová adaptace .....	24
1.3.4	Psychosociální důsledky sluchových vad .....	25
1.4	Poruchy a vady sluchu .....	25
1.4.1	Podle doby vzniku .....	25
1.4.2	Podle lokalizace .....	25
1.4.3	Podle stupně postižení .....	25
1.5	Příčiny a příznaky poruch sluchu .....	27
1.5.1	Příčiny převodní nedoslýchavosti .....	27
1.5.2	Příčiny percepční nedoslýchavosti .....	27
1.5.3	Příznaky poruch sluchu .....	28
1.6	Klasifikace stavu sluchu a léčba poruch sluchu .....	28
1.6.1	Posuzování stupně sluchové ztráty .....	28
1.6.2	Rehabilitace sluchově postižených .....	30
1.7	Hluk .....	31
1.7.1	Druhy hluku .....	31
1.7.2	Stupnice a jednotky pro měření hluku .....	32
1.7.3	Měření hluku .....	33
1.7.4	Limitní hodnoty expozice a akční hodnoty expozice hluku .....	36
1.8	Prostorová akustika .....	37
1.8.1	Měření doby dozvuku .....	38
1.8.2	Výpočet doby dozvuku .....	38
1.9	Vliv hluku na zdraví člověka .....	39
1.9.1	Aktivace stresové reakce .....	40
1.9.2	Vliv hluku na sluch - specifické účinky .....	40
1.9.3	Systémové, mimosluchové účinky hluku na organismus .....	42
1.9.4	Rušení hlasové komunikace .....	45
1.10	Profesionální riziko expozice hluku .....	45
1.10.1	Hypacusis peceptiva bilateralis professionalis .....	47

1.11	Rizikové faktory ve školství .....	48
1.11.1	Hluk ve školách .....	49
1.11.2	Psychická zátěž .....	53
1.11.3	Klima třídy a klima školy .....	54
1.12	Podpora zdraví na pracovišti .....	55
2	Metodika .....	56
2.1	Úvod.....	56
2.2	Metodika odborných diagnostických vyšetření .....	56
2.2.1	Výběr a charakteristika souboru .....	56
2.2.2	Metodika měření .....	57
2.2.3	Strategie a postup měření .....	58
2.2.4	Metodika statistického zpracování.....	60
3	Výsledky .....	61
3.1	Charakteristika souboru .....	61
3.2	Posouzení stupně sluchových vad.....	65
3.3	Průměrné audiogramy u pedagogických pracovníků .....	66
3.4	Zdravotní obtíže pedagogických pracovníků.....	68
3.5	Social hearing handicap inventory (SHHI) .....	69
3.6	Měření hluku .....	70
3.6.1	Mateřské školy.....	70
3.6.2	Základní školy .....	78
3.6.3	Doba dozvuku v jednotlivých výukových místnostech.....	83
3.7	Porovnání sluchového prahu mezi pedagogy a kontrolním souborem.....	84
4	Diskuze .....	86
5	Závěr.....	93
6	Literatura.....	94
7	Přílohy .....	100
7.1	Průvodní dopis vyšetření .....	100
7.2	Dotazník 1- kvalita sluchu u pedagogů .....	100
7.3	Dotazník 2 – doplňkové měření hluku .....	103
7.4	Social hearing handicap index .....	105
7.5	Dotazník z grantového projektu NT12246-5/2011 (IGA MZ ČR) .....	106
7.6	Tabulka hodnot pro výpočet ztrát sluchu dle Fowlera .....	107
7.7	Harmonogram činností mateských škol .....	107
7.8	Protokol o měření doby dozvuku .....	109
7.9	Výběr činitelů pohltivosti a některých běžných povrchů .....	113

# 1 Úvod

V současné době u nás začíná být akustika školního prostředí hodně diskutované téma, kdežto v Polsku se již dávno řeší. Většina škol a školských zařízení se potýká s vysokou úrovní hluku. Budovy škol jsou většinou staré. V době jejich vzniku neplatily žádné zákony ani normy týkající se školního prostředí. (BOZP info, 2016) Přestože maximální přijatelnou úroveň hluku resp. dobu dozvuku ve školách stanovuje norma, většina českých škol ji nedodržuje a nikdo toto porušování nekontroluje (především v jídelnách, tělocvičnách a na chodbách). (Strnad, 2016) Technický stav školy a akustika leží na bedrech dané instituce, možnostech a schopnostech řídicích pracovníků získat peníze na jejich úpravu. Pouze nově postaveným, anebo zkolaudovaným školám je kladen požadavek na dodržení normy ČSN 73 0527 na doporučenou dobu dozvuku. (BOZP info, 2016) Jedná se o zásadní problém z pohledu norem, standardů i hygienických předpisů. Učitelé jsou dlouhodobě vystaveni nadměrnému hluku, což ovlivňuje kvalitu výuky, schopnost lépe vzdělávat, ale i vnímání žáků. Nekvalitní akustika může mít výrazný dopad na psychickou pohodu učitelů a žáků. Nejedná se však pouze o úroveň hluku, ale také o kvalitní distribuci zvukového signálu v učebnách. (Strnad, 2016) Z těchto důvodů jsem se před lety o danou problematiku začala zajímat a vznikla tahle práce.

Školy jsou místa kypící životem, často velmi hlučná. Úkolem škol je zajistit co nejlepší podmínky pro fyzický a intelektuální vývoj dětí. Hluk je jedním z faktorů, které mohou proces vývoje dítěte negativně ovlivnit. Kontrola hluku ve školním prostředí je výzvou současné společnosti. Školáci i pedagogičtí pracovníci jsou exponováni hluku z mnoha zdrojů. Jednak přímo ve škole, v okolí školy, při cestách do a ze školy, ale i během rekreačních aktivit, sledování televize, poslechu rádia či hlasité hudby na diskotéce, nebo z vlastního MP3 přehrávače. (Hluk ve školách, 2002)

Sluch je jeden z nejdůležitějších lidských smyslů. Je v neustále v pohotovosti. Umožňuje komunikaci, příjem informací a zvuků, a tím pádem nás informuje před případným nebezpečím. (Maixnerová, 2010) Za normální sluch se považuje ten, kdy při audiometrickém vyšetření nepoklesne jeho ztráta na vyšetřované frekvenci pod dvacet decibelů. Nastane-li tak alespoň na dvou vyšetřovaných frekvencích, trpí člověk sluchovou vadou, ačkoliv si nic neuvědomuje. (Cechnerová et al., 2011; Clark et al., 2008; Garrison, 2015) Jednotná definice pro hodnocení nedoslýchavosti v současné době neexistuje. (WHO, 2012)

Za nejpokročilejší oblast ochrany veřejného zdraví se v současné době považuje ochrana před hlukem a vibracemi. Přestože jsou pedagogové po celou svou pracovní dobu vystaveni

rizikovým hladinám hluku, nejsou doposud zařazeni do skupiny podléhající pravidelné preventivní péče z hlediska expozice hluku. Jedná se pro pedagogy o velice nebezpečný vliv. Protože hluk vyprodukovaný dětmi nelze nijak odstranit, ani snížit používáním osobních ochranných pomůcek, může být jeho působení na sluch pedagogů nebezpečné. Pro pracovní činnost pedagogických pracovníků nejsou stanoveny žádné konkrétní limity, ať už se jedná o kvalitu sluchu, anebo hladiny hluku ve školním prostředí. Z tohoto důvodu neexistují ani preventivní kroky a následná nápravná opatření sloužící k ochraně zdraví pedagogických pracovníků.

V roce 2011 se Hájková dotazuje, zda bude jako pracovní úraz posuzováno případné poškození sluchu učitelek mateřských škol nebo základních škol, které byly po celý svůj produktivní život vystaveny švitořivým hláskům malých dětí (Hájková, 2011) Tato otázka stojí za úvahu, protože soudobá dětská populace je čím dál hlučnější. Se zvyšujícím se počtem dětí se povolání pedagoga stává čím dál náročnějším, nejenom na psychiku, ale negativně ovlivňuje i jeho zdravotní stav.

## **1.1 Anatomie sluchového ústrojí**

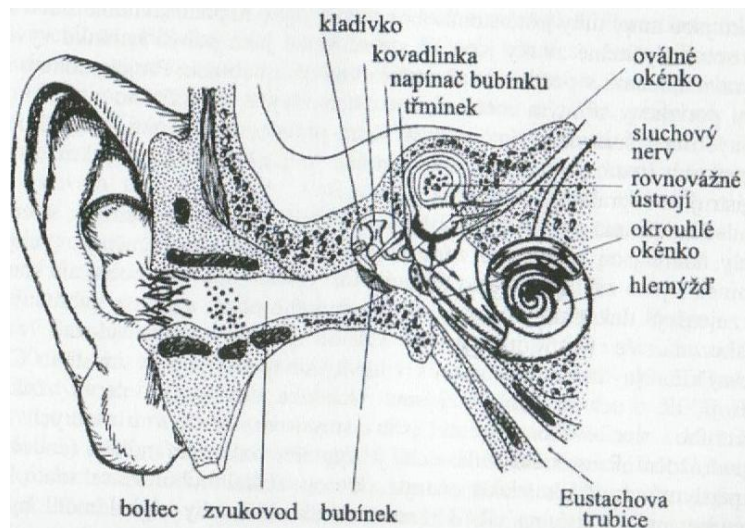
Zvuk je energie, která se šíří prostřednictvím mechanického vlnění, při kterém jsou rozkmitány molekuly prostředí. Aby z této energie mohl vzniknout sluchový vjem, musí být zvuk zpracovaný smyslovým orgánem sluchu – uchem. (Kabátová, et al., 2012)

Sluch patří k základním lidským smyslům, umožňuje vnímat a vyhodnocovat zvuky (zvukové vlny). Sluchový orgán je párový a má část periferní a centrální. K periferní části patří vnější, střední a vnitřní ucho. Centrální část tvoří sluchová dráha. (Trojan, 2003)

Ucho je složitý smyslový orgán, který mění mechanické podněty přicházející ze zevního prostředí, na nervové vzruchy, které jsou převáděny do příslušných částí mozku (sluchová dráha a korové oblasti ve spánkovém laloku). (Čihák, 2004)

### **1.1.1 Zevní ucho (*aurius externa*)**

Povrchová část sluchového ústrojí. Slouží k zachycení zvukových vln a jejich převedení do středního ucha. Skládá se z ušního boltce (tvořen chrupavkou) a vnějšího zvukovodu, který je ukončený blanitou membránou zvanou blanka bubínku (membrána tympanica). (Čihák, 2003; Kabátová, et al. 2012) Vnější zvukovod začíná nálevkovitým ústím *cavum conchae*, má chrupavčitou a kostěnou část, které spolu tvoří tupý úhel. Délka zvukovodu je 25 – 35 mm, průměr 7 mm. (Hahn, 2007) Zevní ucho má vliv na prostorové slyšení. (Mrázková et al., 2006)



Obrázek 1 Lidské ucho (Beran, 2010)

### 1.1.2 Střední ucho (*aurius media*)

Umístěno v pyramidě spánkové kosti, tvořeno soustavou různě velkých pneumatických dutin vystlaných sliznicí. Skládá se z dutiny středoušní, bubínku, řetězu sluchových kůstek a sluchové trubice. (Čihák, 2004)

**Dutina středoušní (cavum tympani)** - je malý štěrbinovitý prostor tvaru bikonkávní čočky vyplněná vzduchem. (Hahn, 2007) Úlohou středouší je přenos mechanické energie na tekutinu vnitřního ucha. Toho je dosaženo pohybem bubínkové membrány, která rozkmitá středoušní kůstky, a ty přenesou energii na tekutinu vnitřního ucha. (Kabátová et al., 2012). Zevní stěnu středoušní dutiny (*paries membranaceus*) tvoří z největší části bubínek a při jeho okrajích kost, pokrytá sliznicí. (Čihák, 2004) Jsou zde umístěny tři sluchové kůstky (kladívko, kovádlínka, třmínek) se závěsným aparátem. Spojením kůstek vzniká pohyblivý řetězec, kterým se přenáší chvění bubínku na perilymfu vnitřního ucha. Nacházejí se zde dva svaly *Musculus tensor tympani* a *Musculus stapedius*. (Čihák, 2004) **Funkcí těchto svalů** je: reflexní udržování konstantní intenzity zvuku; ochrana před příliš hlasitým zvukem; redukce rušivých šelestů (Jiráček, 2005)

**Bubínek (*membrana tympani*)** - uzavírá zevní zvukovod a tvoří hranici mezi zevním a středním uchem. Skládá se z *pars tensa* (tvoří větší část bubínku) a *pars flaccida*. (Hahn, 2007) Je poloprůsvitný, šedavý, elipsovité a velmi tenký, avšak poměrně pevný. (Dokládál, 1995) Průměr bubínku je asi 9 mm a s horní stěnou vnějšího zvukovodu je u dospělého člověka spojen přibližně v úhlu 140°. (Kabátová et al., 2012)

**Bubínková dutina** se rozděluje na epi, meso a hypotympanum. Anatomické hranice mezi jednotlivými částmi jsou poměrně jasně definované horním okrajem pars tensa a dolním okrajem blanky bubínku. (Kabátová et al., 2012)

**Eustachova trubice** (*tuba auditiva*) - spojuje středoušní dutinu s nosohltanem. Slouží k barofunkci. Vyrovňuje tlak vzduchu v dutině bubínkové s tlakem vzduchu v okolním prostředí. (Dokládál, 1995) Zvuková vlna prostupuje zevním zvukovodem na bubínek a přes sluchové kůstky se dále chvění přenáší na perilymfu vnitřního ucha. (Čihák, 2004)

### 1.1.3 Vnitřní ucho (*aurius interna*)

Neboli percepční (senzorieurální) část sluchového orgánu je uloženo v pyramidě spánkové kosti. (Hahn, 2007) Nachází se zde sluchové a rovnovážné ústrojí (statické). Obsahuje dva typy smyslového epitelu. V hlemýžďové části je epitel sluchového čidla, který přeměňuje akustické vlnění na specifické nervové impulsy, které jsou sluchovou dráhou odváděny do specializovaných oddílů mozkové kůry. Vestibulární část má epitel rovnovážného čidla, který slouží k registraci polohy a pohybu hlavy v prostoru. Vestibulární dráhou jsou nervové impulzy odváděny do různých částí mozku. (Čihák, 2004) Anatomicky se vnitřní ucho skládá z kostěného pouzdra - labyrintu (*labyrinthus osseus*), ve kterém je uvnitř uložený blanitý labyrint (*labyrinthus membranaceus*). (Kabátová et al., 2012)

**Kostěný labyrint** (*labyrinthus osseus*) – trubice stočená do stoupající spirály ve skalní části spánkové kosti. (Hahn et al., 2007) Skládá se z předsíně (*vestibulum*), tří polokruhových kanálků (*canales semicirculares ossei*) a hlemýžďe (*cochlea*). **Hlemýžď** (*cochlea*) – vazivová slepě končící trubička, tvořící 3,5 závitů s průměrnou délkou 35 mm. Nacházejí se zde jemné kanálky pro nervová vlákna a buňky. Začíná zde sluchový nerv (*nervus vestibulocochlearis*). (Čihák, 2004) Má hlavní úlohu při zpracování zvuku. Kostní struktura obsahuje samostatný smyslový orgán sluchu. Uvnitř kostěné struktury se nachází scala vestibuli, scala tympani a mezi nimi sluchová část blanitého labyrintu – scala media. Pomocí Reissnerovy membrány je scala media oddělená od scala vestibuli a bazilární membrána je odděluje od scala tympani. (Kabátová et al, 2012).

**Blanitý labyrint** (*labyrinthus membranaceus*) - uložen v dutinách kostěného labyrintu. Celý je vyplněný tekutinou, kterou ve scala vestibuli a scala tympani tvoří perilymfa, ve scala media endolymfa. Endolymfa svým iontovým složením připomíná intracelulární tekutinu (vysoký obsah draslíku, nízký obsah sodíku). Perilymfa připomíná extracelulární tekutinu (nízký obsah draslíku, vysoký obsah sodíku). Při zpracování sluchového signálu je důležitá komunikace mezi scala vestibuli a scala tympani, kterou umožňuje otvor v hrotu kochley nazývaný helicotrema. (Kabátová et al. 2012). Z funkčního hlediska má dvě části, polohovou

a sluchovou. Sluchová část má trojúhelníkový tvar a je zde uložený Cortiho orgán. (Čihák, 2004)

**Cortiho orgán** – je vlastní smyslový orgán sluchu. Uložen v blanitém hlemýždi na bazilární membráně. Jedná se o blanitý tunel, na jehož spodině jsou v bazilární membráně umístěny nosné buňky. Specializované receptory jsou vláskové buňky. (Hahn, 2007) Dělí se na vnitřní a vnější. Vnitřní vláskové buňky jsou uspořádané v jedné řadě centrálně, člověk disponuje asi 3500. Vnější vláskové buňky jsou uspořádané ve třech řadách a člověk jich má asi 12 000. (Kabátová et al. 2012). Skladba vláskových buněk: na vrcholu trčí kutikuly, ze kterých vyčnívají stereocilie. (Hahn, 2007) Ve vláskových buňkách dochází k převodu mechanické energie zvukových vln na elektrický signál, který je předáván transmembránou na vlákna sluchového nervu. (Čihák, 2004) Pro správnou funkci Cortiho orgánu i samostatných vláskových buněk je důležitá homeostáza. Cévní zásobení pochází z arterie labyrinthi (část zásobující kochleu je tvořena arteria cochlearis communis, která se dále dělí na arteria cochlearis propria – zásobuje apikální část kochley a arteria vestibulocochlearis; z arteria vestibulocochlearis odstupuje ramus cochlearis, který zásobuje bazální část kochley), která vychází z arteria cerebelli inferior anterior (AICA). (Kabátová et al. 2012)

**Stria vascularis** - tvořena vaskularizovaným epitelem, který vystýlá laterální stěnu ductus cochlearis. (Hahn, 2007) Jedná se o vysoce prokrvenou a energeticky náročnou strukturu, jejíž úlohou je udržovat iontové složení endolymfy. (Kabátová et al. 2012). Epitel obsahuje povrchové marginální buňky, které vylučují do endolymfy draslík (iontová pumpa, která v endolymfě udržuje vysokou koncentraci draslíku). (Hahn, 2007)

**Reissnerova membrána** – odděluje scala media od scala vestibuli a tvoří strop ductus cochlearis. Je velmi elastická a kopíruje pohyby nitroušních tekutin. (Hahn, 2007)

**VIII. hlavový nerv** (*n. statoacusticus*) vzniká spojením všech dostředivých nervových vláken, které vychází od smyslových buněk labyrintu. Má dvě hlavní složky: **nerv rovnovážný** (*n. vestibularis*) a **nerv sluchový** (*n. cochlearis*). (Čihák, 2004) Sluchový nerv je tvořen asi 30 tisíci vlákny, převážně aferentními. (Hahn, 2007) Nerv po krátkém průběhu ve vnitřním zvukovodu vstupuje do mozkového kmene. Svou vestibulární složkou přivádí z nitroušního labyrintu signály o poloze hlavy a jejích změnách (sklonění) a o otáčivých pohybech hlavy. Svou kochleární složkou přivádí signály ze sensorických buněk Cortiho orgánu, čímž zajišťuje vnímání zvuků. (Čihák, 2004)

**Sluchová dráha a sluchová jádra**- centrální část sluchového orgánu. Komplex sluchový jader je uložen v laterální prodloužené míše na spodině čtvrté komory. (Hahn, 2007) Zprostředkovává převod nervových vzruchů z periferního sluchového analyzátoru do



sluchového centra v mozkové kůře. Skládá se z nervových vláken a několika jader. Křížením vláken sluchové dráhy je umožněno současné slyšení oběma ušima, uplatňuje se při směrovém a prostorovém citění. (Trojan, 2003) Sluchové centrum je párové. Nachází se v levém a pravém spánkovém laloku mozku.

**Mozková kůra** – oblast sluchu, ukryta v temporální oblasti. Má šest vrstev a vlákna ze sluchové dráhy končí ve čtvrté vrstvě. (Hahn, 2007)

## 1.2 Základy akustiky

**Akustika** je část fyziky, zabývající se studiem mechanického vlnění v pružných prostředích. (Mrázková et al., 2006) Rozlišení zvuku a hluku má značnou subjektivní složku, závislou na mnoha biologických faktorech. Život člověka bez zvuku i hluku si lze jen velice těžko představit. Ve společnosti má zvuk následující funkce:

- prostředek k dorozumívání
- prostředek k výstraze nebo varování
- součást relaxace a kulturního dědictví
- kvalitativní a kvantitativní hodnocení stavu (Beran, 2010)

Dělení akustiky:

- Fyzikální akustika - zabývá se fyzikálními vlastnostmi zvuku.
- Fyziologická akustika – studuje, jak se zvuk dostává do sluchového orgánu, co v něm způsobuje, jak se mění sluchový vjem a jaký má tento vjem vlastnosti. (Bargár et al., 1986)

### 1.2.1 Fyziologická akustika

Fyziologická akustika zkoumá, jak se zvuk dostane do zvukového analyzátoru – sluchového orgánu, jak dojde ke změně na sluchový vjem, který je dále zpracován, aby přinesl žádoucí informace pro CNS. (Hahn, 2007)

Lidská řeč, hudba a hluk jsou tři základní kategorie, do kterých zařazujeme všechny přirozené zvuky v našem okolí. Sluchový vjem je odraz v našem vědomí. **Vnější ucho** působí jako ochranný akustický filtr. Ve **středním uchu** dochází k impedančnímu přizpůsobení. Ve **vnitřním uchu** dochází k filtraci a přeměně zvukové energie. Vlastní informační systém je lokalizován do **sluchového nervu, sluchové dráhy a mozkové kůry**. Ve vnějším a středním uchu se jedná o mechanické vibrace, ve vnitřním uchu o hydrodynamický a elektrochemický děj. Ve vyšších etážích pak o analogově-digitální elektrochemický děj. (Hahn, 2007)

**Vnější ucho** vede zvuk z vnějšího prostředí na struktury středního ucha. Zvuková vlna je zachycena boltcem, je dále směřována přes zevní zvukovod na bubínek. Druhou úlohou je

lokalizace zvuku v prostoru. Stranová orientace v horizontální rovině je umožněná porovnáním časových a intenzitních vjemů mezi ušima. V předozadní rovině (vertikální) se jedná o změny zvukového tlaku na blance bubínku. (Kabátová, et al., 2012) **Ušní boltec** má u člověka malý akustický účinek (směrové slyšení ve vysokých kmitočtech).

Ve středním uchu se nachází **Eustachova trubice**, která má funkci ventilační a drenážní. Středoušní kůstky se přizpůsobují impedanci vzduchu - vysoké impedanci vnitřního ucha. Na přenos zvuku středním uchem působí **musculus stapedius** a **musculus tensor tympani**. Jejich práh je 70 – 100 dB, kdy se napnou a ovlivní nízké kmitočty hladiny zvuku. Reflex se vybavuje oboustranně. V důsledku impedančního působení středoušním systémem je 70 % energie přeneseno do vnitřního ucha. Tlakem na třmínek se posune **ploténka třmínku** jako píst a dojde k posunu energie do scala vestibuli a scala tympani. Vlnění se šíří jako postupující vlna se vzrůstající amplitudou. Čím je vyšší frekvence zvuku, tím budou maximální rozkmity blíže okének. **Hlemýžď** je místem frekvenční analýzy zvuku. (Hahn, 2007)

#### 1.2.1.1 Vlastnosti sluchu

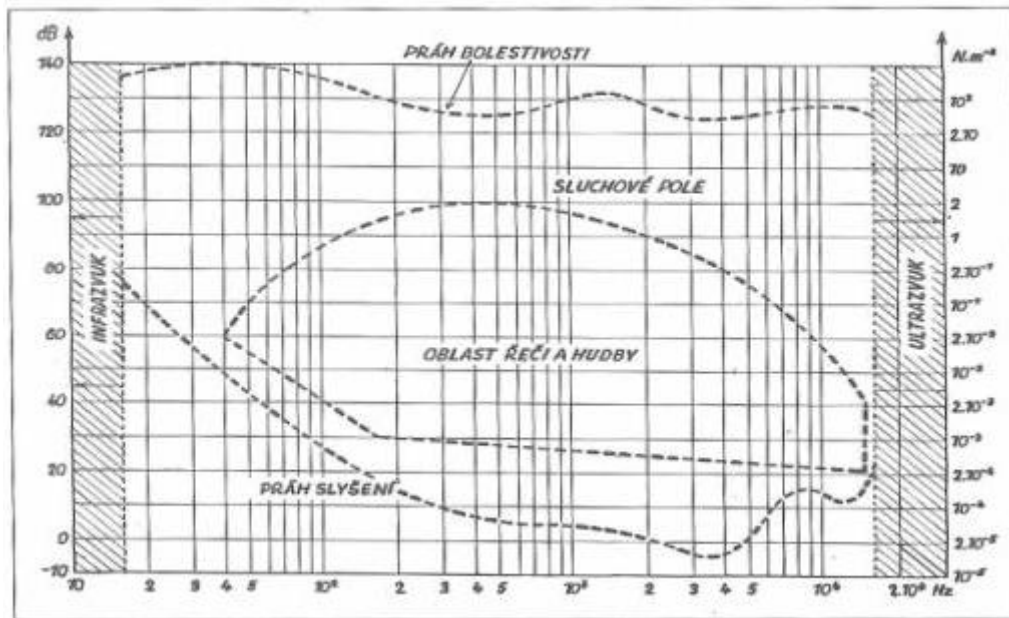
**Sluchový práh** – nejmenší možná intenzita, která u dané osoby způsobí sluchový vjem. (Bargár et al., 1986) Vykazuje určitý rozptyl, závisí na způsobu měření zvuku a řadě dalších parametrů. (Hahn et al., 2007) Základní hodnotou je ideální sluchový práh, jemuž na audiogramu odpovídá hladina intenzity 0 dB. Byl získán jako průměr prahů sluchu velké spousty normálně slyšících mladých osob. **Individuální práh sluchu** vyjadřuje skutečný stav sluchu vyšetřovaného a u každé osoby je jiný. Každé zvýšení sluchového prahu je příznakem poruchy sluchu. (Lejska, 1995) Sluchový práh není stejný pro všechny frekvence. Lidský sluch je nejcitlivější v oblasti středních kmitočtů (1000 – 4000 Hz). Pro tóny s kmitočtem pod 1000 Hz a nad 4000 Hz jsou sluchové prahy tím vyšší, čím více se jejich kmitočty blíží k dolní anebo horní hranici sluchu. Normální sluchový práh určovaný binaurálně je o 5 – 10 dB nižší než práh určovaný monoaurálně. (Bargár et al., 1986)

Sluchový práh není určen jen citlivosti smyslových buněk, ale i dalšími složkami, kterými je dráždivost vláken a nervových buněk, průchodnost sluchové dráhy, stav a pohotovost mozkové kůry. Je ovlivněn frekvencí stimulujícího tónu a okamžitým stavem sluchu. (Lejska, 1994)

**Práh nepříjemného slyšení** – je nejnižší intenzita stimulujícího tónu, která je posluchačem vnímána jako nepříjemná a obtěžující. Většinou bývá kolem 100 dB. (Lejska, 1994)

**Sluchový vjem** – vyhodnocuje každý člověk jako hlasitost zvuku. Porovnáním hlasitosti

čistých tónů všech frekvencí s hlasitostí tónů s frekvencí 1 kHz jsou získány křivky stejné hlasitosti. (obr. 2) Křivky ukazují souvislost frekvenčně nezávislé hladiny zvuku  $L$  v decibelech (dB) jako fyzikální veličiny a subjektivně frekvenčně závislé hladiny hlasitosti  $H$  ve fonech (Ph) a hladiny zvuku (dB) jsou shodné jen při frekvenci 1 kHz. (Beran, 2010)



Obrázek 2 Sluchové pole (Beran, 2010)

**Práh bolesti** – přesáhne-li intenzita stimulujícího tónu vnímání sluchových buněk, projevuje se pak intenzivní akustický tlak jako vjem bolesti. U osob s normálním sluchem je na hladině kolem 130 dB. (Lejska, 1995)

**Práh hmatu** – vibrace a zvukové vlny jsou tvořeny stejným fyzikálním médiem – hmotným vlněním. (Lejska, 1994) Sluchový vjem přechází v hmatový na intenzitě hluku 120 dB. (Hahn, 2007) Vibrační vjem vzniká zvláště při vyšetřování kostního vedení nebo chybí-li akustický vjem. (Lejska, 1994)

Zvuky stejné intenzity mají pro různé kmitočty různou **hlasitost**. Hlasitost je udávána ve fonech, intenzita zvuku v decibelech. (Hahn, 2007)

**Sluchové pole** – rozsah zvuků, které vnímáme. (Bargár et al., 1986) Je to akustická oblast ohraničená intenzitou a frekvencí. Dolní frekvenční hranice je 16 Hz a horní hranicí je oblast kolem 20 kHz. Limity intenzitní, které ohraničují sluchové pole, jsou práh sluchu a práh bolesti (intenzita 0 – 130 dB). (Lejska, 1994) Sluchové pole je nejširší v rozsahu středních frekvencí 1000 – 4000 Hz (oblast řeči). (Bargár et al., 1986)

Rozsah sluchového pole je značně individuální. Pokles prahového sluchového čítí zmenšuje rozsah sluchového pole u postiženého, nejčastěji ve vysokofrekvenční části. (Lejska, 1994)

**Binaurální slyšení** umožňuje lokalizaci zdroje zvuku v prostoru na základě časové a interaurální diference. (Hahn, 2007) Schopnost zapojit obě uši při zpracování zvuku přispívá k lepšímu rozpoznání jednotlivých zvuků v hlučném prostředí, vychutnat si hudbu, atd. Tato výhoda je zachovaná, pouze pokud obě uši slyší stejně. (Kabátová et al. 2012)

Při **zpracování řeči** při zpracování řeči mají některé části důležitější úlohu než jiné. Zvuky, které se v běžném životě vyskytují, jsou komplexní. Dominantní vlastností komplexních zvuků je změna amplitudy a frekvenčního spektra v čase.

Sluch má pro různou hlasitost různou frekvenční závislost. Optimální hladina hlasitosti pro kvalitní poslech a pro zodpovědné posouzení jakosti hudebního snímku je 80 až 90 Ph, kde je křivka nejvyrovnanější. Změní-li se hlasitost, změní se i křivka hladiny stejné hlasitosti odpovídající poslechu. Proto jsou užívány **fyzilogické regulátory hlasitosti**, které při změně hlasitosti současně mění frekvenční charakteristiku přenosové cesty, tak aby odpovídala křivce hladiny stejné hlasitosti pro změněnou hlasitost poslechu. (Beran, 2010)

### 1.2.2 Fyzikální akustika

**Zvuk** je pohyb částic hmotného prostředí kolem rovnovážných poloh, který se šíří v čase a v prostoru. (Bargár et al., 1986) Zvukem je každé mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat v lidském uchu sluchový vjem. (Mrázková et al., 2006) Frekvence tohoto vlnění je 20 – 20 000 Hz, mimo tyto hranice člověk zvuk nevnímá (Kabátová et al., 2012). Zdrojem zvuku je kmitající těleso. Zvuk, jehož kmit se pravidelně opakuje, je tón. Zvuk s nepravidelným kmitáním je šum. (Hahn, 2007) Prostředí, kterým se zvuk šíří, je vodič zvuku. Detektor zvuku je sluchový orgán. Kmitavý pohyb zdroje zvuku se přenáší na bezprostřední okolí tak, že rozkmitá jeho drobné částičky - molekuly vzduchu. Ty se pohybují tam a zpátky, takže se periodicky zhušťují a zředňují. (Bargár et al., 1986) Přenosem kmitání mezi částicemi pružného prostředí se vytváří vlna. Mechanické vlnění vzniká v látkách všech skupenství a jeho příčinou je existence vazebných sil mezi částicemi prostředí (atomy, molekulami), kterým se vlnění šíří. (Mrázková et al., 2006)

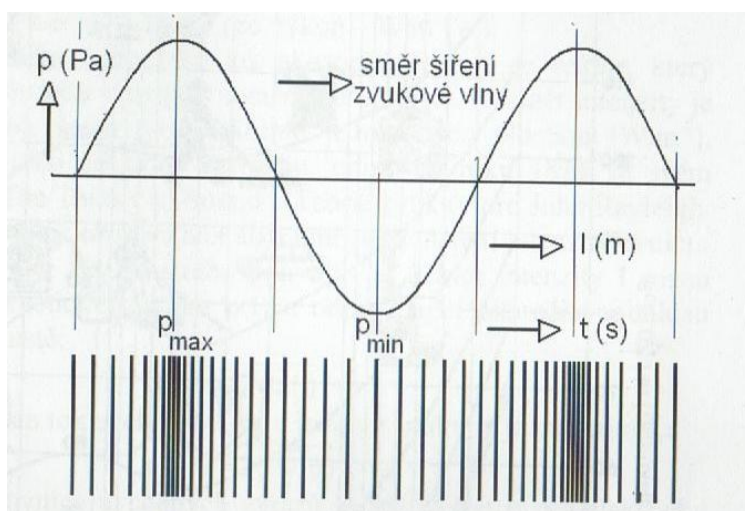
**Zdroj zvuku** vyzařuje zvukovou energii v podobě zvukových vln. Fyzikálně je vyjádřen rychlostí šíření zvuku (závisí na prostředí) a akustickém tlaku (síla působící na jednotku plochy). (Hahn, 2007)

#### 1.2.2.1 Fyzikální vlastnosti zvuku

Zvuk je mechanické kmitání plynů, kapalin, pružných medií. Kmitající objekt předává do okolí část své energie, která se šíří ve formě vlnění – oscilací elementárních částí prostředí kolem rovnovážné polohy. Přítomnost hmotného prostředí je pro vznik a šíření zvuku

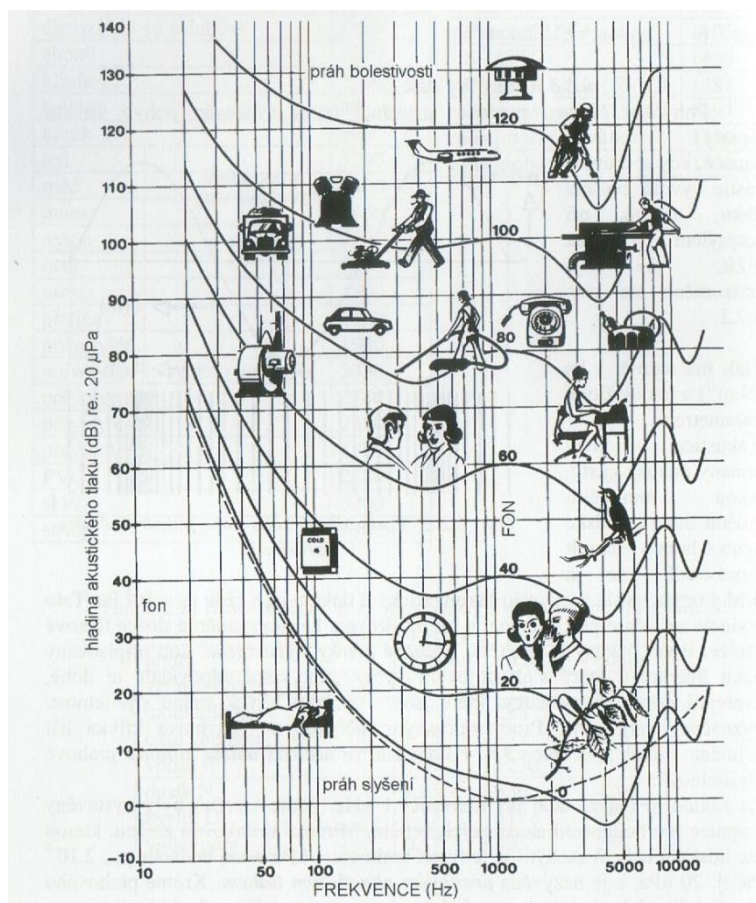
nezbytná. **Rychlost částice  $u$**  má směr pohybu kolmý k ploše dopadající akustické vlny, a proto ji lze považovat za vektor. Rychlost částice je také nazývána **akustická rychlost**. Pohyb částic má za následek vytváření v čase **proměnných tlakových změn  $p$** . Poměr mezi akustickou rychlostí  $u$  a akustickým tlakem  $p$  je při postupném vlnění ve volném (bezodrazovém) akustickém poli stálý a je závislý pouze na parametrech prostředí. Rychlost šíření zvuku je obecně nazývána rychlost zvuku a je udávána nejčastěji pro teplotu 20°C. (Beran, 2010)

**Akustický tlak** – pohybem částic v pružném prostředí nastávají situace, kdy seskupení částic vyvolá zvýšení tlaku, naopak při rozptýlení je tlak nižší (Obr.3). (Beran, 2010)



Obrázek 3 Vznik akustického tlaku pohybem částic prostředí (Beran, 2010)

Tlak má rozměry v Pa ( $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a je důležitým parametrem v akustice. Minimální tlakovou změnu, kterou lze lidským uchem zachytit je tedy při kmitočtu 1 kHz hodnota  $p_0=2\cdot 10^{-5}$  Pa, tj. 20  $\mu\text{Pa}$ , a je nazývána **prahovým akustickým tlakem**. Kromě prahového akustického tlaku byly stanoveny další prahové hodnoty pro veličiny – akustická intenzita  $I_0$  a akustický výkon  $P_0$ . Prahové hodnoty uvedených veličin slouží jako referenční hodnoty pro decibelovou stupnici.  $P_0=2\cdot 10^{-5}$  Pa,  $I_0=10^{-12}$   $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $P_0=10^{-12}$  W. (Beran, 2010)



Obrázek 4 Křivky stejné a prahové slyšitelnosti (Beran, 2010)

**Akustický výkon** je pro zdroj určující veličinou, která nezávisí na vnějších podmínkách, ani na vlivech, které souvisí s pozorovatelem. Jedná se fyzikální vlastnost zdroje (absolutní parametr), který je užíván při srovnání akustických zdrojů. Rozměrem je jednotka pro výkon – Watt (W). **Akustická intenzita** (tok akustické energie) je vektor, který popisuje velikost a směr toku energie v uvažovaném místě. Rozměr intenzity je energie za čas (výkon), která projde kolmo na jednotkovou plochu ( $W \cdot m^{-2}$ ). (Beran, 2010)

### 1.2.2.2 Druhy zvuku

**Čistý tón** harmonický kmitavý pohyb. Vzniká účinkem síly, která je přímo úměrná výchylce hmotného bodu z jeho rovnovážné polohy a stále směřuje do rovnovážné polohy. Velikost výchylky částice z rovnovážné polohy se mění v závislosti na čase. Jednoduchý tón anebo čistý tón má z fyzikálního hlediska sinusový průběh. Má pravidelný periodický časový průběh. (Hahn, 2007)

**Složený tón** je když se průběh signálu periodicky opakuje, jeho časovým průběhem není sinusoida. Obsahuje složky s různými frekvencemi a jeho časový průběh je dán součtem průběhů jednotlivých složek. Neperiodické složky tvoří hluk. (Hahn, 2007)

**Modulovaný tón** frekvenčně modulovaný signál, který se používá v audiometrii. Při frekvenční modulaci se mění frekvence hlavní vlny signálu v závislosti na frekvenci modulačního signálu. Amplituda modulovaného signálu zůstává vždy konstantní. (Hahn, 2007)

**Šum** definujeme jako úplně náhodný průběh zvukového signálu v čase. Bílý šum (širokopásmový) je signál s náhodným průběhem v čase, který má vysokou energii ve všech frekvenčních pásmech. Růžový šum (uzkopásmový) liší se od bílého šumu logaritmickým poklesem energie vzhledem k frekvenci, úbytek je 3 dB na jednu oktávu. (Hahn, 2007)

## 1.3 Sluch

### 1.3.1 Práh absolutní a relativní

**Absolutní práh sluchu** - jeho vyšetřením získáme prahovou křivku sluchu, která je zkonstruována dle skutečných fyzikálních hodnot intenzity stimulace, které jsou pro každou frekvenci jiné. Má prohnutý průběh (odpovídá křivkám stejné hlasitosti). V praktické audiometrii se nepoužívá. (Lejska, 1994)

**Relativní práh sluchu** - pro potřeby audiometrie byla ideální prahová hodnota pro každou frekvenci převedena graficky na přímku. Tento zápis přesně neodpovídá fyzikálním principům, protože jednotlivé tóny stejné decibelové hodnoty, nemají stejný akustický tlak, ale praktické posuzování sluchu významně zpřesňuje a zjednodušuje. Hladiny intenzit pak nejsou absolutní, ale relativní. (Lejska, 1994)

### 1.3.2 Sluch a věk

Postupem věku se sluch zhoršuje, sluchový práh se zvyšuje. Nejprve se sluch začíná zhoršovat v nejvyšších frekvencích (20 kHz) a postupně se sluchové prahy zvyšují pro střední a nakonec i pro hluboké frekvence. U žen se v průměru sluch zhoršuje o něco pomaleji než u mužů stejné věkové kategorie. (Bargár et al, 1986)

**Sluch v dětství** - po narození dítěte je sluchový orgán již organicky hotov a proto může novorozenec reagovat na intenzivní zvuk. Buňky vnitřního ucha a nervové buňky centrální části jsou organicky vytvořeny před narozením, funkční způsobilost se teprve vytváří. Zrání sluchového orgánu probíhá za podmínek zdravého celkového rozvoje dítěte a vnější akustické stimulaci. Stimulace zpřesňuje a zjemňuje rozpoznání sluchového vjemu a podílí se na dotváření sluchových a řečových mozkových drah. (Lejska, 1995)

**Sluch středního věku** - organická ani funkční schopnost sluchu se již nezlepšuje. Ideální sluch je kolem dvacátého roku života. Střední věk je charakterizován spíše tím, že na sluch

opakovaně působí nepříznivé faktory (hluková zátěž, chemické prostředky, infekce, nikotin). (Lejska, 1995)

**Sluch ve stáří** - od třetího decennia dochází k postupnému snižování sluchové ostrosti. Objevuje se postižení sluchu v oblasti vysokých frekvencí a současně dochází ke zhoršování rozumění řeči. Člověk slyší méně a hůře. Tento jev se nazývá **presbyakuze** (stařecká nedoslýchavost). (Lejska, 1994) Jedná se o zhoršení sluchu věkem u jinak zdravých osob. Rychlejší nebo pomalejší zhoršování sluchu věkem je dáno různými faktory, u zdravých lidí především dědičností. Ve zhoršování sluchu existují poměrně velké individuální rozdíly. Není výjimkou, že i staré osoby slyší normálně. (Bargár et al, 1986) Příznakem presbyakuze je oboustranné zhoršení sluchu, ze začátku ve vysokých a později i ve středních frekvencích. Pozvolný vznik obtíží při konverzaci několika osob a při rozumění řeči na pozadí hluku. Slyšení nízkých tónů bývá lepší než rozumění řeči. Presbyakuzi doprovází tinnitus, psychické změny a deprese. Na fyziologické presbyakuzi se podílí pouze stárnutí, na patologické exogenní a endogenní faktory. Při senzorické presbyakuzi je degenerace vláskových buněk, která se projevuje ztrátou vysokých tónů. Při neurální presbyakuzi dochází k zániku neuronů a v popředí je ztráta srozumitelnosti (diskriminace pro řeč). Striový typ presbyakuze se projeví pankochleární sluchovou vadou při dobré srozumitelnosti řeči jako důsledek patologických změn v sekreci a resorpci endolymfy. (Hahn, 2007)

Člověk je po dlouhá léta v civilizovaných krajinách vystaven pro sluch negativním faktorů (hluk, stres). Nelze přesně rozhodnout, jakou část postižení sluchu ve stáří způsobuje fyziologický proces stárnutí a kolik lze přičíst vnějším civilizačním vlivům. Porucha sluchu způsobená těmito sociálními vlivy je nazývána **socioakuzí** (sociální nedoslýchavost). (Lejska, 1994) Jedná se o předčasnou atrofii smyslových buněk (v prvním závitě hlemýždě a stria vascularis). (Hahn, 2007)

Léčba socioakuze a presbyakuze spočívá v časně rehabilitaci pomocí sluchadel, podávání vazoaktivních a nootropních látek, důležitá je rovněž psychoterapie. (Hahn, 2007)

### **1.3.3 Sluchová adaptace**

Sluchovou adaptací se rozumí schopnost sluchového orgánu přizpůsobovat se změněným vnějším podmínkám, přizpůsobit se na zvuk. Projevuje se jako změna citlivosti sluchu. Adaptace je jev fyziologický. Účastní se na něm všechny části sluchového analyzátoru. (Lejska, 1994) Dochází ke krátkodobému snížení hlasitosti daného zvuku se současným zvýšením sluchového prahu. Po ukončení akustického dráždění nastává v průběhu několika sekund úprava prahu na normální hodnoty. (Mrázková et al., 2006)



### 1.3.4 Psychosociální důsledky sluchových vad

Pacient se sluchovou vadou velmi těžce vnímá svůj stav, nejkomplicovanější je situace u náhle vzniklých hluchot. Vrozená sluchová vady ovlivňuje psychiku jedinců, kteří se nedokážou se svým handicapem smířit a někdy jejich neurotické chování přechází až v agresivitu. Rovněž u postupně vznikající nedoslýchavosti dochází ke změně psychiky pacienta. (Hahn, 2007)

Závažným problémem sluchových vad je jejich sociální dopad. Málo nadaných sluchově postižených dětí má možnost úspěšně studovat střední i vysokou školu, což se poté odráží na jejich pracovním uplatnění. Stejný sociální dopad lze vidět i u dospělých, kteří pro svou sluchovou vadu musí opustit své dlouhodobé zaměstnání, velmi často musí přejít na pozici s nižším finančním ohodnocením. (Hahn, 2007)

## 1.4 Poruchy a vady sluchu

**Nedoslýchavost** chápeme jako termín vyjadřující určitý příznak, není to onemocnění samo o sobě. (Hahn et al., 2007) Postižení sluchu se rozděluje do dvou základních skupin. **Porucha sluchu** je stav přechodný a po úspěšné léčbě (konzervativní; chirurgické) může mít nemocný i normální sluch. **Vady sluchu** jsou trvalým postižením, kdy náprava není možná, může být různého stupně. ((Hahn et al., 2007; Bargár et al., 1986) Dělení sluchových vad:

### 1.4.1 Podle doby vzniku

Sluchové poruchy a vady můžeme dělit na vrozené a získané. **Získaná vada** je způsobená vlivy prostředí, které ovlivnily dítě prenatálně, natálně nebo postnatálně. Např. vlivem ototoxických látek, které matka přijímala během těhotenství (nikotin, některá antibiotika, léky proti bolesti), infekcí matky v těhotenství (zarděnky, cytomegalovirus, toxoplazmóza), hypoxie plodu, alkoholismu matky nebo traumata. U **vrozených vad a poruch** se mohou uplatnit vlivy genetické a dědičnosti. (Lejska, 1995)

### 1.4.2 Podle lokalizace

**Centrální** postižení zahrnuje defekty postihující podkorový a korový systém sluchových drah. Mezi tyto defekty mohou být zahrnuty nádory, krvácení, degenerativní a demyelinizační onemocnění, stavy po traumatech, infekcích atd. **Periferní** postižení se dále dělí na poruchy převodního typu, percepční a smíšené (Hahn, 2007; Lejska, 1995)

### 1.4.3 Podle stupně postižení

**Normální sluch** (*normacusis*) - člověk nemá komunikační potíže a při audiometrickém vyšetření sluchový práh na žádné frekvenci nepřekračuje hladinu intenzity 20 dB. Dojde-li

k překročení této hladiny, jedná se o poruchu sluchu, bez ohledu na to, zda si ji pacient uvědomuje či nikoliv. (Lejska, 1995)

**Nedoslýchavost (*hypacusis*)** – není onemocnění samo o sobě. Projevuje se zvýšeným sluchovým prahem. Nedoslýchavý člověk neslyší slabé zvuky, ale zaznamená je, až když jsou silnější anebo velmi silné. Většinou také hůře rozumí řeči, má chybnou výslovnost, přílišnou mimiku, gestikulaci. (Bargár, 1986) Tu dělíme:

**Převodní nedoslýchavost (*hypacusis conductiva*)** – Poškozeny jsou struktury vnějšího a středního ucha. Porucha je charakteristická malým rozdílem mezi apercepcí hlasité řeči a šepotem. Na audiogramu je normální práh kostního vedení a zvýšený práh vzdušného vedení. (Mrázková, 2006) Postižený hůře slyší hluboké tóny, mluví potichu. (Bargár, 1986) Odstranitelné sluchadly. (Čada et al., 1996)

**Percepční nedoslýchavost (*hypacusis sensorineuralis*)** – poškozeny jsou struktury nebo funkce vnitřního ucha a sluchových drah. Špatné zpracování informací nervovými elementy. (Čada et al., 1996) Charakteristický je velký rozdíl mezi apercepcí hlasité řeči a šepotem. Na audiogramu je souměrné zvýšení prahů kostního i vzdušného vedení. (Mrázková, 2006) Postižený hůře slyší vysoké tóny, mluví obvykle hodně hlasitě. (Bargár, 1986)

Směšaná nedoslýchavost (*hypacusis mixta*) - kombinace převodní a percepční poruchy. (Bargár, 1986)

**Hluchota (*surditas*)** - je stav sluchu, který nelze využít k slyšení ani rozumění řeči.

- tzv. praktická hluchota – člověk reaguje na velmi silné akustické podněty, bez možnosti tyto podněty podle akustické informace rozlišit.
- totální hluchota – postižený nemá žádný akustický vjem ani při vysoce intenzivní akustické stimulaci.
- psychogenní hluchota – zvláštní syndrom, jehož hlavním příznakem je scházející nebo nepravidelná, popřípadě deformovaná reakce na zvuk, přestože je celý sluchový orgán prakticky nepoškozen. (Lejska, 1994)

Poškozením sluchu je člověk ochuzován až o 60% informací z okolního světa. Nedostatek informací vyvolává **akustický depriváční syndrom**, který je závislý na stupni poruchy sluchu, době jejího vzniku a osobnosti postiženého. (Lejska, 1994)

Těžké sluchové vady způsobují poruchu mezilidské komunikace. Komunikace je těžkopádná, vyjadřování je co nejkratší, chudé a jen v konkrétních pojmech.

Porucha interpersonální komunikace vede k:

- změnám osobnosti postiženého (uzavřenost, nedůvěra, emotivní labilita)

- omezení úrovně vzdělání pro malou pojmovou zásobu, malý zájem o četbu, zkreslenou informovanost o vnějším světě
- částečné omezení povolání (věnuje se takovým profesím, kde není zapotřebí sluchové kontroly a řečové komunikace)
- vliv na rodinný a společenský život. Vytváří uzavřenou společnost lidí, kteří pracují v kolektivech slyšících, ale svůj soukromý život a volný čas tráví mezi stejně postiženými. Vznikají komunity sluchově postižených. (Lejska, 1994)

## 1.5 Příčiny a příznaky poruch sluchu

Člověk je po dlouhá léta v civilizovaných krajinách vystaven pro sluch negativním faktorů. Obecně existuje celá řada příčin, které ovlivňují náš sluchový práh:

- neznámé (idiopatické)
- poškození cév (ateroskleróza)
- postižení kosti (otoskleróza)
- hluková zátěž
- zevní a vnitřní toxické látky
- farmaka

### 1.5.1 Příčiny převodní nedoslýchavosti

Příčinami jsou různé překážky, které brání nebo ztěžují proniknutí zvukových vln z vnějšího prostředí do tekutin vnitřního ucha. Touto překážkou může být:

- uzavření vnějšího zvukovodu (ušní maz, cizí těleso);
- vrozená vývojová vada zvukovodu;
- perforace bubínku (zánětem, traumatem);
- postižení elasticity nebo celistvosti blanky bubínku;
- přerušování nebo srůsty středoušních kůstek;
- kostěné srůsty v oblasti pouzdra labyrintu;
- snížená průchodnost nebo neprůchodnost Eustachovy trubice;
- změny objemu a obsahu středoušní dutiny (např. stavy po velkých ušních operacích).

(Lejska, 1994)

### 1.5.2 Příčiny percepční nedoslýchavosti

Příčiny jsou vázány na funkci smyslového epitelu vnitřního ucha, sluchového nervu a sluchové dráhy, která spojuje periferní a centrální část sluchového analyzátoru. Patří sem:

- vrozené organické změny vnitřního ucha;

- mechanická traumata struktur kochleárních a retrokochleárních, postižení struktur vnitřního ucha intenzivním hlukem;
- působení jedů tělu vlastních (alergie, diabetes mellitus) a tělu cizích (některé léky, těžké kovy, nikotin);
- nádory;
- postižení tekutin vnitřního ucha;
- presbyakuze. (Lejska, 1994)

### 1.5.3 Příznaky poruch sluchu

Postižení sluchového aparátu může být organické nebo funkční. Ne všechny ušní choroby způsobují poruchu sluchu.

- **Zvýšení sluchového prahu** – pocit zhoršeného slyšení nebo zhoršeného rozumění. Bývá základním pocitem nemocného a prvním příznakem, který ho vede k ušnímu vyšetření. (Lejska, 1994)
- **Ušní šelesty (tinnitus)** – častý symptom svědčící o poruše sluchového aparátu. (Lejska, 1994) Projevuje se pískáním, houkáním, duněním. Šelesty bývají zvláště silné u pacientů s otosklerózou, někdy obtěžují pacienta více než nedoslýchavost. (Bargár et al., 1986) Dělí se na subjektivní a objektivní. Subjektivní slyší jenom sám postižený, zatímco objektivní šelest mohou slyšet i ostatní osoby. (Lejska, 1994)
- **Hyperacusis** – zvýšená citlivost na zvuk. Snížení hranice tolerance zvuku se objevuje u některých kochleárních poruch sluchu, neurotických pacientů nebo při obrnách lícního nervu. (Lejska, 1994)
- **Diplacisus binauralis (disharmonica, echotica)** – pacient slyší na každé ucho jiný tón nebo tón s ozvěnou. (Lejska, 1994)
- **Autophonia** – zesílené vnímání vlastní řeči. Časté u převodních vad sluchu.
- **Parakusis Willisii** – specifický symptom u převodních poruch, především u otosklerosy. Pacient lépe slyší a rozumí v mírném hluku. (Lejska, 1994)

## 1.6 Klasifikace stavu sluchu a léčba poruch sluchu

### 1.6.1 Posuzování stupně sluchové ztráty

Důvodem pro posuzování stupně sluchové ztráty je nutnost jednoznačné kategorizace poruchy sluchu. Grafické vyjádření stavu sluchu nevyhovuje, byť by bylo nejpřesnější. Existuje celá řada předpisů, které vyžadují přesné vyjádření stavu sluchu jednoduchým symbolem (jedním

číslem). Musí existovat možnost vzájemného porovnání jednotlivých výsledků mezi různými pracovišti nebo u jednotlivých pacientů v čase. (Lejska, 1994)

**Stupeň sluchové ztráty můžeme posuzovat podle různých kritérií:**

Praktičtí a závodní lékaři, kteří nemají potřebné vybavení na posuzování stupně sluchové ztráty, využívají k ověření kvality sluchu **komunikaci** nebo **sluchové zkoušky** (slyšení šepotu a hlasité řeči). Jedná se pouze o orientační vyšetření. (Lejska, 1994)

Přesnější výsledky získáme vyšetřením pomocí **tónového audiometru**. Zde hodnotíme:

- **Průběh křivky:** podle průběhu prahové křivky vzdušného vedení a velikosti ztrát v řečové frekvenční oblasti (500 – 4000 Hz), dělíme poruchy sluchu:

Tabulka 1 Rozlišení sluchových poruch (Lejska, 1994)

Normální sluch	prahové křivky do 20 dB
Lehká nedoslýchavost	ztráta mezi 20 – 40 dB
Středně těžká nedoslýchavost	ztráta mezi 40 – 60 dB
Těžká nedoslýchavost	ztráta mezi 60 – 80 dB
Velmi těžká nedoslýchavost	ztráta 80 – 90 dB
Praktická hluchota	zbytky sluchu
Totální hluchota	bez jakéhokoliv záznamu

- **Dle WHO** - výpočtem průměrné ztráty prahových hodnot vzdušného vedení pro frekvence 500, 1000, 2000 Hz.

$$HL (500 + 1000 + 2000) : 3 = \text{ztráta v dB}$$

Tabulka 2 Rozlišení sluchových poruch dle WHO (Hahn, 2007)

Normální sluch	0 – 25 dB
Lehká nedoslýchavost	26 – 40 dB
Střední nedoslýchavost	41 – 55 dB
Středně těžká nedoslýchavost	56 – 70 dB
Těžká nedoslýchavost	71 - 90 dB
Velmi těžká sluchová vada	91 B a více

- **Výpočet procenta dle Fowlera:** výpočet provádíme pomocí speciálních tabulek (viz příloha č. 5). Každé sluchové ztrátě v dB se přiřazuje příslušný počet procent. Vyjádření procenty odpovídá komunikační důležitosti příslušné frekvence. (Lejska, 1994) Tabulka je sestavena tak, aby ztráta sluchu zodpovídala významu dané frekvence ve sluchovém poli člověka. (Kabátová, 2012)

Za základ bereme ztráty sluchu odečtené z prahového audiogramu pro vzdušné vedení na frekvenci 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Procentuální hodnoty na jednom uchu se sčítají. Výpočet celkové ztráty sluchu se provede tak, že obě hodnoty pro jednotlivé uši se vzájemně odečtou, rozdíl se dělí čtyřmi a takto získaná hodnota se přičte k lépe slyšícímu uchu. (Lejska, 1994)  
 Výpočet binaurální ztráty:  $a$  - % ztráty lépe slyšícího ucha,  $b$  - % ztráty hůře slyšícího ucha

$$\frac{b - a}{4} + a$$

Pro posouzení funkce slyšení a rozumění se může využít **slovního audiometru**, kde se hodnotí schopnost rozlišení (diskriminace) slov.

### 1.6.2 Rehabilitace sluchově postižených

**Rehabilitace** je způsob následné zdravotní péče pro zařazení nemocného do denního života v co nejkratší době s minimálním postižením. Rehabilitace sluchově postižených musí mít následující části:

**Psychická rehabilitace** - jedná se o povzbuzování a motivování postiženého, a zároveň o objasnění všech souvislostí, které mají vztah k poruše sluchu. Obeznamení se základy anatomie a fyziologie sluchu, s možností léčby poruchy sluchu, s typy rehabilitačních pomůcek a s možností rehabilitace obecně.

**Technická rehabilitace** - spočívá v přidělení sluchadla sluchově postiženému, obeznámení s obsluhou a udržováním sluchadel. Správný výběr typu a provedení nastavení parametrů je nezbytnou podmínkou úspěšné sluchové kompenzace.

Reedukační rehabilitace - vede ke zlepšení komunikace postiženého. K tomu využívá následujících postupů:

- Schopnost odezírání, čtení ze rtů lze vycvičit. Kvalita odezírání bývá často rozhodující pro úroveň komunikace vůbec.
- Cvičení zbytků sluchu dovoluje sluchově postiženému rozlišovat a posléze i porovnávat různé typy zvuků. Velké potíže mají s určováním směru zdroje zvuku. Ovšem i toto je možno cvičit a trénovat.
- Sluchově postižený často slyší zvuky deformovaně nebo neúplně. Není pak záležitostí sluchu, ale spíše schopností mozku, zda dokáže z těchto nezvyklých signálů rozeznat informaci. Čím vyšší schopnost jazykové a informační kombinace, tím lepší komunikace. „Co neslyší, to si domyslí. „ (Lejska, 1994)

## 1.7 Hluk

Hluk je jakýkoliv škodlivý, rušivý nebo pro člověka nepříjemný zvuk. Z fyzikálního hlediska představuje zvuk mechanické vlnění pružného prostředí. Při posuzování hluku se nejčastěji zabýváme hlukem, který se šíří vzduchem od zdroje. Zvukové vlny se mohou šířit stavební nebo strojní konstrukcí a následně mohou být vyzářeny do pracovního prostředí. (Brhel, et al., 2005)

Výskyt vysokých úrovní hluku je spojen s trvalými následky, jako jsou poškozování zdraví (sluchové trauma), životnost staveb a na trvalé udržení stavu okolní přírody. Jako součást životních a pracovních podmínek, je nutná neustálá kontrola hladiny hluku, jak v denní tak i v noční době. Výsledků měření je pak použito pro:

- zlepšování akustických vlastností zařízení, staveb a ostatních výrobků,
- podklad pro vědecké analýzy a hodnocení míry rušivých vlivů,
- prostředek pro hledání cest ke snižování hluku,
- účinný nástroj v boji za ochranu životního prostředí. (Beran, 2010)

### 1.7.1 Druhy hluku

Hluk se dělí podle časového průběhu a frekvence na hluk impulzní a neimpulzní. **Impulzní hluk** je hluk tvořený jedním impulzem nebo sérií impulzů. Každý impulz pak musí být kratší než 0,2 sekundy a interval mezi impulzy musí být minimálně 10 ms. **Neimpulzní**

**hluk** se dále dělí na hluh ustálený, proměnný a přerušovaný. **Ustálený hluh** je hluh, u kterého se v čase hladina nemění o více jak 5 dB. **Proměnlivý hluh** hladina se naopak mění o více jak 5 dB. **Přerušovaný hluh** ve sledovaném čase vykazuje tiché a hlučné intervaly a jejich hladina se mění skokem. Dále rozlišujeme **vysokofrekvenční hluh** - zvuk v pásmu kmitočtů vyšších než 8 kHz. (Kabátová et al., 2012; Motyčková, 2005)

### 1.7.2 Stupnice a jednotky pro měření hluhu

Šíření zvuku pružným prostředím se děje prostřednictvím tlakových změn. Nejdůležitější veličinou, která charakterizuje jeho velikost je efektivní hodnota tlaku  $p_{ef}$ . Užívaná jednotka pro vyčíslení akustického tlaku je v soustavě SI Newton/metr čtvereční ( $N \cdot m^{-2}$ ), nebo Pascal (Pa).

Odezva lidského ucha na zvukové podněty není lineární, ale **logaritmická**. Za jednotku hodnocení hladiny hluhu byla zvolena hodnota 1 bel, pojmenována podle Grahama Bella, která je definovaná jako desítkový logaritmus poměru dvou hodnot. Poměru, kde v čitateli je hodnota naměřená, ve jmenovateli hodnota vztažná (referenční). Uvedená jednotka byla pro praktické využití příliš vysoká, proto byla zavedena její desetina decibel.

Pro výkon je hladina 
$$L_P = 10 \cdot \log (P/P_0)$$

Pro akustickou intenzitu 
$$L_I = 10 \cdot \log (I/I_0)$$

Definice decibelu pro akustický tlak  $L_p$  se snadno zamění s označením hladiny pro akustickým výkon  $L_P$ , proto se častěji pro hladinu tlaku používá označené SPL (Sound Pressure Level) a je:  $L_p = SPL = 20 \cdot \log (P/P_0)$ . (Beran, 2010)

**A – vážený decibel**- sluchový systém není rovnoměrně citlivý na všechny zvukové frekvence. Je třeba vzít v úvahu, že tóny o některých frekvencích jsou vnímány více než o jiných frekvencích. Pokud měříme kompletní hluh, měření frekvence je nejjednodušší postup při posuzování důležitostí jednotlivých frekvenčních složek hluhu v jedné číselné hodnotě. Nejčastěji používané je vážení filtrem A pro zjištění přibližné frekvenční odpovědi lidského sluchového systému. (Hluh a zdraví, 2001)

Z hlediska současného působení hluhu na člověka lze hluh rozlišovat podle délky působení na hluh:

- ustálený, jeho hladina se v čase nemění o více jak 5 dB,
- proměnný, hladina se v čase mění, přerušovaný, měnící se náhle,
- impulsní, který je vytvářen řadou jednotlivých impulsů. (Beran, 2010)



### 1.7.3 Měření hluku

Měření hluku se provádí v zájmu ochrany lidského zdraví a přijatelných podmínek k životu. Cílem měření je stanovit velikost zátěže, které jsou osoby v hlučném prostředí exponovány. Vlastní měření hluku se realizuje podle stanovených metod za přesně definovaných podmínek. Vždy musí být změřeny všechny veličiny stanovené v právních předpisech, dodrženy podmínky vyplývající z požadavků na hygienické hodnocení naměřených výsledků. Podmínky se liší pro typy, druhy a třídy měření. (Jiřík, 2006; Bencko, 2002)

Hluk v pracovním prostředí se posuzuje podle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. „o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“ a podle Normovaných metod.

#### 1.7.3.1 Měřicí metody a technika

K měření hluku se používají zvukoměry a zvukové expozimetry (dozimetry), jejichž důležitou součástí je snímač. Jako snímač se nejčastěji používá kondenzátorový mikrofon. Přístroje musí být kalibrovány (nastavení správných hodnot podle etanolu). K ověření správné funkčnosti zvukoměrů a kontrole kalibrace se před a po každém měření používají kalibrátory. (Jiřík 2006)

Při měření jsou používány váhové nebo oktávové filtry. Váhové filtry jsou elektronické obvody zabudované do přístroje, které modulují hluk v závislosti na frekvenci zvuků. Smyslem úpravy zvuku je skutečnost, že lidský sluchový analyzátor reaguje odlišně na různé frekvence. (ČSN ISO 9612, 2010)

**Pistonfonové kalibrátory** – kmitající píst v definovaném objemu, uzavřeného membránou mikrofonu. Používá se pro nižší kmitočty 250 Hz (zařazuje se váhový filtr A). **Tónové kalibrátory** – generátor s výstupem piezoelektrický reproduktor vyzařující do měřicí komůrky pro 1 kHz (bez filtru – pro tuto frekvenci nulový útlum). (Jiřík, 2006)

Měření hluku pro účely ochrany veřejného zdraví se provádí podle stanovených metod, kde zpravidla největším problémem je volba časových intervalů měření, které musí zajistit reprezentativní postihnutí všech důležitých expozic. Hygienickým hodnocením výsledků měření hluku se rozumí jejich interpretace, která spočívá v přezkoumání, zda byly změřeny vhodnou metodou veškeré stanovené veličiny, zda hodnoty naměřených veličin vyhovují nebo nevyhovují požadavkům uvedených v právních předpisech. Zda výsledky měření splňují předem určený účel. (Jiřík, 2006)

#### 1.7.3.2 Měřicí mikrofony

Mikrofony pro komerční využití jsou různého provedení a využívají nejrůznějších principů:

- meganoelektrický (rychlostní)

- uhlíkový (se změnou odporu vlivem dopadající tlakové vlny, prostřednictvím telefonie velice rozšířen),
- elektretový s velkou citlivostí a malými rozměry,
- kapacitní, tlakový (s lineární charakteristikou a konstantní citlivostí, pro měřicí účely nejvhodnější). (Beran, 2010)

**Konstrukce kapacitního mikrofону** – určen pro zvukoměrná zařízení a jsou na něj kladeny zvláště vysoké a přísné požadavky:

- přesně definovaná a časově stálá frekvenční charakteristika,
- konstantní citlivost ve velmi širokém frekvenčním pásmu,
- malé rozměry kvůli menší deformaci zvukového pole,
- velký dynamický rozsah, při měření malých úrovní tlaků malý tepelný šum,
- necitlivost na vnější vlivy, teplotní změny, vlhkost, vibrace, elektromagnetické pole. (Beran, 2010)

Charakteristika mikrofону vyjadřuje kvalitu provedení mikrofону a je součástí výrobcem dodávaného certifikátu. Směrová charakteristika měřicího kondenzátorového mikrofону je obvykle všesměrová (omnidirectional), tj. citlivost mikrofону je stejná na podněty přicházející z různých směrů. Nejmenší všesměrové mikrofóny (1/8" a 1/4") mají velmi dobré všesměrové charakteristiky v rozsahu slyšitelných frekvencí. (Beran, 2010)

### 1.7.3.3 Základní veličiny pro měření hluku

Hluk se vyskytuje v širokém rozsahu intenzit, a proto se jeho velikost vyjadřuje v hladinách.

**Hladina akustického tlaku** – odchylky tlaku pozorované v okolním vzduchu, vyjádřené v Pascalech (Pa). „Referenční akustický tlak“ je nejslabší zvuk, který může zdravý člověk slyšet pro 1000 Hz. Jeho hodnota je 20 mikropascalů (20 mPa). Tato hodnota byla standardizována za účelem měření zvukové hladiny. Nejvyšší tlak, který může být slyšen lidským sluchovým ústrojím bez jeho poškození, je okolo 20 Pa. Tento tlak je milionkrát vyšší než sotva slyšitelný „referenční zvukový tlak“. (Hluk a zdraví, 2001)

**Hladina akustického tlaku A** je akustický tlak vyjádřený v logaritmické relativní stupnici. Je to veličina upravená pro účely ochrany veřejného zdraví. Je frekvenčně vážena filtrem A, tento filtr napodobuje citlivost lidského ucha. Váhový filtr A je aproximací křivek stejné hlasitosti pro oblast nízkých hladin akustického tlaku a v mezinárodním měřítku je nejčastěji používán. (Kabátová et al., 2012)

Pro hodnocení hluku je zjišťována **ekvivalentní hladina akustického tlaku A**. Je to fiktivní ustálená hladina akustického tlaku A, která má stejné účinky na člověka během sledovaného

časového úseku  $T$ , jako proměnlivá hladina akustického tlaku  $A$  za stejný čas. Z toho vyplývá, že tato veličina udává střední hodnotu za časový úsek  $T$  a je udávána také v decibelech [dB]. Lze ji vypočítat podle rovnice vyjádřené vztahem:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left[ \frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1L(t)} dt$$

kde  $T$  charakterizuje dobu trvání expozice,  $p$  okamžitý akustický tlak v daném čase a  $p_0$  je základní referenční hodnota ( $2 \cdot 10^{-5}$  Pa) pro 1000 Hz pro vzduch.

Hlukovou zátěž lze také zjistit pomocí hladiny expozice zvuku. Ta se vyjadřuje vztahem.

$$L_E = 10 \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt [2]$$

kde  $T$  je doba trvání expozice,  $t_1$  a  $t_2$  je časový interval, který obsáhne hluk posuzované expozice. [(Kabátová et al., 2012; Jiřík, 2006)

#### 1.7.3.4 Strategie měření

Správná strategie měření a postup měření je dán normou ČNS ISO 9612. Volba strategie měření je velmi důležitá a musí reprezentovat celou expozici a zároveň vylučovat kolísání hladin akustického tlaku, které by významně ovlivnilo výsledek. Jednotlivé strategie měření jsou:

- Měření založené na úloze - rozdělení práce během jmenovitého dne podle úloh, jednotlivců nebo skupiny s homogenní expozicí, identifikace zdrojů a úloh s největší hlučností),
- Měření založené na profesi (vzorky expozice hluku při vykonávání profese, plán měření ustavený pro skupiny s homogenní expozicí hluku, doba měření podle počtu zaměstnanců vykonávající profesi),
- Celodenní měření (jednotlivec nebo skupiny s homogenní expozicí včetně posouzení pracovních přestávek). (ČSN ISO 9612, 2010)

#### 1.7.3.5 Měření hluku v pracovním prostředí

Určující hladina hluku z hlediska expozice v pracovním prostředí je **standardizována hladina hlukové expozice**. (Kabátová, et al. 2012) Měří se směnová (8 - mi hodinová) ekvivalentní hladina akustického tlaku. (Jiřík, 2006) Jedná se o časově váženou hodnotu a vyjadřuje expozici zaměstnance za 8 - hodinovou pracovní směnu a 40 - hodinový pracovní

týden. Při hodnocení impulzního hluku je důležitou veličinou vrcholová hladina C akustického tlaku. (Kabátová, et al. 2012)

Hladiny hluku jsou měřeny v decibelech (dB). Měření mohou být upravena nebo vážená tak, aby odrážela co nejuvěrnější hladinu hluku vnímanou lidským uchem. Takto zpracovaná měření slouží jako vážené A decibely (dB (A)). K vyjádření hladin hluku, které se měří v čase, se používá ekvivalentní hladina hluku. Její velikost odpovídá průměrné akustické energii v daném časovém úseku. Označení  $L_{Aeq,T}$  vyjadřuje ekvivalentní hladinu hluku v dB (A) během časového intervalu  $T^3$ . (Hluk ve školách, 2002)

Pro úpravu nejvyšších přípustných hodnot se zavádějí **korekce**:

- 1. Korekce na dobu expozice**  $K_T = 10 \cdot \log T_{ref} / T$  .... Kde T je doba trvání pracovní směny pokud je jiná než 8-mi hodinová ( $T_{ref}$  referenční čas 8 hodin)
- 2. Korekce na druh činnosti** (např. pro duševně náročnější práci je podle jejího druhu stanovena záporná korekce od -10 až - 45 dB)
- 3. Korekce pro hluk s výraznými tónovými složkami** (- 2 nebo - 5 dB). (Jířík, 2006)

#### 1.7.4 Limitní hodnoty expozice a akční hodnoty expozice hluku

Fyzikální parametry používané jako ukazatelé rizika

- **maximální akustický tlak (p<sub>peak</sub>)**: špičková hodnota okamžitého akustického tlaku frekvenčně váženého funkcí C;
- **denní hladina expozice hluku ( $L_{EX, 8h}$ )** dB(A) re 20  $\mu$ Pa: časem vážený průměr hladin expozice hluku během nominálního osmihodinového pracovního dne, definovaný mezinárodní normou ISO 1999:1990 bod 3.6. Zahrnuje všechny hluky, které se vyskytují při práci, včetně impulzního.
- **týdenní hladina expozice hluku ( $L_{EX, 8h}$ )**: časem vážený průměr denních hladin expozice hluku během nominálního týdne o pěti osmihodinových pracovních dnech, definovaný mezinárodní normou ISO 1999:1990 bod 3.6. (Směrnice 2003/10/ES)

#### Limitní hodnoty expozice a hodnoty expozice vyvolávající akci

Limitní hodnoty expozice a hodnoty expozice vyvolávající akci s ohledem na denní hladiny expozice hluku a maximální akustický tlak

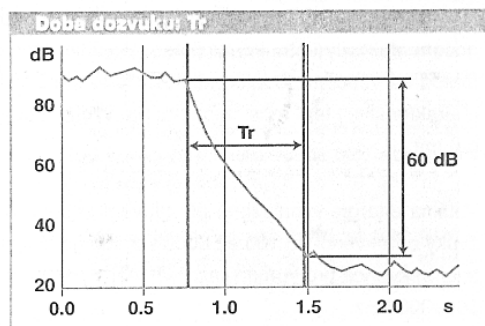
- **limitní hodnoty expozice**:  $L_{EX, 8h} = 87$  dB (A) a  $p_{peak} = 200$  Pa
- **horní hodnoty expozice vyvolávající akci**:  $L_{EX, 8h} = 85$  dB (A) a  $p_{peak} = 140$  Pa
- **expozice dolní hodnoty expozice vyvolávající akci**:  $L_{EX, 8h} = 80$  dB (A) a  $p_{peak} = 112$  Pa (Směrnice 2003/10/ES)

**Hodnota expozice vyvolávající akci** je hodnota hluku v pracovním prostředí, při jejímž překročení se musí vykonávat opatření na snížení hluku. Jedná se o hladinu hluku v prostředí, kde se pracovník nachází a vykonává svou práci. **Limitní hodnota expozice** je hodnota hluku, která nemůže být u zaměstnance překročena za žádných okolností, a to ani s používáním osobních ochranných pracovních pomůcek. (Kabátová et al., 2012)

## 1.8 Prostorová akustika

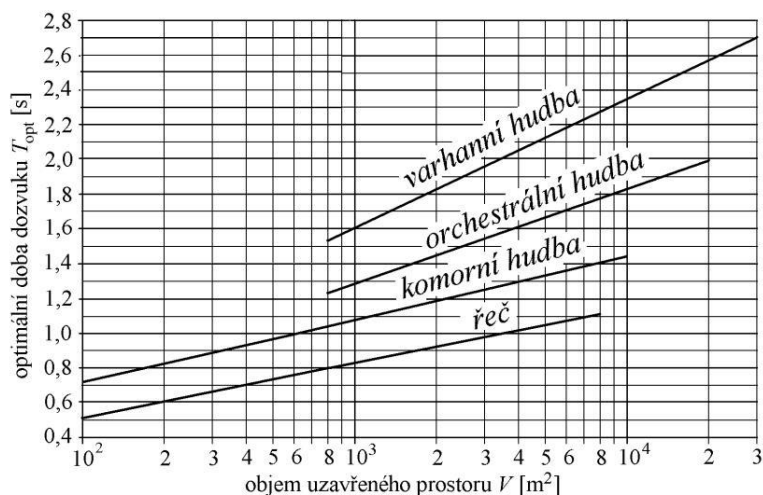
Prostorová akustika se zabývá studiem akustických jevů uvnitř částečně nebo zcela uzavřených prostorů. Záměrem není ochrana před hlukem, ale dosažení dobré slyšitelnosti a srozumitelnosti zvuku. Prostorová akustika se řeší v nově budovaných či rekonstruovaných prostorech, takzvaných auditoriích (kina, divadla, přednáškové a koncertní sály, kostely, soudní síně, školy atd.). (Kaňka, 2009)

Základním parametrem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální **doby dozvuku** odpovídajícímu danému účelu prostoru. (ČSN 73 0525; ČSN 73 0527) Doba dozvuku **T[s]**, je čas, za který poklesne hladina akustického tlaku po vypnutí zdroje zvuku o 60 dB v uzavřeném prostoru (o  $10^{-6}$  původní hodnoty). (Nováček, 2015; ČSN 73 0525)



Obrázek 5 Doba dozvuku (Hluk ve školách, 2002)

Čím je doba dozvuku delší, tím snáze lze vnímat ozvěnu, a tím hlučnější je místnost. Doba dozvuku je funkcí, která je dána objemem příslušné místnosti a kvalitou vnitřních povrchových materiálů. (Hluk ve školách, 2002)



Obrázek 6 Optimální doba dozvuku dle ČSN 730527

### 1.8.1 Měření doby dozvuku

Měření doby dozvuku se provádí dle ČSN ISO 3382-2 v 1/3 pásmech se středními kmitočty. Dle ČSN EN ISO 266 v kmitočtovém rozsahu od 125 Hz do 8 000 Hz. Budícím signálem jsou 1/3 nebo 1/1 oktávová pásma šumu, případně i širokopásmový šum. Pro měření lze použít i impulzové zdroje, které ale musí mít dostatečně široké spektrum, aby bylo možné měřit v požadovaném rozsahu kmitočtů. Hladiny budícího signálu mají být 40 dB nad hladinou akustického tlaku pozadí. (ČSN EN ISO 266; ČSN EN ISO 3382-2)

Vysílací strana měřicího zařízení se obvykle sestává ze šumového generátoru, filtrů, výkonového zesilovače a reproduktorů. Přijímací strana se skládá z měřicího všesměrového mikrofónu, filtrů se zesilovačem a vyhodnocovacího zařízení, které upraví a zobrazí doznívající signál tak, aby bylo možno určit dobu dozvuku z poklesu hladin mezi -5 dB a -35 dB vůči počáteční úrovni. Významným procesem při zpracování signálu je jeho průměrování, jehož cílem je potlačení fluktuací a získání střední hodnoty. (Nováček, 2015)

### 1.8.2 Výpočet doby dozvuku

Doba dozvuku lze spolehlivě předpovědět výpočtem. (Kolmer et al., 1980; Nováček, 2015; ČSN 730525) V průběhu praktického užívání různých výpočetních vztahů pro dobu dozvuku se ustálil tzv. **Eyringův vzorec**, jenž i doporučuje k použití norma ČSN 73 0525. Tento výpočetní model je určen především pro prostory s rovnoměrně rozloženou pohltivostí (tj. činitelé zvukové pohltivosti dvou protějších povrchů se neliší více než trojnásobně).

$$T_E = 0,163 \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha}) + 4mV} \quad [s] \quad (\text{platí pro } \bar{\alpha} < 0,8)$$

U méně tlumených prostor lze pro výpočet doby dozvuku použít tzv. **Sabineův vzorec**.

$$T_S = 0,164 \frac{V}{\sum a_i \cdot S_i + 4mV} \quad [s] \quad (\text{platí pro } \bar{\alpha} < 0,2)$$

Pro hodnoty činitele zvukové pohltivosti  $\alpha$  větší než 0,8 je vhodnější tzv. **vzorec Millingtonův**. (Kolmer et al., 1980)

$$T_M = 0,163 \frac{V}{-\sum_{i=1}^n S_i \cdot \ln(1 - \alpha_i) + 4mV} \quad [s] \quad (\text{platí pro } \bar{\alpha} > 0,8)$$

kde:

$V$  - objem místnosti v  $[m^3]$ ,

$\alpha_i$  - činitel zvukové pohltivosti dílčího materiálu (změřen podle ČSN ISO 354, nebo z hodnot zjištěných v dozvukové komoře dle ČSN 73 0525).

$S_i$  - plocha dílčího materiálu v  $[m^2]$ ,

$\bar{\alpha}$  - střední činitel zvukové pohltivosti, který se určí pomocí vztahu

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{S} \cdot \sum_i S_i \cdot \alpha_i$$

$S$  - celková vnitřní plocha v  $[m^2]$ ,

$m$  - činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu v  $[m^{-1}]$ , který je závislý především na kmitočtu a relativní vlhkosti vzduchu. V tabulce č. 3 jsou uvedeny hodnoty činitele útlumu zvuku „ $m$ “ pro oktávová pásma od oktávy 1000 Hz, neboť pro nižší pásma jsou hodnoty tohoto činitele, a tím i příspěvky  $4m \cdot V$  k celkové zvukové pohltivosti prostoru, prakticky zanedbatelné.

## 1.9 Vliv hluku na zdraví člověka

Třináctým cílem ze Strategie zdraví 21 je: do roku 2015 by měli mít lidé větší možnosti žít ve fyzicky i sociálně zdravém prostředí doma, ve škole, v zaměstnání, v místní komunitě.

Vzestup hlučnosti je v rozporu s trvalou udržitelností:

- stejně jako kumulativní nepříznivé zdravotní následky ze zátěže hlukem (obtěžování, poruchy chování, psychologické následky související se stresem, poruchy komunikace, odpočinku, relaxace a spánku);
- nepříznivé dopady na budoucí generace (narušené domácí, sociální a vzdělávací prostředí, poruchy vývoje člověka);

- sociokulturní, estetické a ekonomické dopady (sociální izolace, sešlost okolí, pokles hodnoty staveb).

Udržitelný rozvoj by měl směřovat k minimalizaci všech těchto dopadů a akustické prostředí by tak mohlo spíše podporovat než „zdraví a kvalitu života ohrožovat“. (Hluk a zdraví, 2011)

Vliv hluku na člověka je bezesporu škodlivý, rušivý, nepříjemný, a tedy i nežádoucí. Podle časového hlediska lze účinek hluku posuzovat v okamžiku působení hluku, jako ztrátu koncentrace, snížení pracovní aktivity, atd., nebo jako následky působení vyšších hladin hluku, se kterými osoba přišla do styku v minulosti. (Beran, 2010) Na rozdíl od jiných škodlivin, se působení hluku neprojevuje bezprostředně ani bolestí, ani zřetelnou poruchou sluchu. Vliv hluku na lidské zdraví je mnohdy podceňován právě proto, že působí na lidský organismus pomaleji, než řada jiných faktorů životního a pracovního prostředí (vzduch, voda). (Havránek, 1990) Působí-li hluk na člověka dlouhodobě, dochází k posunu sluchového prahu již po několika minutách. (Beran, 2010)

Sluchový vjem má nejenom negativní, ale i pozitivní účinky na lidský organismus. Negativní účinky jsou způsobené hlukem, dělíme je na **specifické** (mechanismus odpovědi závisí na vlastnostech, změnách a poruchách ve sluchovém analyzátoru) a **systémové** (ovlivnění funkcí různých systémů organismu). (Provazník et al., 2000)

Mezi pozitivní účinky sluchových vjemů řadíme především informační zisk, komunikace, vnímání estetických zážitků. Sluchový orgán funguje také jako alarmující systém před hrozícím nebezpečím. (Havránek, 1990)

### **1.9.1 Aktivace stresové reakce**

Sluch je důležitý výstražný systém. Je aktivní během spánku, a také proto nejsme vybaveni „ušními víčky“. Ačkoliv máme během spánku zavřené oči, naše uši jsou vždy otevřené a přicházející zvuky jsou v mozku rychle zpracovány. Za logický je teda třeba považovat předpoklad, že hluk, který s denní zkušeností známe jako nebezpečný, může během spánku vyvolat stresovou reakci. Velmi silný hluk (přes 90 dB (A)) může způsobit přímou stresovou reakci nezávislou na aktivitě exponované osoby. (Hluk a zdraví, 2001)

### **1.9.2 Vliv hluku na sluch - specifické účinky**

Projevují se poruchami činnosti sluchového aparátu. Zprvu se jedná z fyziologického hlediska o poruchu přechodnou (reverzibilní). Při dlouhodobém a opakovaném působení hluku vzniká porucha trvalá (ireverzibilní), kdy dochází k funkčním a morfologickým změnám smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha. (Havránek, 1990) Porucha sluchu se obvykle objevuje až po dlouhé expoziční době. (Provazník et al., 2000)



Při zatížení sluchového analyzátoru zvukem dochází ke vzniku adaptačních jevů, které se projevují snížením citlivosti sluchu. Jedná se o přizpůsobení se změně vnějších podmínek, které je typické pro všechny smyslové orgány. Podle návaznosti na působící hluk rozlišuje prestimulační a poststimulační adaptaci. **Prestimulační adaptace** trvá po dobu působení hluku a projevuje se subjektivním snížením hlasitosti. **Poststimulační adaptace** se projevuje zvýšením sluchového prahu a trvá i po odeznění sluchového podnětu, je krátkodobá. Pokud je zatížení sluchového orgánu opakované, vytvoří se sluchová únava. (Kabátová et al., 2012)

Nejvýraznější a nejtypičtější změnou v důsledku expozice hluku je poškození sluchu. Nadměrný hluk poškozuje vláskové buňky ve vnitřním uchu, což vede ke změnám slyšení. Tyto změny jsou z počátku jen dočasné (dočasný posun sluchového prahu) a po skončení hlukové expozice se sluch dokáže vrátit do původního stavu. Dočasné změny se v důsledku dlouhotrvajícího, opakovaného působení hluku anebo silných zvukových podnětů mohou stát trvalé. Dlouhodobá expozice hluku nad 80 – 90 dB vyčerpává metabolické rezervy, ve vláskových buňkách převládají katabolické procesy, nastávají katabolické změny. Výsledkem je trvalý posun sluchového prahu a poškození sluchu je nevratné. (Kabátová et al., 2012). Při dlouhodobém a opakovaném působení hluku nebo při přetížení zvukovou stimulací buňky ztrácejí svou vzrušivost a vzniká **profesionální nedoslýchavost**. (Bencko, 2002) Typická je ztráta sluchového prahu na 4 kHz. (Kabátová et al., 2012). Řadíme ji k percepčním periferním poruchám sluchu. (Provazník et al., 2000) **Akutní akustické trauma** vzniká buď výbuchem, nebo třeskem (zvuky na hladině nad 130 dB). Výbuch poškozuje bubínek, sluchové kůstky a vnitřní ucho. Způsobí dočasný posun prahových hodnot a nebo tinnitus. Škodlivost hluku na sluch je závislá na hladině intenzity zvuku, frekvenčním složení a době trvání expozice. (Bencko, 2002)

**Tinnitus (ušní šelesty)** – řada lidí se s nimi setkává poté, co byli vystaveni velmi hlasité hudbě na diskotéce nebo hudební festivalu. Normálně mizí toto zvonění (tinnitus) několik minut nebo hodin po skončení expozice. Jestliže se však expozice často opakuje a třeba i vzrůstá, délka zvonění se bude prodlužovat a může se stát dlouhodobým problémem po celý život. Zvonění v uších sestává ze zvuků vytvářených vnitřním uchem samotným, nebo se jedná o zvuk náležející proudu krve procházející přes struktury ucha. Je průvodním jevem nastupující ztráty sluchu v zaměstnání. Stalo se rizikovým pro dospívající mládež. (Hluk a zdraví, 2001)

## **Reakce sluchu na hluk:**

- **Sluchová adaptace:** rychle vznikající a mizející přizpůsobení citlivosti sluchového orgánu na sluchový podnět. První reakce obranného mechanismu. Doba odpočinku potřebná k normalizaci je v řádu sekund. Následkem je normakusie. (Lejska, 1995)

- **Sluchová únava:** jednorázové zhoršení slyšení, dostavuje se po krátkodobém vystavení silnému hluku. Nastává po překročení hranice adaptace. (Lejska, 1995) Při dlouhodobém působení hluku může dojít ke sluchové únavě již po 7 – 10 minutách. Velmi pomalu odeznívá celé hodiny i celý den. (Beran, 2010) Následkem je zvýšení sluchového prahu. (Lejska, 1995)

- **Sluchové vyčerpání:** sluchové buňky jsou značně poškozené. Doba rekonvalescence je v měsících. Následkem je dlouhodobé zvýšení sluchového prahu. (Lejska, 1995)

- **Atrofie sluchového epitelu:** trvalé a nevratné změny ve struktuře sluchového epitelu. Následkem je trvalý vzestup sluchového prahu. (Lejska, 1995)

### **1.9.3 Systémové, mimosluchové účinky hluku na organismus**

Prostřednictvím sluchu se účinky hluku můžou projevit i na jiných tkáních, orgánech či orgánových systémech. (Kabátová, 2012) Projevují se v celém rozsahu výskytu hodnot hluku, ovlivňují celou řadu funkcí a reakcí člověka a mohou se projevovat až v poruchách emocionální rovnováhy, sociálních interakcí, také v podobě nemocí, u nichž působení hluku může nepříznivě působit na jejich průběh. (Krahulec, 1985, Prokešová, 1997)

Hluk již při nízkých hladinách vyvolává stres. Podráždění sluchového centra aktivuje limbický systém a centra pro autonomní nervový systém. Projevem bývá zvýšení tepové frekvence, zvýšení krevního tlaku a svalového napětí. V návaznosti na vlivy hluku se vyvíjí podráždění, porucha koncentrace, nervozita vedoucí ke snížení duševní výkonnosti. Vážné sociální komunikace, což vede k sociální izolaci. Uvolňují se agresivní rysy povahy osobnosti, nekoncentrovanost může vést k pracovnímu úrazu. (Kabátová et al., 2012)

- **Vliv hluku na vegetativní systém a srdečně - cévní systém:** dva vlivy. Působení hluku bez emocionálního ovlivňování (hodnoty 70 – 90 dB) – sledujeme změny krevního tlaku, prokrvení kůže, tepové frekvence. Na druhé straně se setkáváme s působením zprostředkovaným. Jedná se o poplachovou reakci s obecným budivým účinkem. Nejúčinněji působí náhlý a nečekáný hluk, při kterém nalézáme typickou stresovou reakci. (Bencko, 2002) Dojde k vyplavení katecholaminů, což má přímý vliv na stres. Vegetativní systém není schopen adaptace, stále vyvolává obranou reakci, kterou se připravuje na obranou rychlou odpověď. Stálým opakováním a prodlužováním těchto reakcí se organismus vyčerpává.

Dochází k funkčním poruchám, nakonec i k patologickým změnám. (Krahulec, 1985)  
Dlouhodobá expozice hluku u citlivých jedinců vede k rozvoji hypertenze a ischemické choroby srdeční. (Havránek, 1990)

- **Vliv hluku na metabolismus:** výsledkem působení již nízkých hladin hluku dochází k vzestupu hladiny krevního cukru a hladiny inzulínu, zejména u pacientů s koronárními a metabolickými potížemi. (Provazník et al., 2000) Dochází i k vzestupu celkových lipidů, volných mastných kyselin a lipoproteinů. Vlivem hluku je mobilizován intracelulární hořčík a je vyplavován do krevního séra. Vyplavuje se především ze svalů, myokardu, erytrocytů a je zvýšeně vylučován ledvinami. Při nedostatečném přívodu Mg potravou dochází k chronickému stresu. (Havránek, 1990)

- **Vliv hluku na vnitřní sekreci:** stresový účinek hluku může mít vliv na zvýšenou sekreci hormonů nadledvinek - katecholaminů. Hladiny hluku, které působí čistě fyzikálně, a které nejsou vyšší než hladiny poškozující vnitřní ucho, nejsou u zdravých, normálně citlivých osob doprovázeny vzestupem sekrece katecholaminů. Pozitivní výsledky jsou důsledkem kombinovaného zatěžování (hluk + jiná zátěž). (Havránek, 1990)

- **Vliv hluku na spánek:** prokazatelně se projevuje obtížemi při usínání, probouzením během noci, alterací délky a hloubky spánku, zejména redukcí REM fáze. Dochází ke zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, arytmiím, vasokonstrikci, změnám dýchání. (Provazník et al., 2000) Efekt narušeného spánku se projevuje i následující den, především rozmrzelostí, zhoršenou náladou, sníženým výkonem, bolestmi hlavy. Objektivně je prokázáno zvýšené užívání sedativ a léků na spaní. Senzitivní skupinou jsou starší lidé, pracující na směny, lidé s funkční a mentální poruchou, osoby s potížemi se spaním. (Krahulec, 1985) Poruchy spánku jsou velmi rozšířené, mají různý původ a mohou způsobovat zdravotní problémy. Poruchy spánku ovlivňují výkonnost v zaměstnání; psychickou pohodu; učení, zvláště ve škole; imunitní systém; sociální komunikaci; schopnost řídit motorové vozidlo. Chronické poruchy spánku zvyšují riziko psychosomatických onemocnění; neurózy; strachu; agresivity. (Hluk a zdraví, 2001)

- **Vliv hluku na výkonnost:** výkonnost je hlukem ovlivňována v pozitivním i negativním smyslu. Pozitivní vliv má hluk na výkon v monotónních a jednoduchých činnostech, kde zvětšení budivého účinku je žádoucí např. použitím vhodně zvolené hudby. Hluk může zvýšit pracovní tempo u monotónní práce, na druhé straně, ale bývá rušivý při pracích vyžadující značnou míru soustředění, rozptyluje při učení a bývá překážkou při duševní práci. (Krahulec, 1985)

- **Vliv hluku na soustředění:** hluk ztěžuje učení, hlavně ve škole, kde je požadováno soustředění. Pokles chápavosti může být způsoben vnitřním i vnějším hlukem doplněným o akustickou charakteristiku třídy nebo neukázněnými dětmi ve třídě. Srozumitelnost hovoru je důležitá především pro děti, které se učí jazyky. (Hluk a zdraví, 2001)

- **Vliv hluku na duševní onemocnění:** nejedná se o primární příčinu, může se podílet na zhoršení symptomů nebo urychlit rozvoj latentních duševních chorob. (Provazník et al., 2000)

- **Obtěžování hlukem:** jedná se o globální fenomén. (Hluk a zdraví, 2001) Nejobecnější reakce na hlukovou zátěž. Závisí na fyzikálních vlastnostech zvuku a také na osobnostních charakteristikách příjemce. V populaci je cca 10% velmi senzitivních a naopak 10% značně tolerantních. Pro zbylých 80% platí, že se zvyšující se hlučností roste adekvátně i kvantita odpovědi (rozmrzelost, obtěžování). Svou roli zde hrají i neakustické vlivy, např. sociální, ekonomické, psychologické faktory povahy. (Havránek, 1990) Kromě obtěžování mohou lidé z expozice hluku pociťovat celou řadu negativních pocitů (vztek, rozladění, pocit neuspokojení, otažitost, bezradnost, deprese, úzkost, pokles pozornosti, nervozita nebo vyčerpání). (Hluk a zdraví, 2001)

- **Vliv hluku na celkovou nemocnost:** zvýšení celkové nemocnosti bylo prokázáno v řadě epidemiologických studií u souborů obyvatel, exponovaných neprofesionálně vysokých hladinám hluku. Jedná se především o poruchy krevního tlaku, ICHS, některá onemocnění zažívacího traktu, zánětlivá onemocnění, nižší odolnost vůči infekci. (Havránek, 1990)

Tabulka 3 Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže přes den (Vandasová, 2014)

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

Tabulka 4 Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže přes noc (Vandasová, 2014)

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

### 1.9.4 Rušení hlasové komunikace

Hluk má tendenci narušovat sluchovou komunikaci, při které je řeč nejdůležitějším signálem. (Hluk a zdraví, 2001) Srozumitelnost mluveného slova závisí na hlasitosti řeči a výslovnosti řečníka, charakteru rušivého hluku, typu budovy/místnosti, kde se přednáší. Z dalších faktorů, které mohou ovlivnit srozumitelnost řeči, jsou dobrý sluch a pozornost posluchače, a vzdálenost od řečníka. Pro dobrou srozumitelnost vět musí být rozdíl mezi hladinou zvuku řeči a rušivým hlukem nejméně 18 dB(A). Pro srozumitelnost komplexnějšího projevu (přednášky v cizím jazyce, telefonní konverzace) je potřeba, aby rozdíl byl 15 dB(A). (Hluk ve školách, 2002)

Rušení hlasového porozumění může vyústit ve velké množství osobních problémů, poškození a změn v chování; např. problémy s koncentrací, únavu, nejistotu a ztrátu sebedůvěry, podrážděnost, nepochopení neslyšícího, sníženou pracovní výkonnost, problémy v mezilidských vztazích. (Hluk a zdraví, 2001)

Mluvená řeč je ve volné komunikaci 100% srozumitelná při hladině hlukového pozadí okolo 35 dB a může být ještě dobře pochopitelná při hladině 50 – 55 dB (A) - hladina blízká průměrnému ženskému hlasu. Řeč mluvená vyšším hlasem je méně srozumitelná. (Hluk a zdraví, 2001)

### 1.10 Profesionální riziko expozice hluku

V současné době nás hluk provází po celý život. Nutno rozlišovat hluk v pracovním prostředí a environmentální. Oba mohou způsobovat poškození sluchu, ale hluk v pracovním prostředí se považuje za riziko, které je třeba klasifikovat. Kromě známých a předpokládaných oblastí průmyslové výroby (strojírenství, dřevozpracující průmysl, doprava, zemědělství, stavebnictví, hornictví, apod.) se hluk vyskytuje i tam, kde bychom ho jako profesionální problém asi ani nehledali. Např. při hraní symfonického orchestru se naměřily hluk kolem 100

dB, ve školní tělocvičně může být učitel i žák exponován dokonce až 115 dB. V průběhu rockového koncertu, nebo na diskotéce hladiny hluku dosahují 110 – 115 dB. Stále se objevují nové profese s profesionální expozicí hluku, které často rozšiřují zástupy čekatelů na možné poškození zdraví z nadměrného hluku (pracovníci call center). (Kabátová, 2012)

Hlučná pracoviště se dělí do čtyř kategorií. Starší klasifikace rozlišovala hlučné pracoviště podle průměrné celosměnové hladiny hluku  $L_{Aeq,8h}$  a podle maximální hladiny hluku v průběhu směny  $L_{Asmax}$ .

1. V průběhu celé směny se nepřekročí hodnoty hluku o 15 dB níže, než jsou nejvyšší přípustné hodnoty pro daný druh hluku
2. Průměrné hodnoty hluku nepřekračují dokazatelně nejvyšší přípustné hodnoty.  $L_{Asmax}$  nepřekročí 115 dB.
3.  $L_{Aeq, 8h}$  překračuje nejvyšší přípustní hodnoty o méně než 10 dB.  $L_{Asmax}$  nepřekročí 125 dB.
4. Pracovní hluk převyšuje hodnoty stanovené pro kategorii 3.

Za rizikové se považovaly pracoviště třetí a čtvrté kategorie. Na těchto pracovištích vznikají poruchy sluchu způsobené hlukem, a proto se přijímají opatření na zamezení škodlivého vlivu hluku. Méně hlučné pracoviště s hlukem vyskytujícím se někdy pravidelně, někdy nepravidelně v průběhu pracovní směny se obvykle zařazují do kategorie 2. I na těchto pracovištích může vzniknout porucha sluchu způsobená hlukem u vnímavého jedince. Proto se zavedla přesnější klasifikace hlučných pracovišť, podle které se bere v úvahu i týdenní průměr denních hodnot normalizované hladiny hlukové expozice za 40 - hodinový pracovní týden. Rozdělují se na 4 kategorie:

**První kategorie:** práce se vykonává v podmínkách, při kterých nedošlo k překročení hodnot, které platí pro druhou skupinu (práci při stálém anebo průměrném hluku, při ustáleném hluku s prokazatelným podílem impulzního hluku  $L_{Aeq, 8h}$  méně než 75 dB).

**Druhá kategorie:** práce, při které se nepřekročí horní akční hodnota expozice hluku, ale normalizovaná hladina expozice hluku  $L_{AEX, 8h}$  je vyšší než 75 dB anebo vrcholová hladina C akustického tlaku  $L_{CPk}$  je vyšší než 130 dB.

**Druhá kategorie 2R:** Práce, při kterých je nerovnoměrný pracovní čas, anebo při kterých se expozice v průběhu týdne mění. Týdenní průměr denních hodnot normalizované hladiny hlukové expozice za 40 – hodinový týden překračuje 75 dB, ale nepřekračuje horní akční hodnotu expozice.

**Třetí kategorie:** a) Práce, při které se překročí horní akční hodnoty expozice hluku, ale překročení normalizované hladiny expozice hluku  $L_{AEX, 8h}$  je menší než 10 dB, anebo překročení vrcholové hladiny C akustického tlaku  $L_{CPK}$  je menší než 3 dB.

b) Práce, při kterých je nerovnoměrný pracovní čas, anebo při kterých se expozice v průběhu týdne mění a týdenní průměr denních hodnot normalizované hladiny hlukové expozice za 40 – hodinový týden překračuje horní akční hodnotu expozice.

**Čtvrtá kategorie:** a) Práce, při které se překročí horní akční hodnoty expozice hluku a normalizované hladiny expozice hluku  $L_{Aeq, 8h}$  se překročí víc jak o 10 dB, anebo se vrcholová hladina C akustického tlaku  $L_{CPK}$  je o 3 dB a více.

b) Práce, při kterých normalizována hladina expozice hluku, anebo vrcholová hladina C akustického tlaku odpovídají kritériím třetí kategorie, ale zároveň se u zaměstnanců zjistí změny sluchu související s expozicí hluku.

Hlučné pracoviště se mezi rizikové může zařadit tehdy, když je překročená horní akční hodnota expozice hluku 85 dB ( $L_{AEX, 8h}$  je vyšší než 85 dB). (Kabátová, 2012)

Tabulka 5 výpočet hluku a infrazvuku na pracovišti (Kabátová, 2012)

Druh činnosti	Nároky	Korekce (dB)
Práce koncepční s převahou tvořivého myšlení		- 40
Duševní práce velmi náročná a zodpovědná	mimořádné	- 35
	běžné	- 30
Duševní práce vyžadující značnou pozornost a soustředění	mimořádné	- 25
	běžné	- 20
Duševní práce rutinní povahy s trvalou kontrolou sluchem	mimořádné	- 15
	běžné	- 10
Fyzická práce náročná na přesnost a soustředění		- 5
Fyzická práce bez nároků na soustředění		0
Fyzická práce bez zvláštních nároků na smyslovou činnost		+ 5

### 1.10.1 Hypacusis peceptiva bilateralis profesionalis

Profesionální porucha sluchu znamená poškození sluchového orgánu nadměrným hlukem. Patologicko - anatomickým substrátem je poškození vláskových buněk v Cortiho orgánu a tomu odpovídající poškození nervových buněk v ganglion spirale cochleae. Při vyšetřování

prahu sluchu se nejčastěji zjistí symetrické percepční porucha bazokochleárního typu, která přesahuje povolenou ztrátu sluchu podle Fowlera s přihlédnutím na věk a dobu expozice. Na stanovení diagnózy je potřebné dokázat posloupnost vývoje poruchy sluchu a příčinnou souvislost s prací v hlučném prostředí. (Kabátová, 2012)

Od roku 1991 se profesionální porucha sluchu posuzuje podle těchto kritérií:

- Zaměstnanci nad 50 let se ztrátou sluchu nad 50 % a více
- Zaměstnanci do 30 let se ztrátou sluchu 40 % a více
- Zaměstnanci nad 30 let – hranice 40 % se plynule zvyšuje o 1 % za každé dva roky věku
- Ve výjimečných případech při nepříznivém vývoji sluchových ztrát je možno s přihlédnutím na věk a po objektivním důkaze poruchy sluchu hlásit nemoc z povolání i při nižších ztrátách sluchu (30 % dle Fowlera)
- Při kombinované poruše sluchu a multifaktoriální etiologii musí být alespoň 40 % ztráta sluchu způsobená hlukem. (Kabátová, 2012)

Problémy pacientů s poruchou sluchu ve smyslu ztíženého získávání akustických informací, těžkosti při interindividuální komunikaci a při sledování kulturního dění začínají při 40 % ztrátě sluchu dle Fowlera. Při překročení 45 % ztráty už na pacienta plně doléhají všechny následky sluchové poruchy. (Kasl, 1979)

Dynamika vývoje sluchových ztrát znamená průměrnou změnu celkové sluchové ztráty v průběhu jednoho roka. Vyjadřuje se v procentech. Dlouhodobá dynamika se počítá od začátku expozice v hluku. Krátkodobá dynamika se počítá při náhlé změně vnímavosti a dělá se tehdy, když je podezření z překročení limitu (když je ztráta za poslední rok větší než 1 %). (Kasl, 1979)

### 1.11 Rizikové faktory ve školství

**Učitel** neboli **pedagog** je jedním ze základních činitelů výchovně – vzdělávacího procesu. Je to osoba, která napomáhá procesu vzdělávání. Kvalitní učitel předává své vědomosti, motivuje žáky k získávání znalostí z jiných zdrojů a pomáhá rozvíjet morální hodnoty žáků. Učitel by se měl neustále **sebevzdělávat**, neboť stejně jako jde vpřed doba, mění se i pohled na svět a přibývají nové znalosti. Postava učitele byla a je ztělesněním vzdělání a kultivace. (Prokešová, 1997)



Akustická pohoda je důležitou součástí celkové pohody prostředí ve škole a ve třídách. Zdravé zvukové prostředí ve škole má stimulující účinky na výkon žáků a učitelů. Podílí se na pocitu bezpečného sociálního klimatu. Vlivem kontaminace hlukem může dojít ke ztrátě zvukové pohody. (Hluk ve školách, 2002)

Zdraví pedagoga je ovlivněno celou řadou negativních faktorů. (Prokešová, 1997)

### **1.11.1 Hluk ve školách**

Největší zátěž na pracovišti je pro učitele hluk. (Schreiber, 2003) Učitelé patří do skupiny dlouhodobě exponované různým hladinám hluku z různých zdrojů, což se samozřejmě negativně odráží na jejich zdravotním stavu a na kvalitě jejich profesního života a života vůbec. (Hluk ve školách, 2002)

Mateřské školy, s programem plným her a smíchu střídajícím se s chvílemi odpočinku, nabízejí nejen nejmenším dětem vhodné podmínky pro vytváření jejich prvních společenských vazeb. První a druhý stupeň základního vzdělání zavádějí formální učební hodiny s cílem probudit v dětech touhu po vzdělávání. (Hluk ve školách, 2002).

Výuka ve školách je založena především na komunikaci. Většina energie vynaložená při mluvení připadá na zvuky o frekvenci od 100 Hz až 6 kHz, ale nejdůležitější frekvence pro komunikaci leží v pásmu 300 – 3000 Hz. Hluk emitovaný současně s mluveným slovem má maskovací efekt a činí řeč nesrozumitelnou. Čím vyšší je hladina tohoto hluku a čím více se jeho frekvence blíží frekvenci mluveného slova, tím je řeč pro posluchače nesrozumitelnější. Rušivý efekt hluku interferujícího s mluveným slovem představuje problém zejména pro osoby s poruchami sluchu. Ještě horší situace nastane, když rušivým hlukem je konverzace. Proto učitelé dbají, aby byl při výuce klid. (Hluk ve školách, 2002)

Při výstavbě a uvádění do chodu jakýchkoliv pedagogických zařízení je kladen důraz nejenom na vhodné prostory s příslušnou dispozicí a rozlohou, ale i jasně definované požadavky na akustiku a odhlučnění. (Hluk ve školách, 2002).

Ve školství jsou zdrojem hluku většinou zvukové projevy žáků, významnou úlohu ovšem hraje i hluk z vnějšího prostředí. Jedná se např. o hluk z dopravy (automobilové, železniční, letecké), dětská hřiště atd. (Noise in school, 2005)

Se vzrůstajícím věkem zatížení hlukem vzrůstá. Při působení hluku nad 75 dB zesilují tělesné i duševní stresové reakce, např. zvýšení tlaku krve, vyplavení stresových hormonů a změna mozkových potenciálů. Jedná se o zvýšené nebezpečí pro zdraví, jelikož ve školních třídách nalézáme působení hluku v této úrovni a pokud se stane kontinuální zátěží, lze očekávat trvalé zdravotní problémy. (Schreiber, 2003)

Působení nadměrného hluku se projevuje různými způsoby a v různých oblastech. Všeobecně dochází k maskování řeči, hudby anebo jiných akustických signálů; vyvolává orientační reakci; způsobuje sluchovou únavu a poškozuje vnitřní ucho. Z medicínského hlediska rozlišuje specifické účinky na sluchový orgán a účinky na organismu člověka (mimosluchové účinky). (Kabátová et al., 2012).

#### **1.11.1.1 Efekt hluku ve školách**

**Vliv hluku na děti** – vysoké hladiny hluku doma i ve škole mohou mít nepříznivý vliv na kvalitu komunikace dětí a vést k potížím při psaní nebo mluvení, k pomalejšímu rozvoji vyjadřovacích schopností, schopnosti číst a k omezení používané slovní zásoby. Stres vyvolaný hlukem může být také příčinou stresových reakcí, včetně vzestupu hladiny stresových hormonů v krvi a vzestupu tlaku krve. Poruchy srozumitelnosti mluveného slova mohou mít vážné dopady na vzdělávání a intelektuální vývoj mladých lidí. Hluk proto může mít neblahý vliv na vývoj řeči a osvojení si dovednosti číst, a to jak v raném dětském věku (1-6 let), tak i ve věku, kdy navštěvuje základní školu (5-12 let); obě období jsou velmi důležitá pro rozvoj intelektuálních schopností dítěte. Hlavním efektem hluku je, že informace sdělována učitelem ztrácí pro svoji degradaci hlukem smysl. Bylo prokázáno, že v hlučném prostředí děti nerozumí určitým souhláskám nebo si je pletou. Hluk také může vést ke změnám chování dítěte, které se mohou projevovat zvýšenou agresivitou, podrážděností nebo psychomotorickými poruchami. (Hluk ve školách, 2002)

**Účinek na učitele** – hluk během výuky nutí pedagogy zvyšovat hlas, což vede ke snížení pracovní pohody a zvýšenou hlasovou únavu. Hlasová únava je zaznamenávána již při relativně nízkých hladinách externího hluku ( $L_{10}$  při 60 dB (A)). V bezhlučném prostředí dosahuje hladina řeči v průměru 50 – 60 dB (A). Učitel musí často mluvit hlasitěji než při běžné konverzaci, aby byl jeho hlas ve třídě zřetelný. Jeho hlasové ústrojí je nuceno dosahovat hladiny alespoň 60 – 80 dB (A). (Hluk ve školách, 2002)

#### **1.11.1.2 Zdroje hluku ve škole**

Hluk, který se může vyskytovat ve školách, vzniká z kombinovaných zdrojů, které jsou velmi nesourodé. (Hluk ve školách, 2002)

##### **Vnější zdroje hluku**

- Dopravní provoz u školní budovy, blízkost letiště, stavební práce
- Školní hřiště (polohou vnější, obsahem z oblasti lidské činnosti)

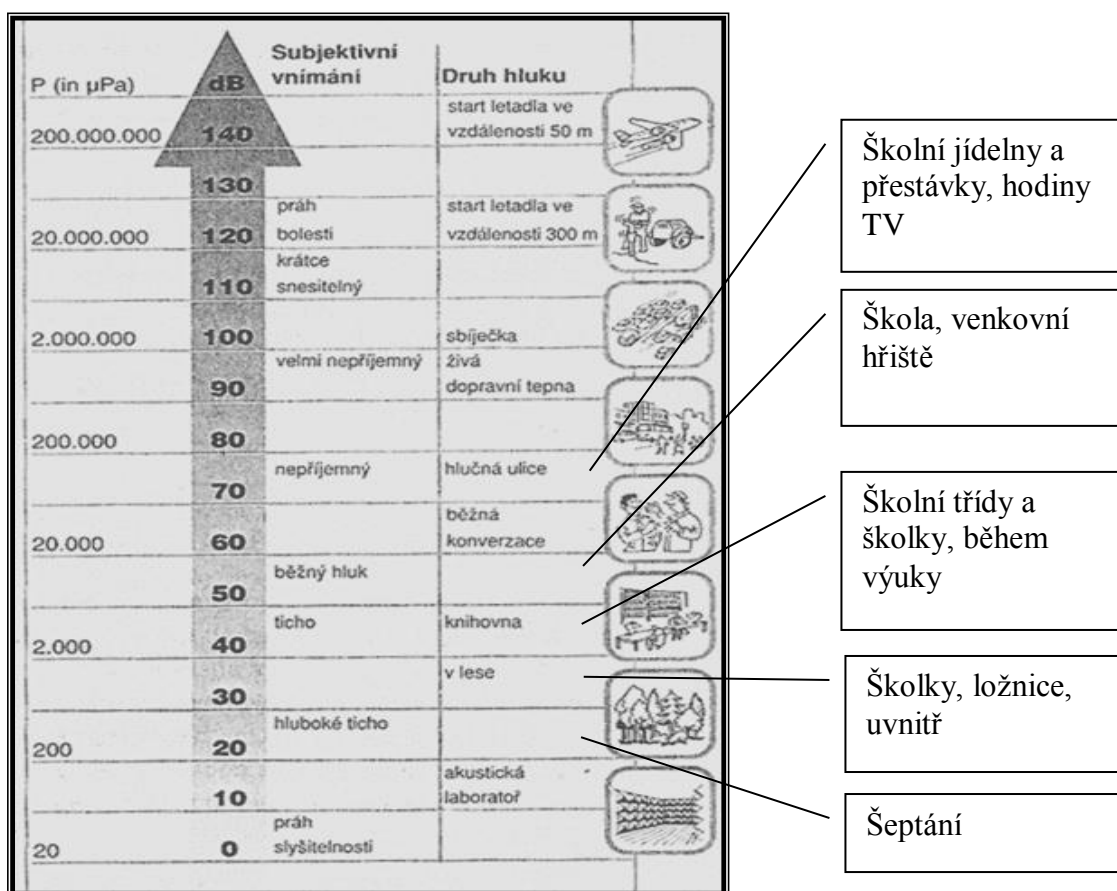
##### **Vnitřní zdroje hluku**

- Chod technických zařízení: lednice, topení, ventilací, výtahů (Hluk ve školách, 2002)

- Počítače, tiskárny, kopírovací stroje
- Stavební údržba, renovace, úklid (Noise in school, 2009)

### Lidské činnosti

- Manipulací lidí s předměty (pomůckami, herním nářadím, nábytkem, židlemi)
- Lokomoce: kroky, skoky, údery
- Sportovní a tělocvičná činnost (tělocvična, školní hřiště)
- Ústní komunikace, hlasová činnost, dramatická výchova, zpěv (Hluk ve školách, 2002; Noise in school, 2009)



Obrázek 7 Stupnice hladiny zvuku (Hluk a zdraví, 2001)

Hluk pocházející z **dopravy a stavebních prací**, stejně jako **hluk z chodu strojů (topení, větrání, lednice)** umístěných uvnitř budovy školy vyžaduje pozornost hned v prvním pořadí. Ochrana před tímto hlukem je dána vládním nařízením č.272/2011, k jehož plnění lze uplatnit technickou normu ČNT 73 0532 akustika. Dodržení norem pro hluk je sledováno hygienickou službou při schvalování staveb nových školních budov a stavebních úpravách budov stávajících. Narušuje-li pohodu a poškozuje-li zdraví, musí být jeho hlučnost snížena či odstraněna. (Randorf, 1988)

Významným zdrojem hluku ve školství je **komunikace a činnost lidí**, což jsou zdroje, jichž je škola plná. Na jedné straně je komunikace a lidská činnost v přímé souvislosti s hlavní poslání školy (vzděláváním). Na druhé straně se jedná o hluk nežádoucí a rušivý. Jedná se o zvuky, které přesahují přijatelnou hladinu hluku (u běžné konverzace se uvádí hladina hluku 45 – 50 dB). (Hluk ve školách, 2002)

Dalším zdrojem rušivého hluku jsou **spontánní projevy žáků**, jako je křik až řev, dupot a další hluk z jejich pohybu. Obě tato rizika hlukové kontaminace vznikají v důsledku nevhodného architektonického řešení budovy a některých jejích prostor, chodeb, místností, případně i vnitřního stavebního vybavení budovy (materiály použité na stěny, podlahy, okna, dveře). Podílí se na něm i nevhodné řešení interiérů, výběr nábytků a nedostatek dekorací. (Hluk ve školách, 2002)

V současnosti se věnuje velká pozornost vytváření podmínek pro **akustickou pohodu** v nových stavbách školních budov a úpravám stávajících. (Hluk ve školách, 2002)

**Tabulka 6:** Doporučené hodnoty pro veřejný hluk dle směrnice WHO (Hluk a zdraví 2001; Provazník et al., 2000)

<i>Specifické prostředí</i>	<i>Kritický zdravotní důsledek</i>	<i>L<sub>Aeq</sub></i>	<i>Základní čas</i>
<b>Školní třídy školky</b>	- srozumitelnost řeči - poruchy při získávání informací - poruchy při sdělování - znesnadnění komunikace	35 dB	během školní hodiny
<b>Školky – ložnice</b>	- poruchy spánku	30 dB	čas spánku
<b>Škola – venkovní hřiště</b>	- obtěžování	55 dB	během hry

### 1.11.1.3 Stavební řešení prostorů školy, vedoucí ke snižování hluku:

- **V učebnách** – snadné rozumění artikulaci řečového projevu učitele i žáka bez mikrofonu z kteréhokoliv místa. V místnosti nesmí vznikat **ozvěna** ani útlum **zvuku** (špatná slyšitelnost řeči a tím ztížené zachycení obsahu). Důsledkem je v obou případech zvýšené úsilí učitele i žáků o překonání akustického nedostatku prostředí. (Hluk ve školách, 2002) U nových staveb by stavební konstrukce a povrchová úprava učeben měly odpovídat kritériím zvukové kvality. U stávajících škol se vylepšují akustické podmínky jednoduchou svépomocí. Učebna nesmí být strohá, musí být členitá, proto se po stěnách rozmisťují překážky (police s knihami a časopisy, výzdoba z lehkých materiálů). Učebna má být co nejrozmanitější. (Randorf, 1988)

- **Chodby** – jsou dalším zdrojem hluku, který bývá slyšet zejména při hromadných přestávkách. Přestávka je protiváhou pracovní činnosti, příležitost k relaxaci, volnému pohybu a neformální komunikaci mezi žáky. Těmito aktivitami je produkován nadměrný hluk, který snižuje odpočinkový a společenský význam přestávek. (Hluk ve školách, 2002) Doporučuje se na chodbách vybudování koutků s různými zájmovými aktivitami. (Randorf, 1988)

- **Školní jídelny** - vyžadují zvláštní péči o akustické podmínky. Jsou velké, v době oběda se v nich vystřídá většina žáků školy. Materiály podlahových krytin a nábytku, které jsou voleny v souladu s požadavky na snadné dodržování hygieny, akustické podmínky ještě zhoršují. Zvuky se tříští, nábytek a nádoby dělají hluk, komunikace je nesrozumitelná, je třeba přidat na síle hlasu. Tato situace je způsobená dlouhou dobou dozvuku. (Hluk ve školách, 2002)

Legislativa ve třídách a tělocvičnách nařizuje **akustickou úpravu** – zatlumení na předepsanou dobu dozvuku 0,6 sekund. Dodržením této podmínky by byli učitelé i žáci chráněni od nervozity způsobené hlukem. Jsou zde naměřeny okamžité hlukové hladiny téměř jako na živé ulici (60 – 70 dB). (Hluk ve školách, 2002; Randorf, 1988)

### 1.11.2 Psychická zátěž

Pracovní procesy stále ve větší míře působí na psychiku člověka. Složité přístroje a moderní technologie, práce s počítači, požadavky na umění komunikace, vysoká odpovědnost, nároky na řízení – to vše zvyšuje nároky na duševní činnost a ovlivňuje celkové zdraví člověka. (Brhel et al., 2005) Psychická zátěž se sčítá s negativními účinky hluku.

V současnosti žijeme v uspěchané době, den má příliš málo hodin, na to aby člověk zvládal všechny své povinnosti či úkoly. Lidská psychika se mění s vývojem společnosti. Vzrůstá agresivita, otupělost k negativním vlivům, bezohlednost, stres. Učitel si musí poradit nejen se vzrůstající agresivitou dětí, ale i s dalšími úkoly a povinnostmi, jež se vztahují k učitelské profesi. Děti přestávají uznávat učitele jako autoritu a rodiče je v tom často podporují. Není proto divu, že je povolání učitele řazeno k velmi náročným a vyčerpávajícím profesím. (Hluk ve školách, 2002)

Učitelská profese klade na pedagogy značné nároky a požadavky, které často dosahují úrovně **stresu**. Týká se to jak schopnosti učitele, tak časové flexibility, neboť učitel není učitelem jenom ve škole, ale i doma a kdekoli jinde. Učiteli nekončí pracovní doba s posledním zvoněním, ale i doma se musí připravovat a dále vzdělávat. (Hluk ve školách, 2002)

Za hlavní zdroje stresu související s výkonem učitelské profese jsou považovány:

- žáci se špatnými postoji k práci, vyrušující a agresivní

- rychlé změny vzdělávacích projektů a organizace školy
- špatné pracovní podmínky, včetně osobních vyhlídek na zlepšení finančního hodnocení v práci
- časový tlak s časově limitovanými úkoly
- konflikty s kolegy
- stížnosti na nízkou společenskou prestiž profese (Žídková et al, 2004)

Stres vzniká z průběžných nepředvídatelných situací v chování dětí, rodičů a nadřízených pracovníků. Jedná se o neočekávané situace, neklid, hluk, zvýšenou zodpovědnost, problémy s udržením pravidel pro všechny. Schopnost organizačně zvládnout skupinu dětí při různých činnostech. Opakované silně a dlouhodobé stresy mohou způsobovat častou nemocnost a vytvářet dispozice pro chronické nemoci. (Slavík et al., 2012)

**Stresory** jsou události, které vyvolávají stres s následnou stresovou reakcí. Příklady stresorů v pedagogické práci:

- **Senzorická zátěž** – lze ji charakterizovat jako náročnost na plně až vyostřené vědomí a dobrou kvalitu zraku a sluchu. Nedostatky v těchto oblastech výrazně ovlivňují úspěšnost pedagogické profese.
- **Psychická zátěž** – požadavky na zpracování informací, které souvisí s pozorností, pamětí, představivostí, myšlením a rozhodováním.
- **Emocionální zátěž** – tvoří nejpodstatnější část učitelského stresu. Jedná se o emocionální vztahy mezi pedagogem a studenty, které jsou ovlivněny vlastnostmi osobnosti jak pedagoga, tak i studentů. Rovněž se jedná o emocionální vztahy mezi samotnými pedagogy navzájem a mezi pedagogy a vedením školy. (Slavík, et al., 2012)

Učitelé sami nepovažují svou pracovní činnost – výuku - za nadměrně zatěžující, ale stresují je vnější okolnosti jejich činnosti, které souvisejí s nespecifickým stresem na pracovišti. Zařazení do kategorie druhé z hlediska psychické zátěže odpovídá současným poznatkům o úrovni psychosociálního stresu v činnosti učitelů. (Žídková et al, 2004)

### 1.11.3 Klima třídy a klima školy

Téměř vše důležité během školního dne je utvářeno ve školní třídě a školním klimatu. Školní klima je pro žáka nejzásadnější. Školní klima je dáno především vztahy s dalšími dětmi, prostředím školy, akcemi realizovanými školou a přestávkami. Intervenují do něj i jednotliví učitelé s rozdílnými charakteristikami výuky. Třídní klima je dáno především vztahy se spolužáky a prostředím třídy. Pedagogové jsou ovlivněni třídou, ve které učí, a sami jí

ovlivňují. Základem pedagogické činnosti jsou nejenom vzdělávací aktivity a metody, ale i hodnocení žáků, kázeňské vedení třídy, komunikace a participace. (Čapek, 2010)

## **1.12 Podpora zdraví na pracovišti**

Zátěž ve školství je poměrně vysoká a může vést ke zdravotním rizikům, proto je velmi důležité pečovat o zdraví pedagogů. Podpora zdraví na pracovišti je strategie doplňující péči o zdraví zaměstnanců. Jedná se o souhrn aktivit směřujících nejenom k předcházení nemocí, ale i zlepšování zdravotního stavu. Třemi hlavními cíli programu je:

- posouzení zdravotních rizik
- omezení zdravotních faktorů, které omezit jde
- podpora společensky a ekologicky zdravého životního stylu (Brhel et al., 2005)

Zavádění a uskutečňování těchto aktivit není povinné, přesto již mnoho zaměstnavatelů uznává význam podpory zdraví zaměstnanců, která přináší snížení krátkodobé i dlouhodobé pracovní neschopnosti, zlepšení spokojenosti a zdraví zaměstnanců vedoucí ke zvýšení produktivity práce. (Brhel et al., 2005)

Realizace podpory zdraví na pracovišti má nesporné výhody i pro zaměstnance. Ty lze charakterizovat např. příležitostmi pro zlepšení zdraví, pracovním uspokojením a tím i zvýšením sebeúcty, pocit celkové pohody a zlepšená zaměstnatelnost. (Brhel et al., 2005)

Program podpory zdraví musí vycházet z charakteristiky zdravotních problémů. Ve školství se zaměřuje především na zlepšení imunitního stavu učitelů (vitaminové balíčky), zvládnutí dlouhodobého stresu a vlivu psychosociálních faktorů. Ředitelé škol často přispívají i na různé sportovní aktivity a rehabilitace. (Brhel et al., 2005)

Ve školství existují tři oblasti, kde lze zlepšit situaci na pracovišti.

- Narušování výuky – zlepšení kázeňských problémů ve škole, minimalizace narušování výuky, podporovat sociální výuku. (Schreiber, 2005)
- Hluková zátěž - zdravé hlukové prostředí či zvuková pohoda prostředí působí stimulačně na výkon, efektivitu činností, sociální chování a bezpečné klima. (Hluk ve školách, 2002)
- Organizace/ týmová práce (Schreiber, 2005)

Nemalý vliv na zdravotní stav má i závodní preventivní péče. Zaměstnanci ve školství mají povinnost zúčastnit se preventivní lékařské prohlídky v intervalu jednou za 36 měsíců.

(Bencko, 2002)

## 2 Metodika

### 2.1 Úvod

Cílem studie bylo vyhodnotit aktuální sluchový práh pedagogických pracovníků. Zhodnotit hladiny akustického tlaku A a dobu dozvuku v mateřských i základních školách se zaměřením na výkon různých činností a výuku hlavních předmětů. Vyzkoumat, jestli je sluchový práh ovlivněn hlukem vznikajícím během školní výuky, anebo jestli se u respondentů spíše vyskytovaly mimosluchové (nespecifické) účinky hluku na lidský organismus. Ve čtvrté fázi byla kvalita sluchového prahu porovnávána se současným sluchovým prahem osob pracujících celý život v expozici hluku na pracovišti.

### 2.2 Metodika odborných diagnostických vyšetření

#### 2.2.1 Výběr a charakteristika souboru

Studie byla provedena na souboru pedagogických pracovníků vybraných škol na území města Ostravy Poruby. Vyšetření sluchového prahu absolvovaly všechny mateřské školy (19) z Poruby. Z oslovených 12 základních škol se zapojilo 6 škol, důvodem neparticipace byla neochota pedagogů a jejich časová vytíženost. Osloveno bylo celkem 315 pedagogických pracovníků. Do studie se začlenilo 253 respondentů. Respons rate 80,3 %.

Pro účely měření hluku bylo vybráno náhodně 5 mateřských škol (4 v Ostravě, 1 v Novém Jičíně) a 2 základní školy v Ostravě – část Poruba. Doba dozvuku, která je rozhodujícím parametrem pro dosažení příznivých akustických podmínek v uzavřených prostorech, byla změřena ve všech výše jmenovaných školských zařízeních, kromě MŠ v Novém Jičíně. Všechna školská zařízení byla situována mimo hlavní komunikaci a měla plastová okna.

Probandi pro kontrolní soubor byli získáni z grantového projektu NT12246-5/2011 (IGA MZ ČR) – Epidemiologická a genetická studie frekvence sluchových vad. Cílem studie bylo zmapovat aktuální výskyt sluchových vad v Karvinském regionu. Na studii participovalo 11 ORL lékařů z Karviné, Havířova, Bohumína a Orlové.

S osobními údaji bylo nakládáno podle zákona č. 101/2000 Sb. O ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů.



### 2.2.2 Metodika měření

**Organizační zajištění studie:** na začátku studie byly osloveny všechny základní školy (ZŠ) a mateřské školy (MŠ) v Ostravě – městská část Poruba. A jedna MŠ v Novém Jičíně. K tomuto účelu byl sestaven průvodní dopis (viz. Příloha č. 1), který byl osobně předán ředitelům škol. Po souhlasu vedení školy se zapojením do studie byl učitelský sbor seznámen s obsahem a cílem studie ředitelem školy na pedagogických poradách. Průběh jednotlivých šetření byl standardizován a skládal se z vyplnění předem stanovených dotazníků (příloha 2 a 3), vyšetření sluchu a následné měření hlukové expozice a doby dozvuku. Vzhledem k tomu, že šetření probíhalo na etapy, některé instituce v průběhu studie vzhledem k časové náročnosti od studie odstoupily.

Dotazník obsahoval otázky identifikační (věk, pohlaví), informace o současném i předchozím zaměstnání, zdravotním stavu a subjektivním hodnocení sluchu respondenta, ke kterému jsme využili i dotazník Hearing handicap inventory (příloha 4). V dotazníku se objevily i otázky zaměřené na vnímání komunálního hluku. V závěru byl uveden písemný souhlas k anonymnímu zpracování dat do databáze, který učitelé stvrdili svým podpisem, a tím umožnili použití získaných údajů. Každému vyšetření sluchového prahu předcházelo otoskopické vyšetření.

V mateřských školách byly měřeny hladiny akustického tlaku A celkem ve 14 třídách při realizaci různých činností u dětí s věkovým rozložením 3 – 7 let. Byla měřena hluková expozice zvláště během ranní a odpolední směny. Každá činnost se měřila tak, aby bylo pravděpodobné, že bude  $L_{Aeq}$  [dB] opakovatelná. Měření byly činnosti, kterých se zúčastnily všechny děti v čele s pedagogem. Doba dozvuku byla měřena ve všech prázdných třídách, poté ve vybavených třídách.

Zkoumaný soubor ze základních škol zahrnoval všechny ročníky I. stupně ZŠ (1. – 5. třídu, tj. - děti ve věku 6 – 11 let). Z II. stupně byla cíleně zvolena 7 třída, která představuje věkový střed žáků druhého stupně. Celkem byly hladiny akustického tlaku A zjišťovány ve 12 třídách, při vyučování 11 různých předmětů.

Výsledky kontrolního souboru byly získány z nestandardizovaného dotazníku a vyšetření sluchu (otoskopie, tympanometrie, audiometrie). Dotazník obsahoval otázky identifikační, otázky zabývající se rodinnou anamnézou, aktuálním zdravotním stavem a především se specializoval na pracovní anamnézu. Zde probandi uváděli druh povolání, délku výkonu, jestli se na pracovišti vyskytuje hluk, zdali používají osobní ochranné pracovní pomůcky (zvukovodové ucpávky, sluchátka, prilby). V dotazníku riziko hluku nebylo specifikováno. (příloha č. 5)

### 2.2.3 Strategie a postup měření

**Měření sluchu** - Kvalita sluchového prahu byla vyšetřována diagnostickým audiometrem Smart 130, vždy v nejnižší místnosti školy. Získané hodnoty byly automaticky zaznamenávány prahovou křivkou na běžně stanovených frekvencích do programu Effetha. Sluchový práh u dvou náhodně vybraných respondentů z každé školy byl ověřen vyšetřením v tiché komoře a v žádném případě se nelišil od naměřených hodnot (hlučnost do 20 dB, standardizované podmínky měření). V ambulancích ORL lékaře vyšetření probíhalo v tiché komoře opět diagnostickým audiometrem.

- **Instruktaž vyšetřovaného:** vyšetřovanému byl podrobně vysvětlen průběh vyšetření. Jedná se o subjektivní vyšetřovací metodu, která závisí na sluchových možnostech pacienta, jeho bystrosti a vůli spolupracovat. Podané pokyny proto musí být jasné a srozumitelné.

- **Průběh vyšetření:** do programu byly zapsány potřebné osobní údaje. Následovalo řádné nasazení sluchátek (hlavní aspekt korektního vyšetření). Vyšetření se začínalo na lépe slyšicím uchu (subjektivní volba vyšetřovaného). **Seznámení se sluchem vyšetřovaného** – do vyšetřovaného ucha přivedeme tón o intenzitě 40 dB, tato intenzita zpravidla postačuje pro vyvolání odpovědi vyšetřovaného. Jestliže neodpovídá, postupně zvyšujeme intenzitu o 5 dB až do okamžiku, kdy vyšetřovaný odpoví. Potom snížíme intenzitu o 20 dB. Znovu zvyšujeme intenzitu, až vyšetřovaný odpoví. Jsou-li odpovědi při stejné intenzitě, je měření ukončeno. V opačném případě musí být měření opakováno. (Kabátová, 2012)

**Určení prahu** – test začínáme na frekvenci 1000 Hz. Vyšetřujeme intenzitně od -10 dB do 110 dB. Jestliže vyšetřovaný slyší tón, snižujeme intenzitu. Ze tří nabídek musí správně označit dvě. Poté hodnotu uložíme. Stejným způsobem nalezneme sluchové prahy tónů všech ostatních frekvencí v následujícím pořadí: 1000 → 2000 → 3000 → 4000 → 6000 → 8000 → 125 → 250 → 500 Hz.

**Měření hluku** - Pro měření hluku byl použit **přenosný kmitočtový analyzátor** značky Brüel&Kjær 2260 Investigator s mikrofonem Brüel&Kjær. U mikrofonu je uvedena nejistota měření  $\pm 0,2$  dB. Zvukoměr byl před a po každém měření kalibrován akustickým kalibrátorem značky Brüel&Kjær typ 4231, u kterého je uvedena třída přesnosti 1. Zvukoměr zaznamenává zvuk každou sekundu a vypočítává ekvivalentní hladinu akustického tlaku A. Pro měření byl rovněž použit **osobní zvukový expozimetr** značky Brüel&Kjaer typ 4442. Měřicí přístroj, včetně mikrofonu a kabelu, vyhovuje požadavkům specifikovaných v IEC 61252. (ČSN ISO 9612. ČSN ISO 9612, 2010) Zvukový expozimetr byl před a po každém měření kalibrován

kalibrátorem značky Brüel&Kjaer typ 4231. Expozimetr odečítá hodnoty řádově v milisekundách (kvůli impulsnímu hluku). Data byla průběžně zpracovávána a ukládána.

Zjišťování hladin akustického tlaku A bylo prováděno dvakrát, z důvodu snížení nejistot výsledků způsobené jejich možnou časovou variabilitou. Zvukoměr byl ve třídách umístěn ve vzdálenosti 1,5 – 2 metry od stěn a jiných odrazivých ploch, mikrofon ve výšce 1,2 – 1,3 metry, natočen směrem k pedagogovi. Zároveň bylo provedeno měření hlukového pozadí za nepřítomnosti učitele i žáků, a to jak ve třídách, tak ve venkovním prostoru před fasádou. Zvukový expoziometr byl upevněn za opasek a mikrofon se připevnil zhruba pod ucho za límeček trička. Mikrofon byl umístěn takovým způsobem, aby například přikrytí oděvem nevedlo ke zkreslení výsledků. Pedagogové měli zvukový expoziometr připevněný po celou dobu pracovní doby.

Na základních školách měření trvalo u všech předmětů 40 minut, vynechán byl začátek a konec hodiny, aby nedošlo ke zkreslení naměřených hodnot zvoněním k zahájení a ukončení vyučovací hodiny. V mateřských školách bylo měření realizováno ve všech normálních třídách (speciální třídy byly z důvodu malého počtu dětí vyřazeny). Délka měření se lišila v závislosti na druhu vykonávané činnosti. Zvukovým expoziometrem se měřila celá směna (ranní, odpolední). Vzhledem k tomu, že měření pokrývalo kratší časový interval, než je skutečná délka pracovní směny, byla doba měření zvolena tak, aby se určila ekvivalentní hladina akustického tlaku, která je reprezentativní pro celou délku směny. Časový interval měření byl zvolen tak, aby byly postihnuty všechny významné činnosti a zdroje hluku. Před samotným měřením byl zjištěn harmonogram dne, který zahrnoval všechny činnosti realizované během dne. Viz příloha č. 7.

Do protokolu o měření byly zapisovány všechny potřebné údaje pro **matematický odhad doby dozvuku** (viz. příloha č. 8):

- rozměry místnosti a plocha stěn, oken, dveří
- povrchové úpravy pro přiřazení koeficientů zvukové pohltivosti (příloha č. 9)
- vybavení nábytkem (rozměry židlí, stolů a skříní)

K měření se používal svinovací metr o délce 5 metrů a zednický metr o délce 2 metry. Pro výpočet doby dozvuku  $T[s]$  byl upřednostněn vztah dle **Eyringa**,  $T_{E[s]}$  a byly počítány pro 1/3 oktávové pásma od 125 – 4000 Hz.

**Doba dozvuku dle Eyringa  $T_E$**

$$T_E = 0,163 \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha}) + 4mV} \quad [s] \quad (\text{platí pro } \bar{\alpha} < 0,8)$$

kde:

$V$  - objem místnosti v  $[m^3]$ ,

$\alpha_i$  - činitel zvukové pohltivosti dílčího materiálu (změřen podle ČSN ISO 354, nebo z hodnot zjištěných v dozvukové komoře dle ČSN 73 0525).

$S_i$  - plocha dílčího materiálu v  $[m^2]$ ,

$\bar{\alpha}$  - střední činitel zvukové pohltivosti, který se určí pomocí vztahu

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{S} \cdot \sum_i S_i \cdot \alpha_i$$

$S$  - celková vnitřní plocha v  $[m^2]$ ,

$m$  - činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu v  $[m^{-1}]$ , který je závislý především

na kmitočtu a relativní vlhkosti vzduchu. V tabulce č. 3 jsou uvedeny hodnoty činitele útlumu zvuku „ $m$ “ pro oktávová pásma od oktávy 1000 Hz, neboť pro nižší pásma jsou hodnoty tohoto činitele, a tím i příspěvky  $4m \cdot V$  k celkové zvukové pohltivosti prostoru, prakticky zanedbatelné.

Výpočty byly provedeny pro prázdnou místnost (místnost bez vybavení, pouze s neodstranitelnými prvky), místnost s vybavením (nábytek, židle, nástěnky) a obsazená místnost (počet dětí + vyučující pedagog, eventuálně asistent pedagoga).

#### **2.2.4 Metodika statistického zpracování**

Data byla zaznamenávána a zpracovávána v programu Microsoft Excel 2007. Pro deskripci dat byla použita základní popisná statistika (aritmetický průměr, směrodatná odchylka, frekvenční tabulky). Srovnáním naměřených hodnot s kontrolním souborem bylo hodnoceno párovým t-testem. Pro hodnocení naměřených hodnot na jednotlivých frekvencích v závislosti na délce praxe (kategorie) byla použita analýza rozptylu ANOVA. Závislost délky praxe a věku byla hodnocena Pearsonovým korelačním koeficientem ( $r$ ). Statistické testy byly hodnoceny na hladině významnosti 5 %. Pro statistické zpracování byl použit program Stata v.10. Po měření hluku byly z naměřených okamžitých hodnot  $L_A(t)$  vypočítány ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$  (dále  $L_{Aeq,T}$ ), distribuční hladiny  $L_{A90}$  a  $L_{Amax}$ . Hladiny  $L_{A90}$  jsou dobrým odhadem hlukového pozadí prostředí jednotlivých vyučovacích předmětů. Intervalový odhad průměrných hodnot byl vypočítán pomocí 95%.ního intervalu spolehlivosti, ve kterém se nachází  $L_{Aeq,T}$  odpovídající jednotlivým předmětům. Výpočet 95%.ního intervalu spolehlivosti ( $\pm 1,96S_e$ ).

Nejistota měření v MŠ zahrnovala jak nejistotu danou měřicími přístroji, tak i nejistotu danou použitým postupem měření. Vzhledem k tomu, že nebylo použito vzorkování a měření

neprobíhalo po celou dobu trvání pracovní směny, je celková nejistota měření  $\varepsilon$  3 dB. (Metodický návrh pro měření a hodnocení hluku)

## 3 Výsledky

### 3.1 Charakteristika souboru

#### Učitelé základních a mateřských škol

Z celkového počtu 253 učitelů bylo před statistickým zpracováním dat vyřazeno 21 respondentů. Jednalo se jednak o osoby mužského pohlaví, které byly vyřazeny pro malý počet respondentů, pouze 18 mužů (tj. 7,8 %). Pro větší validitu výsledků studie tedy analyzovala pouze ženy, protože je statisticky dokázáno, že se sluch u mužů zhoršuje rychleji. (Dube, 2011; Pray, 2005; Helzner et al., 2005) Zbylí tři respondenti byli vyloučeni z důvodu asymetrické nedoslýchavosti (rozdíl mezi ušima na jednotlivé frekvenci větší než 10 dB). Soubor byl rozdělen na pedagogy základních škol (100 respondentů), mateřských škol (132 respondentů). Průměrný věk respondentů ze základních škol byl 45,8 let a z mateřských škol 47,1 let. Z dat pedagogů v mateřských a základních školách a jejich kontrolních souborů byly vypočteny korelační koeficienty (pro MŠ:  $r = 0,807$ , pro ZŠ:  $r = 0,748$ ) a lineární regresní funkce (pro MŠ:  $y = 0,801x - 17,85$ , pro ZŠ:  $0,754x - 16,58$ ). Vzhledem k silné závislosti mezi věkem a délkou praxe byly následující výsledky zpracovány podle délky praxe (tab.7).

Tabulka 7 Popis zkoumaného souboru

Kategorie podle délky praxe (roky)		Základní školy			Mateřské školy		
		Počet (%)	Ar. průměr	SD	Počet (%)	Ar. průměr	SD
1	≤ 15	37 (37%)	9,2	4,3	39 (30%)	5,7	4,6
2	16 - 30	45 (45%)	23	4,5	59 (45%)	25,4	3,7
3	> 30	18 (18%)	36,1	3,3	34 (25%)	35,1	3,6
Celý soubor		100 (100%)	22,7	10,5	132 (100%)	22	12

#### Kontrolní soubor

Kontrolní soubor tvořily osoby, které od roku 9/2011 – 12/2014 vyhledaly otorinolaryngologické vyšetření v Karvinském regionu. Důvodem návštěvy bylo akutní onemocnění. Za stanovené období spolupracující ambulance ošetřily celkem 13 738 osob

(6448 mužů, 7290 žen). Pro komparaci kvality sluchu se souborem pedagogů byl vymezen specifický soubor. Prvním kritériem pro zařazení do souboru bylo ženské pohlaví, protože soubor pedagogů obsahoval rovněž jenom ženy. Druhým kritériem byla expozice hluku po celou dobu profesní kariéry. Po očištění souboru podle kritérii zbylo 1485 žen, tj. 11 % z původního souboru. Následně pro získání spolehlivého prahu sluchu osob pracujících v riziku hluku byl soubor dále očištěn a do studie byly zařazeny pouze osoby s percepční ztrátou sluchu, s otoskopicky negativním nálezem, bez předchozí poruchy sluchu v anamnéze, bez opakovaných zánětů středouší, akutraumat, náhle vzniklé nedoslýchavosti a asymetrické sluchové poruchy. Z těchto důvodů muselo být ze souboru vyloučeno 352 respondentů. Finální kontrolní soubor čítal 1133 respondentů (tab. 8). Průměrný věk respondentů byl 60,0, průměrná délka praxe 16,4 let. Dělnické povolání mělo nejčtenější výskyt 314 (31 %). Očištěný soubor obsahoval pouze 16 pedagogů.

Tabulka 8 Popis kontrolního souboru

Kategorie podle délky pracovního zařazení (roky)		Počet (%)	Ar.průměr	SD
1	≤ 15	626 (55%)	13,0	4,6
2	16 - 30	352 (31%)	20,1	4,4
3	> 31	155 (14%)	19,9	3,8
Celý soubor		1133 (100%)	16,1	11,7

### Kouření

V celém sledovaném souboru pedagogů převažovali nekuřáci (71 %), kuřáci byli zastoupení v 17 %, z toho nejvyšší četnost byla zaznamenána u respondentů s délkou praxe 16 – 30 let a to 8 %. Příležitostných kuřáků byly 2 %, a exkuřáků s délkou abstinence alespoň 1 rok 10 %. Sledovaný jev kouření se významně nelišil mezi pedagogy základních a mateřských škol. U kontrolního souboru rovněž převažovali nekuřáci (64 %), nejvíce kuřáků (16 %) bylo u nejmladších respondentů (délka praxe do 15 let).

**Při subjektivním hodnocení sluchového prahu** pedagogové v 63 % uvedli, že disponují výborným sluchovým prahem a zhoršené slyšení nepociťují. Četnost výskytu mírně zhoršeného sluchového prahu se zvyšovala s věkem, s délkou praxe nad 30 let bylo zastoupení 9 % u pedagogů ZŠ a 6 % u pedagogů MŠ.

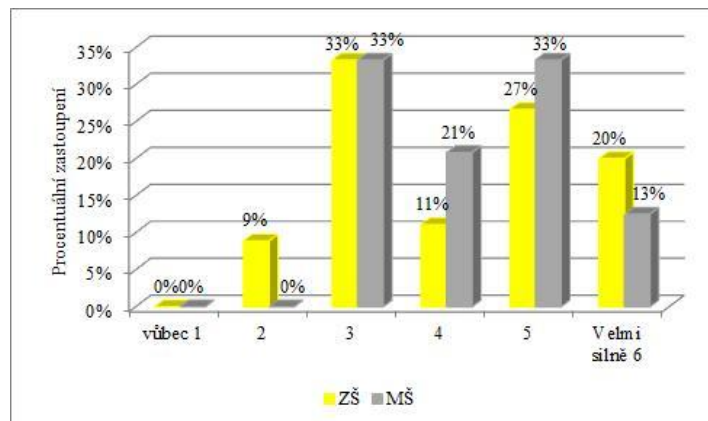
**Tinnitus**, neboli ušní šelest, se vyskytoval u 53 % souboru, a převažoval u pedagogů mateřských škol (42 %). Největší četnost výskytu 17 % byla zaznamenána u druhé kategorie (pedagogové s délkou praxe 16 – 30 let), následována pedagogy s délkou praxe do 15 let. U

nejstarších respondentů byl výskyt nejmenší (11 %). Z druhu tinnitu jednoznačně převažovalo pískání (79 %), s přerušovaným výskytem a oboustrannou lateralizací.

**Genetická predispozice** nedoslýchavosti byla zaznamenána u 27 % rodinných příslušníků pedagogických pracovníků, z toho 13 % používá korekci sluchové vady sluchadlem. U kontrolního souboru četnost výskytu nedoslýchavosti v rodině byla 19 %, sluchadlo pravidelně užívalo 41 % rodinných příslušníků.

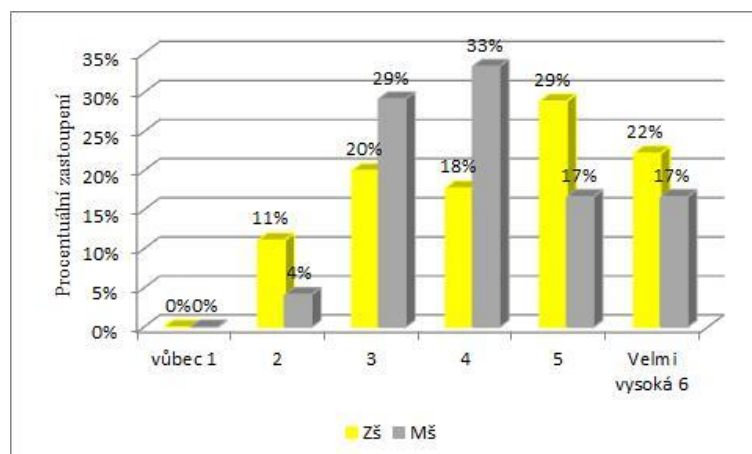
### Vnímání hluku během výuky

**Hluk během výuky** vnímá 90 % z dotázaných pedagogů, z toho 89 % respondentů jej považuje za rušivý element. Pedagogové hodnotili míru obtěžování hlukem během výuky na 6 ti bodové škále. Největší procento zastoupení pedagogů ZŠ je ve středu – teda na hodnotě 3 (celkem 33 % pedagogů). U pedagogů MŠ na hodnotě 3 a 6 shodně ve 33 %.



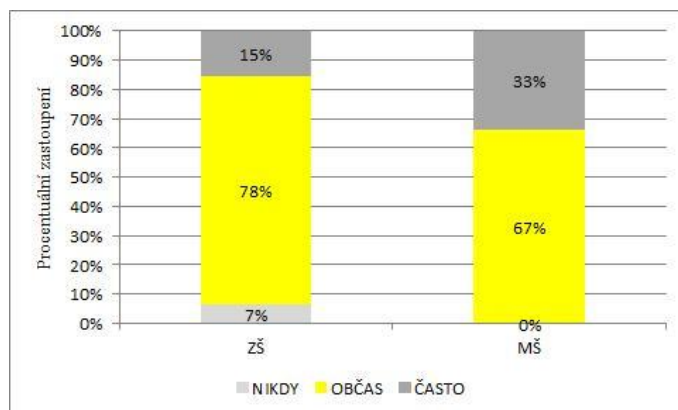
Graf 1 Míra obtěžování hlukem

Stejně jako míru obtěžování hlukem, pedagogové hodnotili i svou subjektivní citlivost na hluk. Pedagogové ZŠ nejčastěji (29 %) označili předstupeň velmi vysoké citlivosti na hluk, u pedagogů MŠ vévodil ve 33 % 4 stupeň citlivosti. (Graf 2)



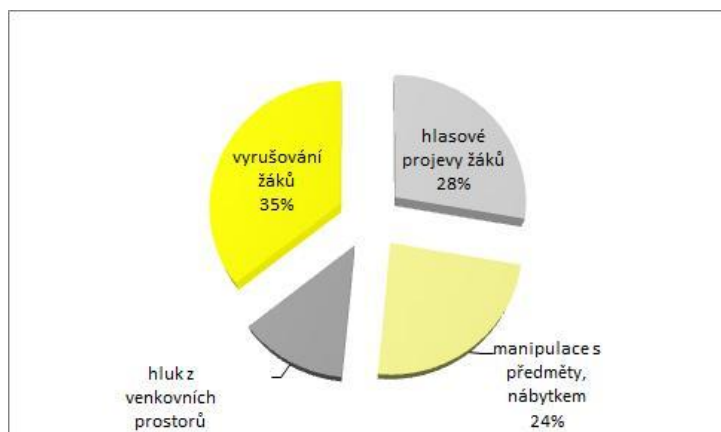
Graf 2 Citlivost na hluk

Na otázku, jestli hluk vyprodukovaný dětmi, negativně ovlivňuje výkon pedagoga, kladně odpovědělo 59 % pedagogů ZŠ a 83 % pedagogů MŠ. Hluk přicházející z venkovního prostředí nutil pedagogy zavírat okna (70 % na ZŠ, 50 % MŠ) a zvyšovat hlas (100 % kladných odpovědí u pedagogů MŠ i ZŠ). Komunikaci se žáky hluk narušuje občas v 78 % na ZŠ, v 67 % v MŠ. (Graf 3)



Graf 3 Do jaké míry narušuje hluk komunikaci se žáky během výuky

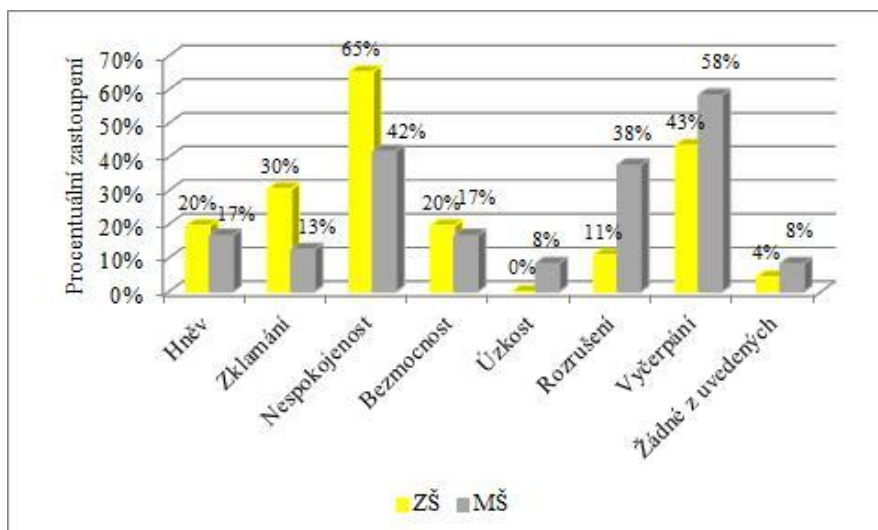
Nejvýznamnějším zdrojem **hluku během výuky** bylo pro pedagogy vyrušování žáků, naopak chod technických zařízení, jako rušivý zdroj během výuky, neoznačil ani jeden pedagog. Subjektivně 78 % pedagogů uvedlo, že hluk vyprodukovaný dětmi ovlivňuje jejich výkon.



Graf 4 Zdroje hluku

Bezprostředně po výuce pedagogové ZŠ pociťují v 65 % nespokojenost, následuje ve 43 % vyčerpání. U pedagogů MŠ převažuje v 58 % vyčerpání, následováno nespokojeností (42 %). Zbylé pocity prezentuje následující graf (graf 5).





Graf 5 Pocity pedagogů bezprostředně po výuce

Televizi jako zvukovou kulisu má po pracovní době v domácnosti puštěnou 64 % pedagogů (38 % je to příjemné, 18 % je to jedno, 8 % je to nepříjemné). Po pracovní době 75 % pedagogů tráví nějakou dobu v naprostém tichu, s výjimkou spánku, 36 % pedagogů tuto část dne považuje jako součást každodenního odpočinku. Pokud se pedagogové potřebují na něco soustředit (učení, přípravy, čtení) 63 % respondentů potřebuje mít naprosté ticho, 9 % vyhledává zvukovou kulisu, a zbylým procentům je to jedno.

### 3.2 Posouzení stupně sluchových vad

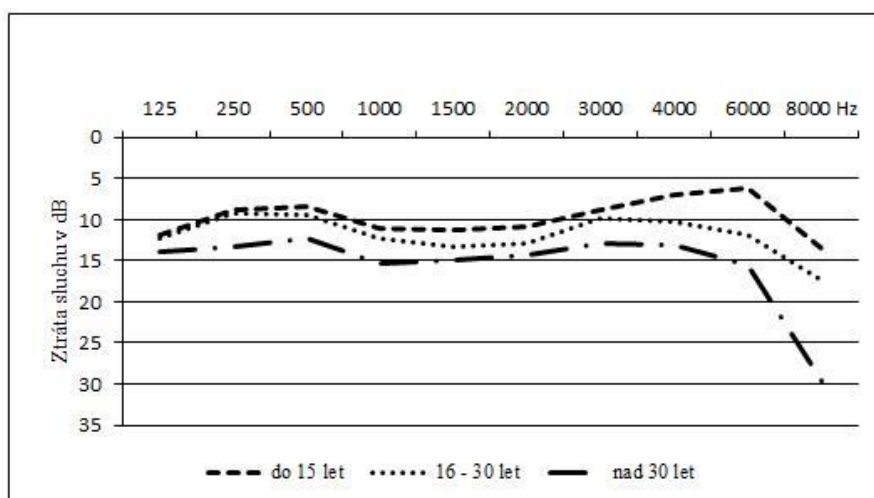
Při posuzování kvality sluchového prahu podle WHO (Hahn et al, 2007) můžeme souhrnně konstatovat, že pro všechny kategorie pedagogů dle délky praxe mají nejlepší sluch učitelé v mateřských školách. Jejich převážná většina má normální sluchový práh (ztráty sluchu do 20 dB) a pouze u 3 procent těchto žen bylo zjištěno lehké poškození sluchu. Středním, těžkým nebo velmi těžkým poškozením sluchu netrpí žádný z těchto pedagogů. Naopak je tomu u kontrolního souboru, když už relativně mladí respondenti s délkou praxe do 15 let, mají v 15 % lehkou nedoslýchavost. Výskyt poškození sluchu se u nich zvyšuje s délkou odpracovaných let v riziku hluku. (Tab.9)

Tabulka 9 Výskyt sluchových vad u respondentů v závislosti na délce praxe

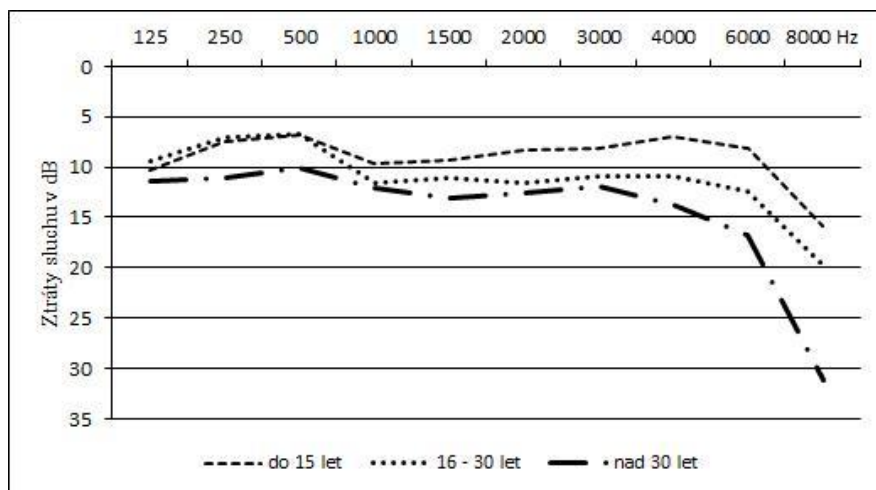
Kategorie praxe		Druh nedoslýchavosti			
		Normální sluch	Lehká nedoslýchavost	Střední nedoslýchavost	Středně těžká nedoslýchavost
	Ztráta sluchu v dB	0 - 25	26 - 40	41 - 55	56 - 70
≤ 15 let	ZŠ	100%	0%	0%	0%
	MŠ	97%	3%	0%	0%
	Kontrolní soubor	76%	15%	6%	2%
16 - 30 let	ZŠ	89%	11%	0%	0%
	MŠ	100%	0%	0%	0%
	Kontrolní soubor	60%	26%	11%	3%
≥31 let	ZŠ	94%	6%	0%	0%
	MŠ	100%	0%	0%	0%
	Kontrolní soubor	58%	26%	10%	6%

### 3.3 Průměrné audiogramy u pedagogických pracovníků

Fakt, že pedagogové mateřských škol disponují výborným sluchovým prahem v závislosti na délce praxe, dokazují i průměrné audiogramy. Poškození sluchového prahu se vyskytuje především na vysokých frekvencích (6 a 8 kHz), kdy pedagogové s délkou praxe nad 30 let dosahují ztráty sluchu na 8 kHz 30 dB. Nejdůležitější pro rozumění řeči jsou frekvence od 0,5 – 4 kHz (oblast řeči), kde pedagogové disponují fyziologickým prahem sluchu (ztráty do 20 dB). (Graf 6,7)

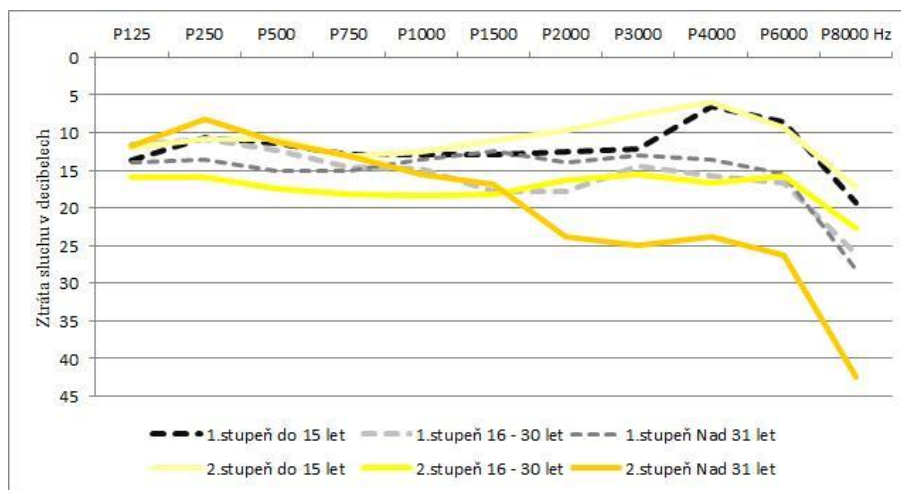


Graf 6 Ztráta sluchu u pedagogů MŠ v závislosti na délce praxe - pravé ucho

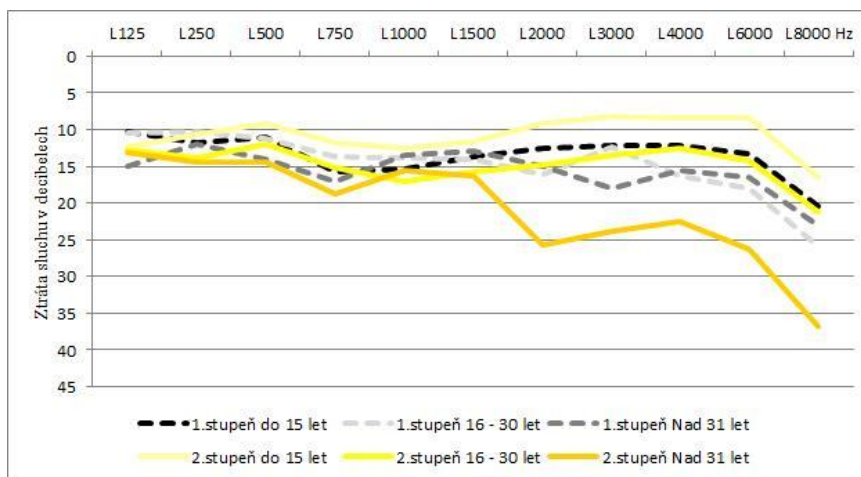


Graf 7 Ztráta sluchu u pedagogů MŠ v závislosti na délce praxe - levé ucho

Následující audiogramy prezentují průměrné ztráty u pedagogů základních škol. Pedagogové I.stupně disponovali fyziologickým práhem sluchu do 6 kHz. Zhoršení sluchového prahu bylo zaznamenáno pouze na frekvenci 8 kHz u pedagogů vykonávajících své povolání déle než 16 let. U pedagogů II.stupně jsme zaznamenali horší sluchový práh v porovnání s I.stupněm a to především u jedinců s délkou praxe nad 30 let. Tito jedinci měli svažité typ křivky od 1,5 kHz, snížení sluchového prahu v oblasti rozumění řeči. Ztráty sluchu dosahovaly až k 43 dB na 8 kHz na pravém uchu.



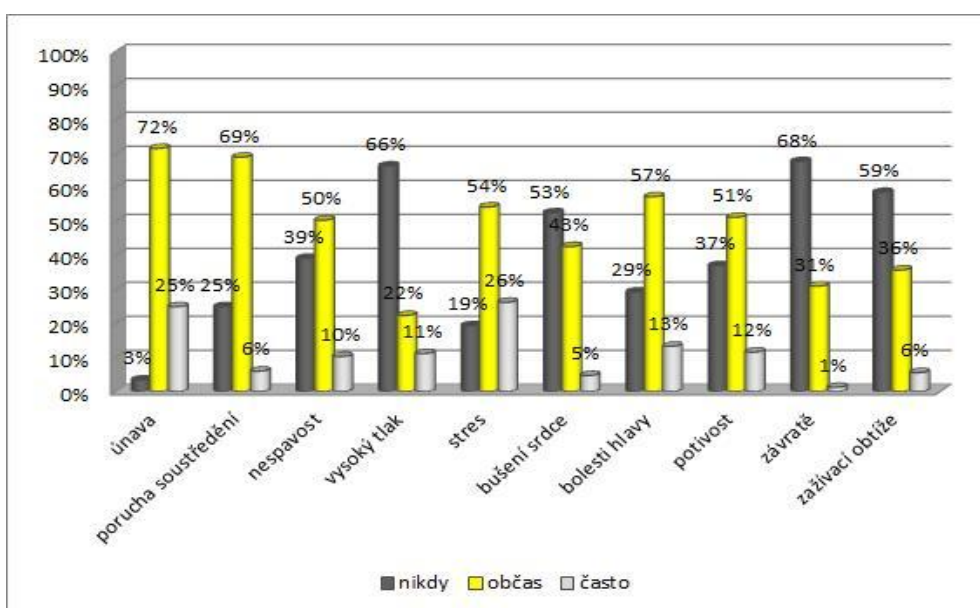
Graf 8 Ztráta sluchu v závislosti na délce praxe u pedagogů ZŠ - pravé ucho



Graf 9 Ztráta sluchu u pedagogů ZŠ v závislosti na délce praxe - levé ucho

### 3.4 Zdravotní obtíže pedagogických pracovníků

Pedagogové v dotazníku hodnotili svůj zdravotní stav za poslední kalendářní rok. Využívali hodnot na škále od nikdy, občas a často. Statisticky významný rozdíl v četnosti výskytu jednotlivých zdravotních obtíží u pedagogů nebyl zaznamenán, proto byl soubor hodnocen jako celek. Mezi **nejčastější** zdravotní obtíže pedagogové uváděli únavu, poruchu soustředění, bolesti hlavy a stres. **Nejméně často** se u pedagogů MŠ i ZŠ vyskytovaly závratě, zažívací obtíže a vysoký tlak. Rozdělení zdravotních obtíží v závislosti na délce odpracovaných let nebudou dále prezentovány, jelikož největší výskyt všech zdravotních obtíží byl u pedagogů s délkou praxe od 16 do 30 let, jelikož tato skupina čítala nejvíce osob. (Graf 10)



Graf 10 Rozložení zdravotních obtíží u celého souboru

### 3.5 Social hearing handicap inventory (SHHI)

Jedná se o sérii předdefinovaných otázek, která slouží k určení aktuálního stupně poškození sluchu. Celkem 21 otázek se dělí do 3 oblastí – konverzace s jednou osobou v tiché i hlučné místnosti, doma i mimo domov. Druhá oblast - konverzace ve skupině. Třetí oblast - schopnost telefonovat, komunikovat s pozadím puštěného rádia nebo televize. K odpovědi respondenti používali škálu ano, ne, nevím. Pokud si nebyli jistí, mohli svou odpověď dát do závorek. Každá odpověď specifikovala určitý počet bodů. Výsledek se poté porovnává s naměřeným sluchovým prahem tónovou audiometrií. (Ewertsen et al. 1973)

Maximálně bylo možné získat 42 bodů, 0 – 20 za pozitivní odpovědi, 0 – 22 za negativní odpovědi. Maximální počet bodů získaly osoby, které nepocítovaly žádné poškození sluchu. Jednotlivé rozložení uvádí následující tabulka č. 9. Pedagogové základních škol ve většině případů subjektivně nepocítovali zhoršené slyšení, ale překvapivě 95 % pedagogů mateřských škol mělo mírný až středně těžký handicap, což ale neodpovídá audiometrickým výsledkům popsaným výše.

Tabulka 10 Rozložení souboru podle SHHI

	Bez postižení 42-34 bodů	Mírný až středně těžký handicap 33-21 bodů	Těžký handicap 20-0 bodů
1. Stupeň ZŠ	83%	17%	0%
2. Stupeň ZŠ	83%	17%	0%
MŠ	2%	95%	3%
Celkový součet	36%	62%	2%

Pedagogové prvního stupně základních škol na frekvencích 0,5 – 4 kHz mají průměrnou ztrátu sluchu 13,80 dB; pedagogové druhého stupně 13,65 dB; pedagogové mateřských škol 10,64 dB.

Tabulka 11 Porovnání SSHI s výsledky audiometrického měření

Tíže SSHI	Ztráta sluchu v decibelech			
	0 – 25 dB	30 - 40 dB	50 – 70 dB	75 – 100 dB
<b>1. stupeň ZŠ</b>				
bez postižení	30%	8%	1%	
mírný až středně těžký handicap	6%	2%		
<b>2. stupeň ZŠ</b>				
bez postižení	37%	4%	3%	
mírný až středně těžký handicap	5%	3%		1%
<b>MŠ</b>				
bez postižení	2%			
mírný až středně těžký handicap	86%	8%	1%	
těžký handicap	3%			

## 3.6 Měření hluku

### 3.6.1 Mateřské školy

#### 3.6.1.1 Měření osobním expozimetrem

Pro účely měření byly náhodně vybrány 4 mateřské školy v relativně tichých lokalitách v Ostravě – Poruba. MŠ měly různý počet tříd a různý počet dětí. Provoz všech MŠ začínal v 6:00 hod, končil v 16:30 hod. Průměrná délka směny (ranní i odpolední) byla 6 hodin. Ráno se děti scházeli v jedné třídě a až později se rozcházejí do svých vlastních tříd. Za pracovní místo pedagogů, lze považovat veškeré prostory, které se nacházejí ve třídě. Pedagog při své práci nikdy nesetrvává pouze na jednom místě.

**MŠ V Zahradách** - mateřská škola měla novou fasádu se zateplením a plastová okna, za samotnou školou se nacházela rozlehlá zahrada. V této MŠ byly 2 normální třídy (Zajíčci a Kuřátka) s věkovým složením 3 – 7 let a s celkovým počtem 27 dětí v každé z nich. Nacházely se zde i speciální třídy s integrovanými zdravotně postiženými osobami, ale v těchto třídách měření nebylo realizováno. Třídy se dělily na **hernu** (hraní, cvičení, spaní) a **třidu** (kreslení, hraní s drobnými deskovými hrami, stravování), jednalo se o otevřený prostor ve tvaru písmene L. Vybavení herny zahrnovalo koberec, klavír, koutek s gaučem, lavičky a hračky uložené v boxech. Ve třídě se rovněž nacházel stůl pedagogů, dětské stoly a židle.

**MŠ Čs. Exilu** - tato MŠ se nacházela v blízkosti parku, disponovala plastovými okny, ale starou fasádou bez zateplení. MŠ měla 3 normální třídy (Oranžová – 23 dětí, Červená – 25 dětí, Zelená – 24 dětí) s věkovým složením 3 – 7 let. I tato škola disponovala speciálními třídami. Zde se třídy opět dělí na hernu a třídu – dvě samostatné místnosti propojené chodbou a dveřmi. Rozdělení činností odpovídalo MŠ V Zahradách. Objem místnosti 147,6 m<sup>3</sup>, stěny a strop z omítek, podlaha krytá PVC a částečně kobercem. V každé třídě byly 4 plastové okna zabírající plochu 11,2 m<sup>2</sup>. Po obvodu místnosti byly troje dveře.

**MŠ Dvorní** - nacházela se ve starém cihlovém domě, kdy školka zaujímal prostory přízemí a prvního patra. Škola neměla ani novou fasádu se zateplením, ani plastová okna. Tato MŠ měla 4 normální třídy (Motýlek, Kytička, Sluníčko, Beruška) s věkovým složením 3 – 7 let a celkovým počtem 27 dětí v každé třídě. I tato školka disponovala jednou speciální třídou. Každá třída měla 3 místnosti – velkou místnost, kde se nacházela třída s hernou; menší místnost a lehárnu. Vybavení odpovídalo předešlé školce. Objem 226,5 m<sup>3</sup>, i zde denní světlo přivádí 4 okenní tabule, objem 16,2 m<sup>2</sup>. Po obvodu místnosti se nacházely 4 dveře, topení mělo kryty a okna rozšířené parapety.

**MŠ Dětská** - MŠ se nacházela v bytovém domě v přízemí a prvních dvou patrech, za budovou byla rozlehlá zahrada. Nacházely se zde 4 třídy – první dvě měly věkové složení 5 – 7 let (Dráček – 27 dětí, Cvrček – 27 dětí); druhé dvě 3 – 5 let (Beruška – 24 dětí, Amálka – 25 dětí). Třída tvořila jeden velký otevřený prostor, kde byla zároveň i herna. Objem činil 256,2 m<sup>2</sup>, vybavení shodné jako u předešlých MŠ. V každé místnosti byly 4 okenní tabulky se záclonami a rozšířenými parapety, zaujímající plochu 15,2 m<sup>2</sup>. V místnosti se nacházely 4 dveře, jeden vstup do další místnosti opatřen lamelovými žaluziemi. Každá třída byla vybavena klavírem, boxy na ukládání hraček, na topeních kryty.

### Naměřené ekvivalentní hladiny akustického tlaku A

Následující tabulka prezentuje naměřené hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A v jednotlivých třídách MŠ vždy s nejistotou měření a počtem dětí. Na ranní směně byla změřena nejvyšší  $L_{Aeq,8h}$   $90,8 \pm 3$  dB při počtu 13 dětí, naopak nejnižší  $L_{Aeq,8h}$   $79,2 \pm 3$  dB při počtu 18 dětí. Na odpolední směně byla změřena nejvyšší  $L_{Aeq,8h}$   $96,5 \pm 3$  dB při počtu 14 dětí, naopak nejnižší  $L_{Aeq,8h}$   $78,7 \pm 3$  dB při počtu 20 dětí. Ve většině případů byla naměřená  $L_{Aeq,8h}$  větší než 80 dB, ve dvou případech dokonce došlo k překročení 90 dB.

Statistickým testováním pomocí párového t-testu nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ranní a dopolední směnou ( $p = 0,2981$ , NS)

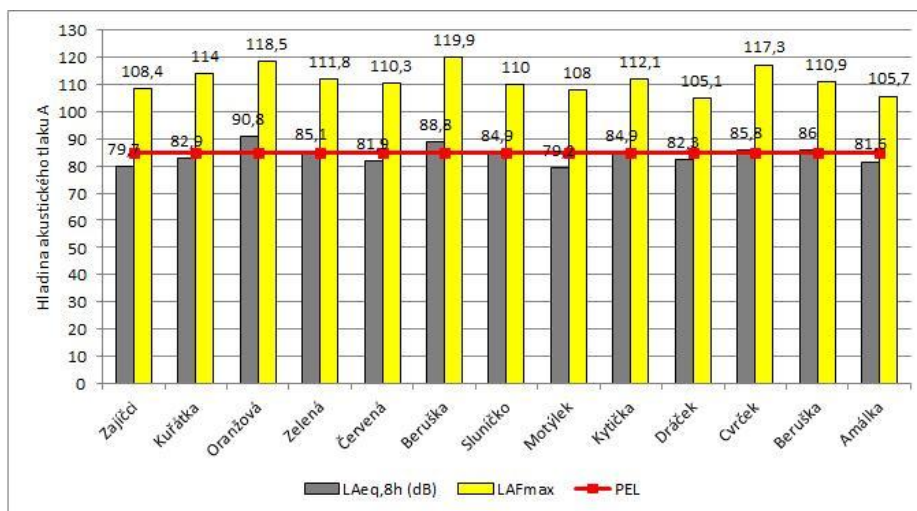
Tabulka 12 Naměřené ekvivalentní hladiny akustického tlaku A

	Třída	RANNÍ SMĚNA		ODPOLEDNÍ SMĚNA	
		$L_{Aeq,8h}$ (dB)	Počet dětí	$L_{Aeq,8h}$ (dB)	Počet dětí
<b>MŠ V Zahradách</b>	Zajičci	$79,7 \pm 3$	31	$80,7 \pm 3$	17
	Kuřátka	$82,9 \pm 3$	20	$82,2 \pm 3$	23
<b>MŠ Čs. Exilu</b>	Oranžová	$90,8 \pm 3$	13	$96,5 \pm 3$	14
	Zelená	$85,1 \pm 3$	20	$78,9 \pm 3$	11
	Červená	$81,9 \pm 3$	20	$78,7 \pm 3$	20
<b>MŠ Dvorní</b>	Beruška	$88,8 \pm 3$	19	$82,7 \pm 3$	17
	Sluníčko	$84,9 \pm 3$	16	$86,9 \pm 3$	16
	Motýlek	$79,2 \pm 3$	18	$81,1 \pm 3$	22
	Kytíčka	$84,9 \pm 3$	17	$81,3 \pm 3$	16
<b>MŠ Dětská</b>	Dráček	$82,3 \pm 3$	14	$83 \pm 3$	15
	Cvrček	$85,8 \pm 3$	12	$79,2 \pm 3$	16
	Beruška	$86 \pm 3$	12	$84 \pm 3$	15
	Amálka	$81,6 \pm 3$	12	$83,7 \pm 3$	13

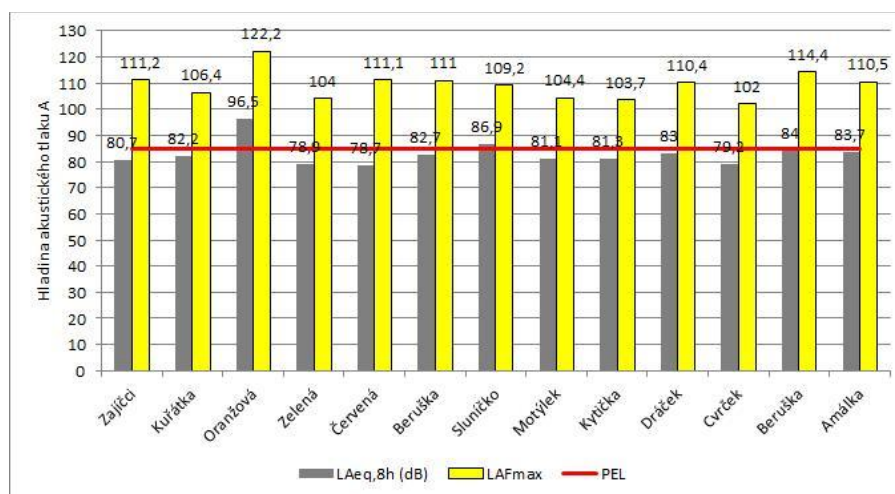
Dle novelizované verze Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. byly zrušeny korekce na druh vykonávané činnosti. Podle této novely jako nejvyšší přípustná hladina hluku je pro všechny činnosti stanovena hodnota 85 dB. Ovšem pro některé profese je tato hladina nepřipustně vysoká. Pro profesi učitele by dle Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. měla být použita korekce -

20 dB – duševní práce vyžadující značnou pozornost, soustředěnost, s možností snadného dorozumění řeči. PEL byl 65 dB na 8 - mi hodinovou pracovní směnu.

Hodnoty  $L_{Aeq,T}$  a  $L_{AFmax}$  si můžete prohlédnout na následujících grafech. Současně nastavená přípustná hladina hluku 85 dB byla na ranní směně překročena 5\*, na odpolední směně 2\*, ale jednou o celých 11 dB.  $L_{AFmax}$  se pohybovala od 102 – 122 dB.



Graf 11 Hladiny akustického tlaku A pro ranní směnu



Graf 12 Hladiny akustického tlaku A pro odpolední směnu

### Srovnání počtu dětí a ekvivalentní hladiny akustického tlaku A

Po zjištění, že nebyl statisticky významný rozdíl mezi ranní a odpolední směnou, jsme mohli vyhodnotit závislost expozice hluku na počtu dětí během výuky. **První skupina** zahrnovala děti v počtu 11 – 16 ve školní třídě (v souboru se vyskytla 14\*), **druhá skupina** 17 – 31 dětí (v souboru se vyskytla 12\*). Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v závislosti na počtu dětí ve třídě. Při nižším počtu dětí naopak byla průměrná hodnota hluku větší.



Tabulka 13 Srovnání ekvivalentní hladiny akustického tlaku A na počtu dětí

Skupina	Počet dětí	Průměrná hodnota hluku (dB)	Směrodatná odchylka	95% interval spolehlivosti
1.skupina	11 - 16 d	84,64	4,64	81,96 – 87,37
2.skupina	17 - 31	82,33	2,87	80,50 – 84,15

### 3.6.1.2 Měření jednotlivých činností v mateřských školách

Jednotlivé činnosti byly měřeny v Mateřské škole Máj v Novém Jičíně. Pro tyto účely měření byla zvolena pouze jedna MŠ jako ukázkový model, jelikož jsme předpokládali, že se hodnoty nebudou příliš lišit mezi jednotlivými školními zařízeními, protože harmonogram dne, je téměř identický. Škola byla situována v prostorách staré vily o třech patrech s původní fasádou bez zateplení, ale s plastovými okny. Provoz ve škole byl od 6:00 – 16:00 hod. Děti se ráno scházeli v jedné třídě – Sluníčka (počet dětí nepřesahuje 14), kolem 7 hodiny se už rozcházel do vlastních tříd. Mateřská škola Vančurova má celkem 4 třídy.

- **třída Rybky** - byla speciální logopedická třída s maximálním počtem 14 dětí ve věku od 3 do 6 let. Rybky měly vlastní třídu. Šatnu, umyvárnu a hlavní hernu se stolky na jídlo měly společnou s Koťátky.

- **třída Sluníčka** - ve třídě byly nejmenší děti 3 - 4 roky, měly svou vlastní hernu (tvořena 2 propojenými místnostmi), umyvárnu s WC a vlastní jídelnu.

- **třída Koťátka** – tvořily děti různého věku (maximálně do 5 let). Měli velkou hernu, se stoly a židlemi, velkým prostorem na hraní. Podstatnou část trávily se třídou Rybek.

- **třída Motýlci** - ve třídě byly předškolní děti (5 - 6 let) společně se 7letými dětmi s odloženou školní docházkou. Měly vlastní hernu a umyvárnu s WC. Část prostoru byla vyhrazena pro jídelnu se stoly a židlemi.

Průměrná délka směny pedagogického pracovníka je 6 hodin přímé práce s dětmi + 2 hodiny zaměřené na vytvoření přípravy na další den. V této době je pedagog povinen být v MŠ. Měření hluku bylo realizováno ve třídě Sluníčka (nejmladší děti) a Motýlci (nejstarší děti). Tato MŠ disponuje jednou specifitou – místo slovních pokynů se používají zvukové signály. Organizace dne je popsána v následující tabulce 14.

Tabulka 14 Organizace školního dne

Hodina	Činnosti obecně
6:00 - 7:00	Ranní shromáždění
7:00 - 8:30	Ranní individuální hry
8:30 - 9:00	Úklid hraček
8:30 - 9:00	Hygiena (mytí rukou) - před jídly
8:30 - 9:00	Dopolední svačina
9:00 - 10:00	Komunikační kruh
9:00 - 10:00	Výtvarná činnost
10:00 - 11:30	Oblékání ven
10:00 - 11:30	Pobyt venku
11:30 - 12:00	Příprava na oběd + oběd
11:30 - 12:00	Hygiena (čištění zubů)
12:00 - 14:15	Polední klid
14:15 - 14:45	Odpolední svačina
14:45 - 16:00	Odpolední individuální hry

Při **ranních individuálních hrách** si děti samy vybíraly hry a hračky. Hračky jsou uspořádány podle témat (např. kadeřnictví, kutilská dílna, kuchyňka, péče o dům, ateliér, atd.). Dále měli k dispozici plno her, stavebnic, kostek, převleků a nejrůznějších hraček. Po půl deváté se pustila písnička v přehrávači - jednalo se signál k úklidu hraček. Po úklidu následovalo mytí rukou a dopolední svačina, která byla podávána v herně u stolů.

**Komunikační kruh** - činnost řízená pedagogem. Děti si sedly do kruhu a pedagog vedl dialog. Začínal ranním pozdravem - písničkou, kterou si děti zazpívaly, dále se pedagog ptal na otázky ze všedního života. Na každý týden podle ŠVP byla stanovená témata, kterým se daný týden věnoval (Velikonoce, knížky, zvířátka, barvy, pohádky, atd.). V rámci ranního kruhu se děti učily různé říkanky, písničky, hrály divadlo a učily se čísla, písmena, správnou výslovnost a rozvíjení vět. V duchu ranního kruhu pedagog motivoval následnou **výtvarnou činnost**, kde se děti se učily různé techniky kreslení a rozvíjely svou představivost.

Přibližně kolem 10:00 se všechny děti i s pedagogy přesouvaly do šatny a chystaly se na pobyt venku. Pobyt venku probíhal na hřišti, které disponovalo prolézačkami, houpačkami, 3 pískovišti, lanovou dráhou, domky a bunkry. Kolem 11:15 se děti vracely zpět do tříd, převlékaly se v šatně a následovalo umytí rukou v umývárně. Oběd se u Sluníček podával v jídelně, u Motýlku pak v herně u stolů.

Po obědě následovala **hygiena rukou a čištění zubů**. Situaci v umývárně korigoval pedagog, který dává dětem pastu a kontroloval umyté ústa a ruce. Mezi tím se herny v obou třídách přeměnily na ložnici, v prostoru byly postýlky pro děti. Děti se převlékaly do pyžamek a chystají se ke spánku. Před spaním se dětem četla pohádka. **Polední klid** trval většinou 2 hodiny.

Po poledním klidu a převlečení následovala odpolední svačina. Poté následovaly **odpolední individuální hry**, které probíhaly po celé herně a děti postupně odcházely domů. Kolem 15:30 se všechny děti přesouvaly do herny k Motýlkům.

Před samotným stanovením hluchnosti jednotlivých činností předcházelo dvacetiminutové měření hlukového pozadí ve venkovním chráněném prostoru před MŠ, kdy průměrná  $L_{Aeq} = 42,9 \pm 2$  dB. Hlukové pozadí v prázdné školní třídě dosahuje hodnot: Sluníčka  $L_{Aeq} = 31,2 \pm 2$  dB; Motýlci  $L_{Aeq} = 30,8 \pm 2$  dB. Ráno se děti shromažďují v jedné třídě nezávisle na věku. Průměrná výsledná hodnota  $L_{Aeq} = 64,7 \pm 2$  dB. Podrobnější výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 15.

Tabulka 15 Výsledky měření - ranní shromažďování

Měření	1. měření	2. měření
Počet dětí	10	11
$L_{Aeq}$ [dB]	65,3	63,9
$L_{AFmin}$ [dB]	23,3	30,3
$L_{AFmax}$ [dB]	87,4	84,6
$L_{A90}$ [dB]	38,1	42,1
$L_{A99}$ [dB]	27,7	34
průměrná $L_{Aeq}$ [dB]	64,7±2	

## Měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku

### Nejmladší děti – třída Sluníčka

Následující tabulka prezentuje výsledky dvou měření u nejmladších dětí při výkonu 13 různých činností v průběhu školního dne. Průměrné  $L_{Aeq}$  dosahují hodnot od 50,2 dB do 78,1 dB. Pouze u 3 činností (pobyt venku, polední klid a odpolední svačina) klesla hodnota  $L_{Aeq}$  pod **70 dB**. Naopak nejhluchnější činnosti s průměrnou hodnotou  $L_{Aeq}$  nad **75 dB** jsou úklid hraček, hygiena (mytí rukou), oblékání ven a hygiena (čištění zubů).

Tabulka 16 Průměrné hodnoty akustického tlaku v průběhu školního dne u nejmladších dětí

	1. měření					2. měření				
	Počet dětí	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AFmin</sub> [dB]	L <sub>AFmax</sub> [dB]	L <sub>A90</sub> [dB]	Počet dětí	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AFmin</sub> [dB]	L <sub>AFmax</sub> [dB]	L <sub>A90</sub> [dB]
Individuální ranní hry	18	75,3	50,6	94,8	61,8	10	66	36,2	85,6	48,2
Úklid hraček	18	75,9	46,9	95,5	62,4	11	75,5	46,5	88,9	59
Hygiena (mytí rukou)	16	74,8	48,5	88,8	60,4	16	76,4	49,4	90	61,1
Dopolední svačina	18	72,7	43,6	92,8	58,6	11	71	31,9	86,2	50,4
Komunikační kruh	18	70,1	29,8	86,3	45,2	11	71,1	33,8	91,7	48,3
Výtvarná činnost	18	73,9	50,5	94,7	61,6	11	70,1	36	93,5	50,3
Oblékání ven - šatna	16	77	45,7	97,4	60,6	16	75,2	51,1	90	62,3
Pobyt venku	44	69	44,4	95,2	50,3	48	70,7	48,7	90,9	54,2
Příprava na oběd, oběd	18	72,5	42,7	91,1	58,3	11	72	41,3	89,9	57,7
Hygiena (čištění zubů)	16	75,2	48,9	89,5	58	20	79,7	38,9	95,4	59,2
Polední klid	16	45,4	24,7	74,3	30,1	11	52,9	23,4	81	29,5
Odpolední svačina	11	67,1	34,4	86,7	49,8	11	68	29,9	86,6	46,5
Individuální odpolední hry	10	68,1	32,2	85,8	48,5	11	71,2	36,9	94,2	51,5

### Nejstarší děti - třída Motýlci

I u nejstarších dětí byly změřené průměrné hodnoty během jednotlivých činností (viz následující tabulka). Průměrné hodnoty L<sub>Aeq</sub> dosahovaly od 51,4 dB do 77,9 dB. Nejméně hlučné činnosti (pod **70 dB**) byly komunikační kruh, výtvarná činnost, pobyt venku a polední klid. Nejhluchnější činnosti (nad **75 dB**) hygiena (mytí rukou i čištění zubů) a oblékání ven.

Tabulka 17 Průměrné hodnoty akustického tlaku v průběhu školního dne u nejstarších dětí

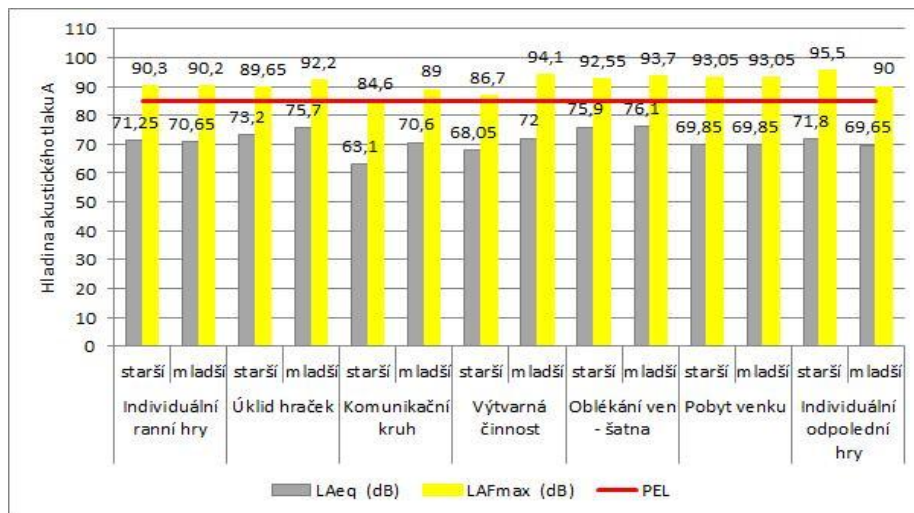
	1. měření					2. měření				
	Počet dětí	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AFmin</sub> [dB]	L <sub>AFmax</sub> [dB]	L <sub>A90</sub> [dB]	Počet dětí	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AFmin</sub> [dB]	L <sub>AFmax</sub> [dB]	L <sub>A90</sub> [dB]
Individuální ranní hry	14	70,9	39,8	87,8	56,3	14	71,6	39,4	92,8	57,3
Úklid hraček	14	72,7	55,1	90,1	62,4	14	73,7	52,7	89,2	62,5
Hygiena (mytí rukou)	18	78,5	51,1	94,7	61,9	17	76,2	56,4	88,9	65,7
Dopolední svačina	14	69	36,7	85,9	49	15	72,8	40,6	91,5	53,3
Komunikační kruh	14	60,8	29,5	82,3	38,8	15	65,4	30,4	86,9	41,1
Výtvarná činnost	14	68	35,9	89,3	49,7	16	68,1	41,1	84,1	52,4
Oblékání ven - šatna	18	77,2	46,7	93,6	61,6	16	74,6	24,5	91,5	33,5
Pobyt venku	44	69	44,4	95,2	50,3	48	70,7	48,7	90,9	54,2
Příprava na oběd, oběd	15	72,7	44,2	94,5	58	14	70,7	39,9	91,3	52,7
Hygiena (čištění zubů)	16	77,8	43,1	96,6	58	16	78,1	51,4	92,5	63
Polední klid	15	53,4	22,7	81	34,3	13	49,3	22,9	74,7	31,7
Odpolední svačina	15	73,3	42,4	89,1	56,4	-	-	-	-	-
Individuální odpolední hry	15	71,8	38,2	95,5	57,9	-	-	-	-	-

### Porovnání hladin hluku při výkonu různých činností v závislosti na věku dětí

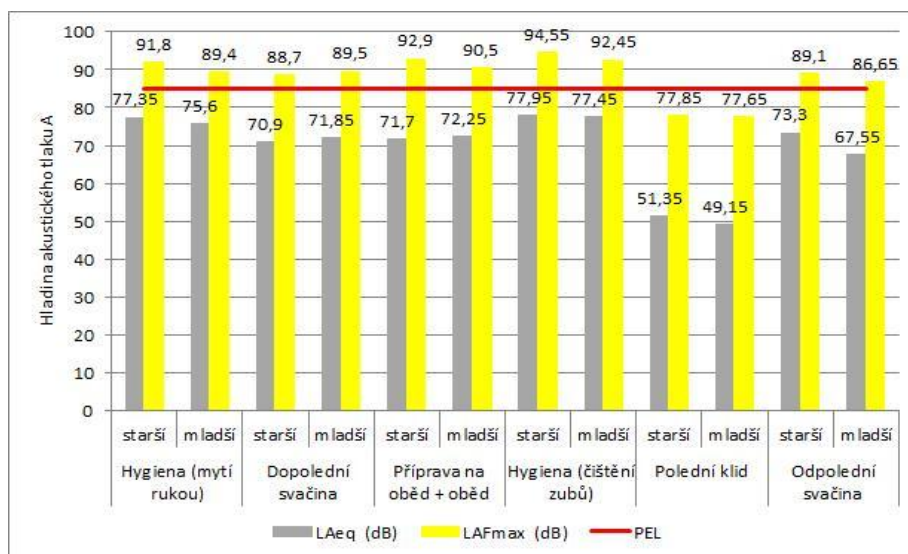
Dle očekávání mezi nejtíší činnost v MŠ patřil odpolední klid (L<sub>Aeq</sub> = 49,15 – 51,35 dB). Naopak mezi nejhluchnější hygiena L<sub>Aeq</sub> = 75,6 – 77,95 dB (čištění zubů před poledním klidem, mytí rukou) a také hluk vznikající v šatně při převlékání na pobyt venku (L<sub>Aeq</sub> = 75,9 – 76,1

dB). Na rozdíl od měření osobním expozimetrem při jednotlivých činnostech nebyl ani jednou překročen přípustný expoziční limit pro hladinu hluku (PEL =85 dB).

Statistickým testováním pomocí párového t-testu nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi staršími a dopolední směnou.



Graf 13 Hladiny akustického tlaku A - činnosti MŠ



Graf 14 Hladiny akustického tlaku A - činnosti MŠ pokračování

### Týdenní expozice

Týdenní expozice byla vypočítaná na 5 pracovních dní a na 6ti hodinové směny. Expozice pedagogů v průměru při ranní směně byla  $71,4 \pm 2,1$  dB a v odpolední směně  $70,4 \pm 2,1$  dB.

### 3.6.2 Základní školy

Měření hluku bylo realizováno na dvou ZŠ v Ostravě - Porubě. Předměty byly změřeny ve všech školních třídách na I. stupni; na II. stupni byla cíleně vybrána 7 třída, která charakterizuje věkový střed žáků druhého stupně.

#### Měření hluku před školní fasádou a měření hlukového pozadí ve školní třídě

ZŠ J. Šoupala byla sportovně založená škola s rozšířenou výukou tělesné výchovy (fotbal). Umístěná mimo hlavní komunikaci, s novou fasádou, zateplením a plastovými okny. Objem jednotlivých místností byl 205,9 m<sup>3</sup>, tři okna s plastovými skly zabíraly 18,7 m<sup>2</sup>. Stěny a strop byly zhotoveny ze sádrových omítek, ozdobené různě výzdobou a nástěnkami, v rohu místnosti umyvadlo s keramickými obklady. V přední části místnosti byla klasická školní tabule, podlahu pokrývalo PVC, v některých třídách (mladší děti) částečně koberec. Vstup do třídy zajišťovaly jedny dveře, nad kterými bylo malé plastové obdélníkové okno. Druhou měřenou školou byla ZŠ Dětská, která nabízela rozšířenou výuku tělesné výchovy (hokej, plavání). Škola byla umístěná vedle zimního stadionu, v okolí cihlové zástavy, naproti mateřské škole. Dispoziční řešení jednotlivých tříd bylo obdobné jako u ZŠ J. Šoupala, objem jedné třídy činil 205,9 m<sup>3</sup>. Na boční straně byly 3 okenní tabule, vyplněné plastovými skly, zabíraly celkem 13,2 m<sup>2</sup>. Zde nad vstupními dveřmi nebylo okno. V porovnání s první měřenou školou, bylo prostředí hlučnější; škola disponovala plastovými okny, ale původní fasádu.

Pro zjištění hlučnosti v okolí školy byl měřen hluk v chráněném venkovním prostoru stavby (v bezprostřední blízkosti ZŠ dětské byl  $L_{Aeq} \leq 60 - 65$  dB; ZŠ J. Šoupala  $L_{Aeq} = 49$  dB. Rovněž byla měřena i hladina hlukového pozadí přímo v učebně.

Tabulka 18 Hladiny hlukového pozadí v učebnách ZŠ

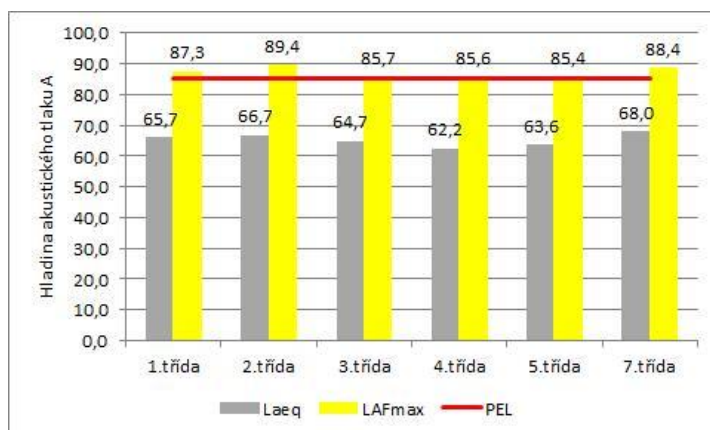
	ZŠ J. Šoupala	ZŠ Dětská
$L_{Aeq}$ [dB]	35,12	42,11
$L_{AF}$ [dB]	66,96	70,03
$L_{AFmax}$ [dB]	57,99	61,2
$L_{AFmin}$ [dB]	25,76	31,18
$L_{A90}$ [dB]	28,99	33,62
$L_{A99}$ [dB]	27,16	31,49

#### Výsledky měření hladin hluku při výuce jednotlivých předmětů

Následující výsledky ukazují zprůměrované hladiny hluku (podle vzorce  $L_{Aeq,T} = 10 \log ( 1/T \sum T_i * 10^{L_{Aeq, Ti}/10} )$ ). Opakovaným měřením nebyl zjištěn výrazný rozdíl mezi jednotlivými hodnotami, hodnoty se ve všech případech nelišily o více než 3 decibely. Na I. stupni paní učitelky většinou vyučovaly všechny předměty kromě cizích jazyků. V prvních třídách děti ještě nejsou schopny se plně koncentrovat celou vyučovací hodinu (45 minut), proto byla

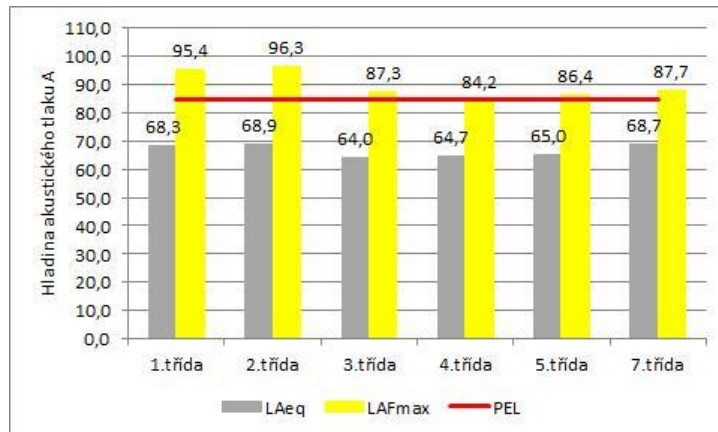
hodina koncipována spíše formou hry, aby probíraná látka děti zaujala. I ve druhé třídě bylo učivo doprovázeno různými interaktivními hrami a cvičeními, některé hodiny začínaly krátkou písničkou, básničkou. Ve třetí třídě již bývá patrný řád a klid v průběhu vyučování, děti vědí, co v průběhu hodiny můžou a co naopak nikoliv. Ve čtvrté třídě byly hry okrajovou záležitostí, důraz byl kladen na práci s učebnicí, konverzaci pedagog – žák, chození k tabuli, apod. V páté třídě se začínala projevovat nekázeň, žáci bez hlášení a vyzvání vykřikovali, překřikovali se, apod. Žáci sedmé třídy byli výrazným zdrojem hluku, protože se u nich naplno projevilo pubertální chování. Téměř ve všech předmětech byli neukáznění, byla postrádaná úcta k vyučujícímu.

**Výuka Českého jazyka** se skládala z práce s učebnicí, výkladu probírané látky, procvičování. Součástí bylo psaní a čtení, kdy žáci nahlas četli předložený text, probírali ho s pedagogem, učili se básničky. Pedagog změnou intonace hlasu zdůrazňoval důležité informace. Hladina akustického tlaku se při výuce ČJ se v jednotlivých ročnících výrazně nelišila. Nebyl překročen PEL.  $L_{A90} = 43,6 - 48,2$  dB.



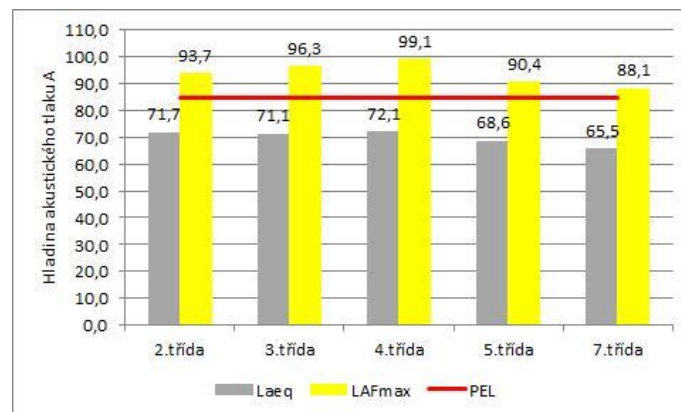
Graf 15 Průměrné LAeq při výuce ČJ

**Hodina matematika** se skládala především z početních úkolů, které byly procvičovány v sešitě i u tabule, u mladších dětí se nahlas opakovala násobilka formou zábavné hry Zmrzlík. Nejvyšší  $L_{Aeq}$  byly naměřené u nejmladších dětí (1. a 2. třída), stejně jako u nejstarších dětí (7. třída). PEL zde nebyl překročen v žádném případě.  $L_{A90} = 43,2 - 48,8$  dB.



Graf 16 Průměrné  $L_{Aeq}$  při výuce matematiky

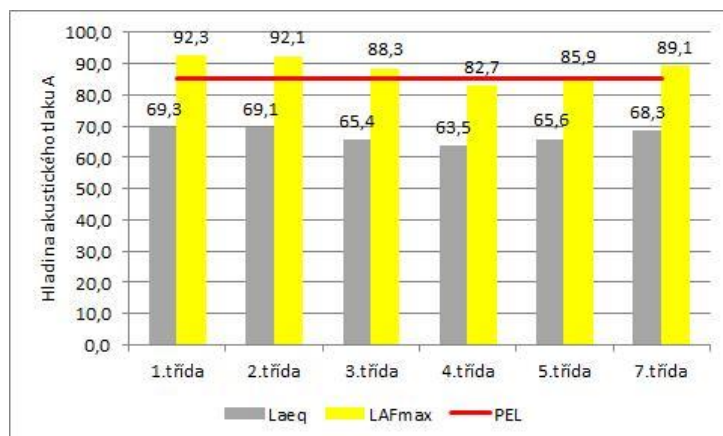
Při výuce **výtvarné výchovy** byla žákům zadána a vysvětlena práce, ti si pak během tvůrčí činnosti volně mezi sebou povídali, není zde kladen důraz na klid. Na následujícím grafu chybí hodnoty měření z první třídy, protože děti v průběhu konání studie VV neměly. Zde je překvapivé, že nejstarší děti (7. třída) mají nejnižší  $L_{Aeq} = 65,5$  dB.  $L_{A90} = 51,0 - 53,5$  dB. PEL nebyl překročen.



Graf 17 Průměrné při  $L_{Aeq}$  výuce výtvarné výchovy

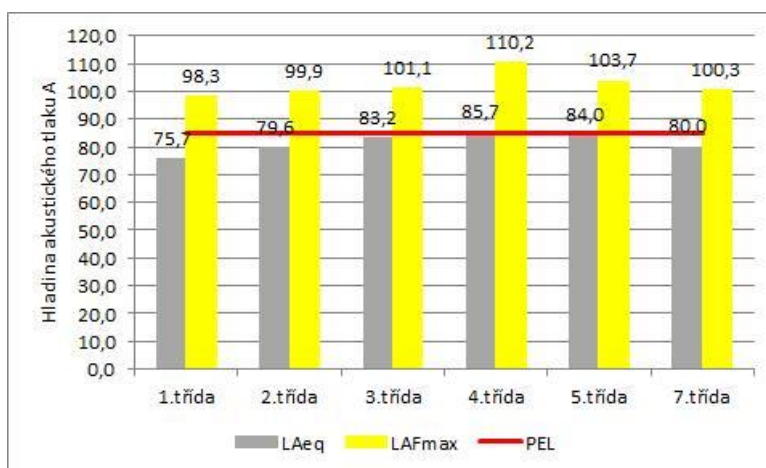
**Prvouka**, které se mění v **přírodovědu**, byla založena na konverzaci pedagoga s žáky na dané téma, doplněna interaktivními cvičeními s pracovními listy. PEL nebyl v žádné třídě překročen. Nejhluchnější byly děti při výuce prvouky v první třídě ( $L_{Aeq} = 69,3$  dB).  $L_{A90}$  bylo v rozmezí 44,4 – 49,8 dB.





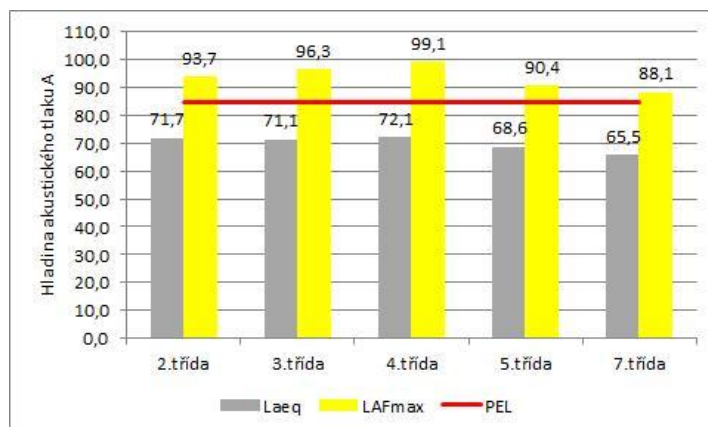
Graf 18 Průměrné  $L_{Aeq}$  při výuce přírodovědy

**Tělesná výchova** - hodina určená k pohybu dětí a zdokonalování fyzické zdatnosti, kdy se hrály různé míčové hry, děti se učily cvičit na hrazdě, kladině, kruzích. Během tohoto předmětu byly naměřeny nejvyšší ekvivalentní hladiny hluku, ve 4. třídě byl dokonce překročen PEL.  $L_{A90}$  54,4 – 70,3 dB.



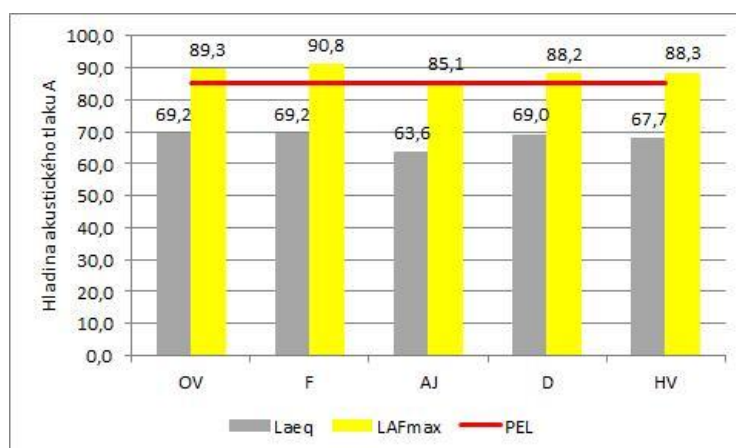
Graf 19 Průměrné  $L_{Aeq}$  při výuce tělesné výchovy

**Vlastivěda**, která se na druhém stupni mění v **zeměpis** je věda nejenom o naší vlasti, ale i celém světě. Vyučovací hodina se skládala z komunikace s žáky o probíraném tématu, práce s atlasem, mapou. Výuka vlastivědy začíná od 4. třídy. Naměřené hodnoty jsou znázorněné na následujícím obrázku. Nejhluchnější byly nejstarší děti. K překročení PEL nedošlo.  $L_{A90}$  43,7 – 45,7 dB.



Graf 20 průměrné  $L_{Aeq}$  při výuce vlastivědy/zeměpisu

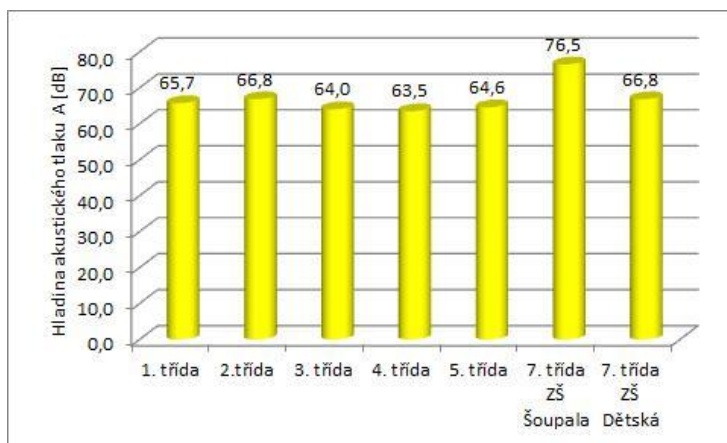
Na druhém stupni se výuka rozšiřuje o celou řadu předmětů, plus je možné navštěvovat různé volitelné předměty dle zájmů dětí. Záměrem vyučovací hodiny **Občanské výchovy** byl dialog pedagog – žák, kdy po čtení textu v učebnici následuje konverzace na dané téma. Výuka **Anglického jazyka** je již téměř na všech školách povinná a typickým znakem je přítomnost ½ žáků. Důraz byl kladen na výslovnost, procvičování komunikaci ve dvojicích, zkoušení slovíček, vlastní výuka gramatiky, poslech z nahrávky. **Dějepis** byl většinou zahájen zkoušením, poté následovalo diktování zápisu do sešitu doplněný o čtení látky z učebnice. **Fyzika** z části zaměřená prakticky, kdy se realizovaly pokusy, následoval zápis do sešitů a procvičování fyzikálních příkladů u tabule. **Hudební výchova** byl předmět, který se nám povedlo změřit pouze v 7. třídě. Náplní byl poslech hudby, hraní na hudební nástroje, zpěv, probírání hudební teorie a autorů známých děl. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou uvedené na následujícím obrázku. PEL nebyl překročen u žádného předmětu.  $L_{A90}$  38,8 – 48,8 dB.



Graf 21 Průměrná  $L_{Aeq}$  předmětů vyučovaných na II. stupni

## Týdenní expozice hluku

Ze získaných rozvrhů jednotlivých tříd bylo možné vypočítat týdenní expozici hluku. Pro výuku na I. stupni ZŠ bylo typické, že třídní učitel vyučuje žáky všechny předměty, s výjimkou tělesné výchovy, kterou měl na starosti jiný pedagog. Na II. stupni pedagog vyučoval předměty podle své specializace. Třídní učitel na ZŠ Šoupala vyučoval zeměpis a tělesnou výchovu. Třídní učitel na ZŠ Dětské vyučoval přírodopis, anglický jazyk a výtvarnou výchovu. Týdenní expozice u pedagogů II. stupně byla vypočtena pouze pro 7. Třidu, ale musíme myslet na to, že pedagogové II. stupně vyučují i jiné třídy, takže expozice budou pravděpodobně ještě vyšší. Hodnoty  $L_{Aeq}$  byly u 7. Třídy na ZŠ Šoupala o 10 dB vyšší než na druhé měřené škole, protože třídní učitel vyučoval TV (námi změřen jako nejhluchnější předmět).



Graf 22 Týdenní expozice pedagogů ZŠ

### 3.6.3 Doba dozvuku v jednotlivých výukových místnostech

Zjištěné hodnoty doby dozvuku obsazené místnosti byly porovnávány s optimální dobou dozvuku  $T_o = 0,7$  [s] pro kmitočet 1 kHz stanovené dle ČSN 73 0527 pro prostory učeben a poslucháren. Pro obsáhlost dat jsou dále uvedeny pouze výsledky měření dle Eyringa pro obsazenou místnost (počet dětí + pedagog, v MŠ + asistent pedagoga), tedy podmínky ve kterých pedagog dennodenně vykonává své povolání. Z výsledků je patrné, až ani na jedné ZŠ nebylo dosaženo optimální doby dozvuku  $T_o = 0,7$  [s]. V MŠ jsou naměřené hodnoty nižší než na ZŠ a přibližují se optimální době dozvuku pro výukové místnosti. V MŠ Exilu byly všechny třídy těsně pod limitem ( $T_o = 0,7$  [s]) pro optimální dobu dozvuku, měly totiž nejmenší objem vzhledem k ostatním třídám. Detailněji jsou výsledky popsány v práci Hodnocení mimo-sluchového účinků pedagogických pracovníků (Machaczka, 2014), která vznikla rovněž z výsledků této studie

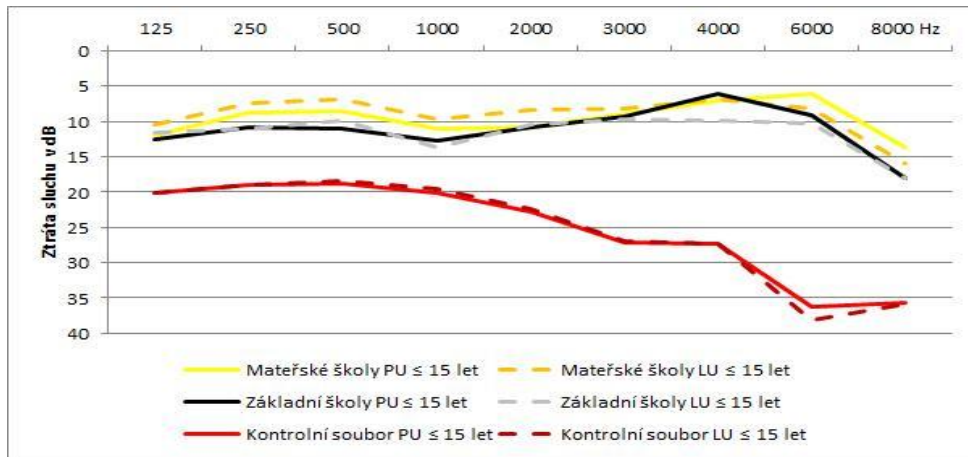
Tabulka 19 Vypočtená doba dozvuku pro kmitočet 1 kHz v místnostech na ZŠ a MŠ

	Základní školy					Mateřské školy			
	Místnost	Počet dětí	$T_e$ [s] dle Eyringa	$T_o$ [s] dle ČSN		Místnost	Počet dětí	$T_e$ [s] dle Eyringa	$T_o$ [s] dle ČSN
ZŠ Dětská	A	26+1	0,92	0,7	MŠ Dětská	Amálka	27+2	0,72	0,7
	B	20+1	1,00	0,7		Beruška	24+2	0,82	0,7
	C	18+1	1,05	0,7		Cvrček	27+2	0,78	0,7
	D	23+1	0,93	0,7		Dráček	27+2	0,79	0,7
	E	23+1	1,02	0,7		Beruška	28+2	0,77	0,7
	F	22+1	0,95	0,7		Kytička	27+2	0,8	0,7
ZŠ J. Šoupala	G	23+1	0,95	0,7	ZŠ Dvorní	Motýlek	27+2	0,8	0,7
	H	14+1	1,17	0,7	Sluníčko	27+2	0,82	0,7	
	I	16+1	1,16	0,7	Červená	24+2	0,61	0,7	
	J	16+1	1,10	0,7	MŠ Exilu	Oranžová	25+2	0,61	0,7
	K	23+1	1,04	0,7	Zelená	23+2	0,66	0,7	
	L	22+1	1,10	0,7					

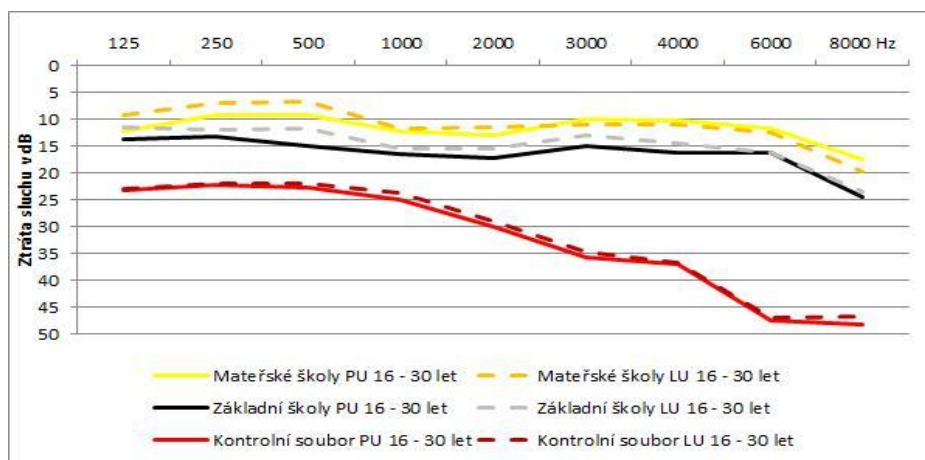
### 3.7 Porovnání sluchového prahu mezi pedagogy a kontrolním souborem

U kontrolního souboru (respondenti exponováni hluku v pracovním prostředí) jsme zaznamenali výraznější sluchové ztráty. Již u respondentů první kategorie (délka praxe do 15 let), je viditelný pokles sluchového prahu. Fyziologický práh sluchu měla jenom první kategorie na hlubokých frekvencích, jinak vždy byl zaznamenán zhoršený sluchový práh. S prodlužující se délkou expozice hluku u kontrolního souboru je patrný pokles sluchového prahu zasahující i do oblasti rozumění lidské řeči (4 kHz). Četnost lehké nedoslýchavosti u žen s délkou praxe nad 31 let byla zaznamenána ve 44 %. Výskyt středně těžké nedoslýchavosti ve 4 %. U souboru pedagogů ZŠ byl výskyt lehké nedoslýchavosti, v kategorii se stejnou délkou praxe, pouze 6 %.

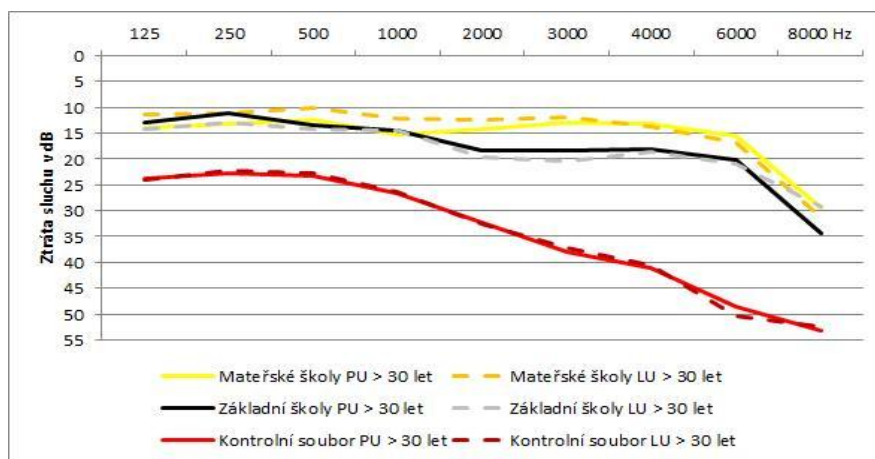
V závislosti na délce praxe, bylo zaznamenáno i u pedagogů lineární zhoršování sluchového prahu. Nejzřetelněji na vysokých frekvencích, což můžeme označit za přirozenou známku stárnutí sluchového aparátu. Vždy se jednalo o percepční typ nedoslýchavosti. Za 15 let praxe se zhoršil sluchový práh o 6 decibelů u pedagogů základních škol, o 3 decibely u pedagogů mateřských škol a o 12 decibelů u kontrolního souboru.



Graf 23 Porovnání ztrát sluchu pedagogů s kontrolním souborem (délka praxe do 15 let)



Graf 24 Porovnání ztrát sluchu s kontrolním souborem (délka praxe 16 - 30 let)



Graf 25 Porovnání ztrát sluchu pedagogů s kontrolním souborem (délka praxe nad 30 let)

## 4 Diskuze

Existuje málo informací o hlučnosti ve školských zařízeních. (Chatzakis, 2014) Avšak hluk ve školách, školkách může představovat vážnou překážku nejen pro vzdělávání dětí, ale především negativně ovlivňuje pedagoga. I když se za nejpokročilejší oblast ochrany zdraví považuje ochrana před hlukem a vibracemi při výkonu povolání, pedagogickým pracovníkům se nevěnuje žádná pozornost. Světová zdravotnická organizace uznala ztrátu sluchu způsobenou hlukem za nejběžnější nevratnou nemoc z povolání. (Šolc, 2011) Podle brožury SZO – Hluk ve školách (brožura 38) by měli být i učitelé, jako profesní skupina, zkoumání z hlediska zvukových zátěží a chráněni před nimi. V naší republice jsou pedagogové zkoumání spíše sporadicky, doposud do žádné rizikové skupiny zařazení nebyli. SZO uvádí, že učitelé jsou dlouhodobě exponováni hladinám hluku z různých zdrojů, což se negativně odráží na jejich zdravotním stavu a kvalitě profesního i soukromého života. Akustická vyrovnanost je důležitou součástí celkové pohody ve školním prostředí. Zdravé zvukové prostředí ve škole má stimulační účinky na výkon žáků i učitelů. Poslední výzkumy se soustředily na chování žáků a učitelů prvního i druhého stupně škol. (Hluk ve školách, 2002). Přijatelná hladina hluku u běžné komunikace je 45 – 50 dB. Takhle nízké hodnoty hluku jsme nezaznamenali ani při jednom měření na ZŠ a MŠ. V průměru se námi naměřené hodnoty pohybovaly od 65 – 80 dB.

Většina energie vynaložená během mluvení přísluší frekvencím od 100 až po 6 kHz, ale nejdůležitější pro komunikaci je oblast 300 – 3000 Hz. Hluk emitovaný současně s mluveným slovem má maskovací efekt a činí řeč nesrozumitelnou. Čím vyšší je hladina tohoto hluku a čím více se jeho frekvence blíží frekvenci mluveného slova, tím je řeč pro posluchače méně srozumitelná. (Hluk ve školách, 2002) Ve zkoumaném souboru pedagogů pokles sluchu pouze minimálně zasahoval do oblasti řeči, kdežto u kontrolního souboru, již první kategorie měla zhoršené slyšení na frekvencích důležitých pro komunikaci. Rušivý efekt hluku interferujícího s mluveným slovem představuje problém zejména pro osoby s poruchami sluchu.

Srozumitelnost mluveného slova závisí na hlasitosti řeči a výslovnosti řečníka, charakteru rušivého hluku, typu místností, kde se přednáší (doba dozvuku). Srozumitelnost řeči je ovlivněna i dobrým sluchem posluchače, pozorností s jakou přednášku sleduje a vzdáleností od řečníka. Ve vnějším prostředí se hladina zvuku snižuje přibližně o 6 dB (A) při každém zdvojnásobení vzdálenosti mezi řečníkem a posluchačem. (Hluk ve školách, 2002)

Experti na komunikaci řeči požadují, aby pro charakteristiku akustiky vnitřního prostoru (třídy) byl využíván artikulační index (AI) nebo index rychlého přenosu řeči (rasti – rapid speech transmission index). WHO bohužel tyto indexy nepodporuje. (Hluk ve školách, 2002). A ani v naší republice se indexy v prostředí škol nepoužívají. Ve výukovém prostředí je důležité dosažení akustické pohody, která zlepšuje soustředění žáků, ovlivňuje hlasovou zátěž pedagogů.

Akustiku při výuce negativně ovlivňuje i konverzace dětí a vyrušování. Proto učitelé dbají, aby byl při výuce klid. (Hluk ve školách, 2002; Lundquist, 2000) Další zdroj uvádí, že aktivita dětí během výuky je dominantním zdrojem hluku a zvyšuje průměrné hladiny hluku o 10 dB (A). (Sato, 2008) Hluk během výuky v šetření vnímalo 90 % pedagogů, z toho 89 % ho považovalo za rušivý element. Nejvýznamnějším zdrojem hluku, který ovlivňuje akustické klima třídy, byl hluk vznikající z jakékoliv aktivity dětí. 78 % pedagogů uvedlo, že tento hluk negativně ovlivňuje jejich výkon (35 % vyrušování žáků, 28 % hlasové projevy). Vliv na vnitřní klima třídy má rovněž chod technických zařízení, manipulace se stoly a židlemi a hluk z venkovních prostor (umístění školy). Hluk z venkovních prostor nutí pedagogy zavírat okna a zvyšovat hlas.

Hladina hluku na základních školách během vyučování závisí na počtu žáků, způsobu výuky, druhu probírané látky, typu aktivit, ročníku školní docházky. (Paunovic, 2013; Koszarny, 1995) Práce ve skupinách byla o 5-7 dB (A) hlučnější než frontální výuka a individuální činnosti. Třídy s více než 30 žáky byly o 3 dB (A) hlučnější než třídy, ve kterých bylo méně než 25 žáků. (Paunovic, 2013) Ideální akustické podmínky jsou ve třídách s počtem žáků nižším než 15. (Koszarny, 1995) My jsme neprokázali statisticky významný rozdíl v závislosti na počtech žáků. Hodnoty hluku ovlivňoval do značné míry temperament pedagoga. Čím více byl učitel kreativní, zapojoval do výuky různé druhy aktivit, tím jsme získali hodnoty vyšší. Proto nám za nejhlučnější prostředí vyšly třídy první a druhá, ve kterých naopak bylo nejméně dětí. Mladší děti nejsou schopny se plně koncentrovat celou vyučovací hodinu, proto pedagog zařazoval do výuky různé hry pro zvýšení pozornosti, což také ovlivnilo hladinu hluku ve třídách.

Zahraniční studie prezentují následující výsledky hladin hluku na základních školách. V obsazených třídách: Dánsko  $79,9 \pm 3,4$  dB(A) (Voss, 2005); dle WHO 75 – 81 dB(A), Bratislava 27 - 70 dB(A). Studie studentů VŠTE v Českých Budějovicích ukázala, že hluk v učebnách ve čtyřech náhodně vybraných školách, několikanásobně překračuje normu a má výrazný vliv na zvýšenou tepovou frekvenci učitelů. Jiným případem je polský výzkum oblastního inspektorátu pro zdraví a bezpečnost, kde jsou alarmující závěry v důsledku

vysoké hladiny hluku ve školách, která se běžně pohybovala v rozmezí 85 - 89 dB (29 % dětí má drobné problémy se sluchem). (Strnad, 2016) Nejvyšší úroveň hluku byla naměřena na chodbách během přestávek 60 - 95 dB (A) a v jídelnách 82 - 94 dB (A). (Paunovic, 2013) V našem souboru jsme naměřili nižší hladiny hluku v učebnách ( $L_{Aeq,8h}$  62,2 – 85,7 dB). Týdenní expozice pedagoga je 63,5 – 76,5 dB. PEL 85 dB při výuce 13 různých předmětů byl překročen jednou, a to ve čtvrté třídě při tělesné výchově ( $L_{Aeq}$  85,7 dB). I při předmětech, jako je výtvarná a hudební výchova, kde se žáci mohli hlasově projevat, byly dodrženy přípustné expoziční limity. Pozorování v některých školách v Anglii a Walesu ukázala, že v 18 % škol druhého stupně jsou některé třídy exponovány hluku přesahujícím 65 dB (A). (Hluk ve školách, 2002) U nás kromě jednoho předmětu (výuka AJ, kdy je ve třídě polovina žáků – žáci se dělí do skupin) byl překročen výše zmíněný limit ( $L_{Aeq}$  63,6 – 80,0 dB).

V hodině tělesné výchovy jsou hladiny hluku obvykle vyšší než 90 dB. (Koszarny, 1995) My jsme opět zaznamenali nižší hodnoty  $L_{Aeq}$  75,7 – 85,7 dB,  $L_{AFmax}$  98,3 – 110,2 dB. Učitelé tělocviku trpí skutečnou poruchou sluchu, protože v tělocvičně tráví téměř celý pracovní úvazek. Kromě hluku na ně působí i vibrace. (Strnad, 2016) Tělocvična je velmi hlučným prostorem s ne příliš dobrou akustikou. Hodnocení sluchového prahu jsme neprovedli, protože se do studie zapojilo málo učitelů TV. Ze studie bylo mužské pohlaví vyloučeno úplně pro malý počet respondentů (7,8 %). Sluch u mužů se zhoršuje rychleji než u žen. (Dube, 2011; Kovalová et al., 2016; Pray et al., 2005; Helzner et al., 2005) Výsledky hodnocení kvality sluchu učitelů ženského pohlaví však ukázaly, že pedagožky disponují výborným sluchovým prahem i po 30 letech praxe.

Ve Švédsku bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku A během výuky matematiky (58 – 69 dB) – měřeno pouze 20 minut uprostřed lekce. S těmito výsledky se naše měření shoduje ( $L_{Aeq}$  64 - 68,9 dB). Nejhluchnější byla druhá třída, následována žáky sedmé třídy. Délka našeho měření byla 40 minut. Naměřené hodnoty mají vyšší vypovídající hodnotu.

Studie provedená v Brazílském městě Marilía ve školce byla téměř identická jako naše. Intenzita hluku se pohybovala v rozmezí 40,6 – 116,6 dB. Starší děti produkovaly vyšší hladinu akustického tlaku než mladší, úroveň se lišila od druhu činnosti. Malování a psaní byly nejtisší aktivity, zatímco volné aktivity a hry nejhluchnější. Ve všech případech, kromě odpoledního klidu, byl překročen limit stanovený WHO. (Kemp, 2013) I v naší studii jsme měřili vždy nejstarší a nejmladší děti a došli jsme ke stejnému závěru: hluchnější byly starší děti. Nejhluchnější aktivita námi změřená byla hygiena (mytí rukou před jídlem, čištění zubů před poledním spánkem) a oblékání v šatně před vycházkou. Nejtisší, jak se dalo očekávat,



odpolední klid. V naší studii jsme při menším počtu dětí naměřili vyšší hladiny akustického tlaku A. PEL 85 dB, nebyl překročen ani v jednom případě. Jiná studie na Krétě udává hodnoty hluku 71,6 - 82,9 dBA (Chatzakis, 2014). WHO změřila hlučnost hraček 79 – 140 dB A.

V našem souboru v obsazených třídách MŠ byly naměřeny obdobné hodnoty jako ve výše jmenovaných studiích  $L_{Aeq,8h}$  79,2 - 96,5 dB. Týdenní expozice MŠ  $70,4 \pm 2,1$  dB. U mateřských škol jsme získali poměrně vyšší hodnoty hluku, než na základních školách, především když jsme měřili jednotlivé činnosti. Vnitřní hluk ve školských zařízeních byl ovlivněn členitostí prostoru (učebny, provozní místnosti, jídelní místnosti), přemírou hraček, špatnou izolací (dveře a okna).

Pro hodnocení akustického prostředí při výuce je důležitým ukazatelem doba dozvuku. Dlouhá doba dozvuku (vyšší než 1,5 vteřiny) má tendenci hluk vytvářený dětmi zesilovat. Krátká doba dozvuku (mezi 0,5- 1,0 vteřinou) má účinek tlumivý. (Hluk ve školách, 2002) V Dánsku v letech 1997-1998 byla provedena rozsáhlá studie vnitřního klimatu ve školkách. Výsledky ukázaly, že doba dozvuku pro vnitřní prostory musí být menší než 0,6 s. Legislativní podmínky byly splněny pro 90% zkoumaných školek (176). Průměrná doba dozvuku byla 0,41 s. (Voss, 2005) Podrobné akustické měření 27 klasických obdélníkových tříd na základních školách poblíž kanadské Ottawy ukázalo, že doba dozvuku v neobsazených třídách se pohybovala 0,3 – 0,7 s průměrem 0,45s. (Sato, 2008) Pedagogové pracující ve třídách s dlouhou dobou dozvuku považovali sociální klima za méně příznivé. (Persson, 2013) V našem bádání jsme zjistili, že všechny základní školy mají horší dobu dozvuku než mateřské školy. Ani v jedné ZŠ ( $T_{[s]}$  0,92 – 1,10 s) nebyl dosažen limit  $T_o = 0,7$  [s] pro kmitočet 1 kHz stanovené ČSN 73 0527 pro učebny a posluchárny v České republice. Prostedí školek je na tom lépe.  $T_{[s]}$  byl kolem limitu (0,61 – 0,82 s). Hluk a špatná akustika ve školních prostorách výrazně snižují srozumitelnost řeči. Negativními faktory jsou především hladina hluku v pozadí a doba dozvuku. (Wall, 2008) V literatuře se obecně doporučuje vytvořit alespoň 15 dB rozdíl signál-šum v celé třídě (s řízenou dobou dozvuku 0,5 sekundy), aby bylo zajištěno, že všichni zúčastnění posluchači jsou schopni přijímat signál bez degradace. (Nelson, 2000; Picard, 2001; Houtgast, 1981; Bradly, 1986) Bradly a Sato dokázali, že pro menší děti je lepší pro srozumitelnost řeči rozdíl signál-šum 20 dB. (Bradly, Sato, 2008)

Na fyziologické presbyakuzi se podílí pouze stárnutí, na patologické exogenní a endogenní faktory. (Hahn et al., 2015) Jestliže je vnitřní ucho vystaveno zvukovým hladinám nad  $L_{Aeq,8h} = 85$  dB po dobu 40 hodin týdně v průběhu života, vzniká riziko, že smyslové vlásky vnějších

vláskových buněk budou v důsledku energetického vyčerpání významně poničeny. Tato porucha se vyvíjí pomalu během řady let a často nemusí být exponovanou osobou vnímána. (Hluk a zdraví, 2001)

Mezi první příznaky poškození sluchu patří nesnáze porozumět běžnému hovoru při nízkých hladinách okolního hluku. (Hluk a zdraví, 2001) Pedagogové disponovali výborným sluchovým prahem, maximálně se u nich vyskytoval lehký stupeň nedoslýchavosti. Naopak tomu je u kontrolního souboru, který už po 15 letech praxe vykazoval značné poruchy sluchu. U pedagogů hladiny hluku při výuce nepřekračovaly hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu ustáleného i proměnlivého hluku podle nařízení vlády č. 148/2006 Sb. Ekvivalentní hladina akustického tlaku  $L_{Aeq,8h}$  se rovná 85 dB. Tudíž se u nich projevila pouze stařecká presbyakuze a nikoliv ohrožení sluchu z důvodů expozice hluku na pracovišti, jako jsme při začátku práce očekávali. Jiný zdroj ovšem uvádí, že již při minimální hladině 70 dB (A) přes den dochází k postižení sluchu, ke zhoršení koncentrace, řeči a čtení u dětí. Zhoršení komunikace v mluveném slovu dochází při minimální hladině 55 dB (A). (Krejsová, 2008) V naší studii jsme využívali hodnotu 85 dB, která je dána Zákonem č. 258/2000 Sb.

Nespecifické (mimo-sluchové) účinky hluku se projevují dříve než specifické. Každé zvýšení hluku o jeden decibel může přinést zhoršení nervové soustavy. Z fyziologického hlediska neexistuje adaptace lidského organismu na hlučné prostředí. Hluk působí na všechny orgány a navíc negativně ovlivňuje i psychiku. (Hluk a zdraví, 2001) V roce 2015 byl zaznamenán nárůst počtu úrazů s následnou pracovní neschopností v oboru vzdělávání o 8,2% a četnost o 8,6%. (Mrkvička, 2016, BOZP, Pracovní úrazovost) Otázkou zůstává, co je příčinou vyšší úrazovosti, jestli hluk na pracovišti, nebo psychicky náročná práce, kterou učitelské povolání bezesporu je. Pracovní úvazek učitelé I. stupně je 20 – 22 hodin týdně přímé práce s dětmi. Úvazek ovšem navyšují dozory během přestávek a v jídelnách, suplování, doučování, vedení kroužků, mimoškolní aktivity, příprava na vyučování, opravování sešitů, školení, komunikace s rodiči.

Práce pedagoga je často pod nemalým psychickým a časovým tlakem. Mnozí z nich nemají ani o přestávkách dostatek prostoru napít se (což je důležité pro jeho hlasivky), najíst se, anebo si zajít na toaletu. V anketě učitelé uváděli celoroční vysokou fyzickou i psychickou zátěž - velkou únavu především ke konci školního roku, poruchy spánku, nesoustředěnost, bolesti hlavy, psychické problémy, nevyrovnanost, nepřiměřené reakce na běžné podněty, nechť do práce, syndrom vyhoření aj. (Charvátová, 2016) Pracovní zátěž učitelů psychická i fyzická není také správně hodnocena a doceněna z hlediska bezpečnosti a hygieny práce. Podle Kategorizace práce dle zákona 258/2000 Sb., patří učitelé do kategorie 2 psychická

zátěž. Nepodařilo se ale hodnotit jednotlivá pracoviště, provést měření hluku, např. v tělocvičně nebo školní jídelně, kde je vysoká koncentrace žáků a hluku (OOPP na ochranu uší nelze použít) a přitom hluk prokazatelně působí na psychiku učitelů. (Charvátová, 2016)

Zkoumaní pedagogové nejčastěji ze zdravotních obtíží pociťovali únavu (72 %), poruchu soustředění (69 %), bolesti hlavy a stres (54%). Dlouhodobé působení hluku může vedle poruch sluchu vyvolat i celou řadu onemocnění – stres, nespavost, změny krevního tlaku, neurózy. Česká studie zaměřující se na přístup učitelů ke zdraví zaznamenala výskyt únavy ve 47 % psychické napětí 37,9 %. (Kožená, 2006)

Studie, které probíhaly v Anglii, Portugalsku, Švýcarsku a Hong Kongu, shodně ukázaly, že učitelé, si stěžovali na snížení pracovní pohody a zvýšenou hlasovou únavu. Tato únava byla zaznamenána již při relativně nízkých hladinách externího hluku  $L_{10}$  60 dB (A). (Hluk ve školách, 2002)

### **Doporučení pro snížení hluku ve školských zařízeních**

Vzhledem k tomu, že většina škol je umístěna ve starých zástavbách, je potřeba udělat možné zásahy do vnitřních prostor škol, pro zlepšení akustiky, a tím i pro zpříjemnění výuky nejenom pedagogům, ale i dětem. V nově postavených školách je lepší akustika a při kolaudaci musí být dodrženy příslušné normy (viz výše).

Pracovní skupina Hearing association (Asha) doporučila zavést, ve všech školních třídách a výukových prostorech, vhodné akustické prostředí, v souladu s American National Standards Institute (ANSI). Prázdné třídy hlučnost do 35 dBA. Poměr signál-šum by měl být alespoň 15 dB. Doba dozvuku v neobsazené třídě nesmí přesáhnout 0,6s, v menších učebnách 0,7s. (American National Standards Institute, 2002) Brazilská Asociace technických norem (ABNT) Standard NBR 10152 doporučuje, aby hladina hluku ve školách nepřesáhla hladinu akustického tlaku 50 dB (SPL) a zároveň byla nižší než lidských hlas, který odpovídá 60 dB (SPL) při normální intenzitě. (Kemp, 2013)

Vhodně izolovat hluk pocházející z dopravy v okolí školy a snižovat hluk z chodu zařízení umístěných uvnitř v budově školy (topení, větrání apod.). Ochrana před ním je ošetřena vládním nařízením 502 z roku 2004, k jehož naplnění lze využít i platnou technickou normu ČNT 73 0532 Akustika z roku 2000. Dodržení norem pro hluk je sledováno hygienickou službou při schvalování staveb nových školních budov a stavebních úprav budov stávajících.

Akustika musí zajišťovat několik dílčích úkolů (ochranu budov proti zvuku z venkovního prostoru - urbanistická akustika; ochranu proti hluku uvnitř budovy; snížení hlučnosti prostředí a zajištění srozumitelnosti a dobrého poslechu - prostorová akustika). Tyto úkoly

musí být řešeny situováním budovy, dispozičním řešením objektu, výběrem stavebních konstrukcí, snížením hluku vyvolaného technickým zařízením budovy, prostorově akustickým řešením vnitřních prostorů. (Stará, 2015)

Specifickým zdrojem hluku ve školních prostorech je hluk pocházející z lidské činnosti, především z komunikace a zvuk vznikající užíváním zařízení, pomůcek, hraček, herního nářadí. Ústní komunikace je činnost žádoucí a přímo souvisí s posláním školy. Spontánní projevy žáků, křik, dupot, vyrušování ve výuce nutí pedagoga zvyšovat hlas. Výukové prostředí se rázem stává pro všechny strany únavné, ale i stresující. S hluky vnějšími i vnitřními se ve škole musí počítat a korigovat je správnou akustikou. Kontaminace ve škole vznikají v důsledku špatného architektonického řešení školních prostorů. Svůj vliv hraje materiál použitý na stěnách, podlahách, oknech, dveřích. Dále má vliv špatné řešení interiérů, nevhodně zvolený nábytek a nedostatek dekorací. V učebnách musí být snadno porozumět řečovému projevu pedagoga v jakékoliv části místnosti. Nesmí docházet k ozvěnám ani utlumení zvuků. Cílem je vytvořit rozmanitý prostor, rozčlenit velký prostor. Doba dozvuku a potenciální hluk může být snížen pomoci akustické stropní desky, tapety a koberce, (Wall, 2008), změnou tvaru prostoru, změnou funkční náplně prostoru (tvorba koutků) atd.. (Urbanová, 2010) SZO dokládá, že z ekonomického hlediska se vyplatí v nových stavbách vybudovat akusticky odpovídající podmínky, než později draze prostory upravovat. (Hluk ve školách, 2002)

V rámci zpříjemnění výukového prostředí se ve většině škol upouští od klasického zvonění zvonkem, které sloužilo jako signalizace k zahájení a ukončení výuky. Některé školy jej nahradily reálnou melodií, jiné v různých prostorách rozmístily hodiny a děti se řídí pouze časovým údajem.

## 5 Závěr

Statistickým testováním bylo potvrzeno zhoršování sluchového prahu pedagogů mateřských a základních škol s délkou praxe (nejzřetelněji na vysokých frekvencích), která ovšem vysoce koreluje s věkem. Výsledné audiogramy neodpovídají ztrátám sluchu z profesionální expozice hluku, ale procesům stárnutí sluchového aparátu vlivem věku. Tento fakt byl potvrzen i komparací sluchového prahu s kontrolním souborem, který byl tvořen respondenty ženského pohlaví pracujícími po celý svůj život v riziku hluku. Respondenti z kontrolního souboru exponovaní rizikovým hladinám hluku v pracovním prostředí, disponují výrazně horším sluchovým prahem, a to nejenom na vysokých frekvencích.

V šetření nebyla potvrzena původní hypotéza, která předpokládala, že hluk vyprodukovaný ve školním prostředí může mít na sluch pedagogických pracovníků negativní vliv. Naopak výsledky studie zjistily, že výuka v mateřských a základních školách nemá vliv na kvalitu sluchového prahu pedagogických pracovníků. Vzhledem k tomu, že studie sledující expozici hluku ve školních zařízeních jsou ojedinělé, bylo by vhodné se touto problematikou i nadále zabývat a zaměřit se také na mimo-sluchové účinky hluku u pedagogických pracovníků a to zejména na vliv hluku na kardiovaskulární systém, včetně sledování krevního tlaku, poruchy spánku, únavu, stres, problémy s komunikací, neurologické obtíže, problémy při duševní činnosti aj.

Průměrná ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A$  během výuky bez vztahu k věku a druhu vyučovaného předmětu byla  $68 \pm 3,4$  dB. Nejhluchnější předměty byly tělesná a výtvarná výchova, nejtichší naopak anglický jazyk. Statisticky významný rozdíl testováním  $L_{Aeq,T}$  nebyl potvrzen v závislosti na počtu dětí. Žáci první a druhé třídy byli nejhluchnější z prvního stupně. V mateřských školách byly naměřeny nejnižší hodnoty (pod 50 dB) během odpoledního klidu. Nejvyšší při hygieně (mytí rukou před jídlem, čištění zubů) a v šatnách při chystání se ven. Výuka v hlučném prostředí vede k redukcí srozumitelnost řeči, slyšení a rozumění, zhoršuje kognitivní funkce, ovlivňuje jak pedagogy, tak i žáky. Zdrojem hluku jsou především děti. Rušení externími zdroji nebylo pozorováno. S rostoucím hlučným se výuka pro pedagoga stává nepříjemná, ztrácí motivaci.

Pedagog je exponován menší hladině hluku, než osoby pracující v těžkém průmyslu, ale i přesto by jim měla být věnována pozornost. Právě v zaměření studie na měření ekvivalentních hladin akustického tlaku  $A$  ve školských zařízeních vidíme přínos předkládané práce. Hluk pod kritickou úrovní ve spojitosti s psychicky náročným povoláním, kterým učitelská profese bezesporu je, může iniciovat celou řadu zdravotních obtíží.

## 6 Literatura

1. Albera R, Lacilla M, Piumetto E, Canale A. Noise-induced hearing loss evolution: influence of age and exposure to noise. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010 May;267(5):665-71.
2. American National Standards Institute. Standard S12.60-2002. Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools; 2002.
3. Bargár Z, Kollár A. Praktická audiometrie. 1. vyd. Martin: Osveta, 1986.
4. Bencko V. Hygiena: Učební texty k seminářům a praktickým cvičením. 2. přeprac. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2002.
5. Beran V. Chvění a hluk. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010.
6. BOZP info. V Polsku akustické prostředí ve školách již řeší, u nás e o tom začíná hovořit. Zdroj magazín ECO for sustainable design, 2016.
7. Bradley JS, Sato H. The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *J Acoust Soc Am* 2008;123:2078-86.
8. Bradley JS. Speech intelligibility studies in classrooms. *J Acoust Soc Am* 1986;80:846-54.
9. Brhel P, Manoušková M, Hrnčič E. Pracovní lékařství: Základy primární pracovnělékařské péče. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005.
10. Cechnerová A, Bouček J. Nedoslýchavost v ordinaci praktického lékaře. *Medicína pro praxi*. 2011, 8(6), 272-274.
11. Clark WW, Ohlemiller KK. Anatomy and Physiology of Hearing for Audiologists. 1st ed. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning, 2008.
12. Concha-Barrientos, M, Campbell-Lendrum, D, Steenland, K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. Geneva: World Health Organization, 2004.
13. Corra, L. Children and noise: Children's Health and the Environment. Training Package for the Health Sector: World Health Organization, 2009; 50 p.
14. Čada K, Šlapák I, Hoffmannová D. Základy otorinolaryngologie. 2. přeprac. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1996.
15. Čapek R. Třídní klima a školní klima. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2010.
16. Čihák R. Anatomie 3. 2. upr. vyd. Praha 7 : Grada Publishing, 2004.

17. ČSN 73 0527. Akustika: Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 2005.
18. ČSN 73 0532. Akustika – ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 2010.
19. ČSN EN ISO 266. Akustika – Vyvolené kmitočty. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 1999.
20. ČSN EN ISO 3382 -2 (73 0534). Akustika – Měření parametrů prostorové akustiky – Část. 2: Doba dozvuku v běžných prostorech. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 2009.
21. ČSN EN ISO 354 (73 0535). Akustika – Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 2003.
22. ČSN ISO 73 0525. Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 1998.
23. ČSN ISO 9612. Akustika - Určení expozice hluku na pracovišti - Technická metoda. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; Akustika Praha s. r. o., 2010.
24. Dokládal M, Páč L. Anatomie člověka III. : Systém kožní, smyslový a nervový. 1. vyd. Brno: Vydavatelství Masarykovy univerzity, 1995.
25. Dube KJ, Ingale LT, Ingale ST. Hearing impairment among workers exposed to excessive levels of noise in ginning industries. *Noise Health*. 2011 Sep – Oct;13(54):348-55.
26. Ewertsen HV, Birk-Nielsen H. Social Hearing Handicap Index. Social Handicap in relation to Hearing Impairment. *Audiology* 12: 180-187, 1973.
27. Garrison-Diehn CH. Age-Related Hearing Loss. *Encyclopedia of Geropsychology*. Springer Singapore 2015. 1-6. Dostupné z:
28. Golmohammadi R, Ghorbani F, Mahjub H, Daneshmehr Z. Study of school noise in the capital city of Theran-Iran. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 2010, Vol. 7, No. 4, pp. 365-370
29. Guidelines for Community Noise. In: World Health Organization. Geneva, 1999.

30. Hahn A. Otoneurologie a tinitologie. 2., doplněné vydání. Praha: Grada, 2015, 144 s. ISBN 978-80-247-4345-5.
31. Hahn A. Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 390 s. ISBN 978-80-247-0529-3.
32. Hájková E. Rétorika pro pedagogy. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2011.
33. Havránek J. Hluk a zdraví. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1990.
34. Helzner EP et al. Race and Sex Differences in Aged-Related Hearing Loss The Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society*. Volume 53, Issue 12; 2005.
35. Hluk a zdraví. Dokument WHO. Praha. SZÚ, Fortuna, 2001.
36. Hluk ve školách - Česká republika. Přel. Markvart, K. Praha: Státní zdravotní ústav, 2002.
37. Houtgast T. The effect of ambient noise on speech intelligibility in classrooms. *Appl Acoust* 1981;14:15-25.
38. Hulík V. Statistická ročenka školství: Výkonové ukazatelé 2015/16. Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy. 2016.
39. Charvátová L. Hygiena práce ve školství. *BOZP info* 2016.
40. Chatzakis NS, Karatzanis AD, Helidoni ME, Velegrakis SG, Christodoulou P, Velegrakis GA. Excessive noise levels are noted in kindergarten classrooms in the island of Crete. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014 Mar;271(3):483-7.
41. Children and noise. Children's health and the environment. WHO training package for the Health Sector. <http://www.who.int/ceh/capacity/noise.pdf>
42. ISO 1999:2013. Acoustics – Estimation of noise – induced hearing loss. ISO; 2013.
43. Jiráček Z. Fyziologie pro bakalářské studium na ZSF OU. 2. přeprac. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2005.
44. Jiřík V. Fyzikální a chemické laboratorní metody v ochraně veřejného zdraví. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2006.
45. Kabátová Z, Profant M. Audiologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2012.
46. Kaňka J. Akustika stavebních objektů. Era – vydavatelství, 2009.
47. Kasl Z. Naše zkušenosti s hodnocením poruchy sluchu z hluku. *Čs Otolaryng*. 1979; 28(6), s. 343 – 346.
48. Kemp AAT, Delecrode CR, Guida HL, Ribeiro AK, Cardoso ACV. Sound pressure level in a municipal preschool. *Int. Arch. Otorhinolaryngol*. 2013;17(2):196-201.



49. Kolmer F, Kyncl J. Prostorová akustika. SNTL. 1980
50. Koszarny Z, Goryński P. Exposure of schoolchildren and teachers to noise at school. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 1990;41(5-6):297-310.
51. Koszarny Z, Jankowska D. Determination of acoustic climate inside high schools in comparison with elementary schools. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 1996;47(4):423-9.
52. Koszarny Z, Jankowska D. Determination of the acoustic climate inside elementary schools. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 1995;46(3):305-14.
53. Koszarny Z, Jankowska D. Noise in vocational schools. Causes of occurrence and assessment of exposure to schoolchildren. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 1994;45(3):249-56.
54. Kovalová M, Mrázková E, Sachová P, Vojtkovská K, Tomášková H, Janoutová J, Janout V. Ztráty sluchu mužů a žen pracujících v riziku a mimo riziko hluku v Moravskoslezském kraji. *Pracovní lékařství*, 68, No. 1-2, s. 12 – 22. 2016
55. Kožená L, Kolacia L. Zdravotní stav, životospráva a pracovní zátěž učitelů z projektu zdravá škola. SZÚ, Praha; 2006.
56. Krahulec J. Vliv hluku na zdraví člověka. 1. vyd. Praha: OZV KÚNZ SKNV, 1985.
57. Krejsová J. Působení hluku na zdraví člověka. *Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Littera Scripta* roč. 1, č.2;2008.
58. Lejska M. Základy praktické audiologie a audiometrie. 1. vyd. Brno Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1994.
59. Lejska V. Kompendium ORL dětského věku. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1995.
60. Lundquist P, Holmberg K, Landstrom U. Annoyance and effects on work from environmental noise at school. *Noise Health* 2000;2:39-46.
61. Machaczka O., Hodnocení mimo-sluchových účinků hluku u učitelů. Ostravská Univerzita v Ostravě, lékařská fakulta, 2014. "
62. Maixnerová K. Foniatrie. *Medicína pro praxi.* 2010, 7(8-9), 342-343.
63. Martins RH, Tavares EL, Lima Neto AC, Fioravanti MP. Occupational hearing loss in teachers: a probable diagnosis. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007 Mar - Apr;73(2):239-44.
64. Mikulski T, Sarosiek F, Kolmer R. Noise level in Szczecin schools and selected health indicators of students. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 1994;45(3):257-62.
65. Motyčková P. Kategorizace prací: podle zákona č. 258/2000 Sb., ve znění zákona č. 274/2003 Sb., a vyhlášky č. 432/2003. Vyd. 1. Praha: ASPI, 2005.
66. Mrázková E, Mrázek J, Lindovská M. Základy audiologie a objektivní audiometrie:

- Medicínské a sociální aspekty sluchových vad. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2006.
67. Mrkvička P. Pracovní úrazovost v České republice v roce 2015. VÚBP, V.V.I.; 2016.
  68. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: Sbírka zákonů, 2011.
  69. Nelson PB, Soli S. Acoustical barriers to learning: Children at risk in every classroom. *Lang Speech Hear Serv Sch* 2000;31:356-61.
  70. Noises in schools: Causes and Reduction. In: Publication series from the Federal Institute for Occupational Safety and Health Dortmund, 2004
  71. Nováček J. Stavební fyzika 3 – akustika pozemních staveb. ČVUT Praha, 2015.
  72. Paunovic K. Noise and children's health: Research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States. *Noise Health* 2013;15:31-41.
  73. Picard M, Bradley JS. Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology* 2001;40:221-44.
  74. Pray WS, Pray JJ. Aged-related hearing loss in men. *US Pharmacist*, 2005.
  75. Prokešová M. Osobnost učitele aneb ten, který miluje. 1. vyd. Ostrava: Vava, 1997.
  76. Provazník K, Cikrt M, Komárek L a kolektiv. Manuál prevence v lékařské praxi VIII Základy hodnocení zdravotních rizik, Státní zdravotní ústav Praha: Nakladatelství Fortuna, 2000.
  77. Randorf J. Základní zásady pro snižování hluku. 1.vyd Praha: Nakladatelství technické literatury, 1988.
  78. Řezanka M. Zaostřeno na ženy a muže 2012. Český statistický úřad, 2012.
  79. Sato H, Bradley JS. Evaluation of acoustical conditions for speech communication in working elementary school classrooms. *J Acoust Soc Am* 2008;123:2064-77.
  80. Seetha, P, Karmegan. Effects to teaching environment of noise level in school classrooms. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2008; n. 67.
  81. Schreiber G, Salvická S. Spokojenost na pracovišti a zdraví v učitelském povolání. *BOZP info* č. 4. 2003.
  82. Slavík M. Vysokoškolská pedagogika. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2012.
  83. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/10/ES: o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (hlukem) - (sedmnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS); 2003.

84. Stará M., Zámečnicková M., Šnorbert M., Skalický D., Kodad M., Školské stavby. Katedra architektury, Fakulta svatební, ČVUT Praha, 2015.
85. Strnad J. Akustika v českých školách. Saint – Gobain Ecophon, 2016.
86. Světová zdravotnická organizace - Série č. 38 - informační materiály pro místní samosprávu. Světová zdravotnická organizace, 2006.
87. Šolc M. Hluk z pracovního prostředí jako jeden z významných faktorů ovlivňujících kvalitu života člověka. Prevence úrazů, otrav a násilí, č. 1; 2011.
88. Trojan S. Lékařská fyziologie. 4. přeprac. vyd. Praha 7 : Grada Publishing, 2003.
89. Urbanová M., Možnosti úprav školských staveb ze 70. let 20.stol v ČR. 2010. <http://skolydnes.freepage.cz/>
90. V Polsku akustické prostředí ve školách již řeší, u nás se o tom začíná hovořit. BOZP info, zdroj magazín Eco for sustainable design; 2016.
91. Vandasová Z. Zdravotní účinky hluku. Státní zdravotní ústav, 2014.
92. Vít M. Metodický návrh pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací. Ministerstvo zdravotnictví – hlavní hygienik České Republiky; 2001.
93. Voss P. Noise in children's daycare centres, Magazine of the European Agency for Safety and Health at Work 8; 2005.
94. Wall K, Dockrell J, Peacey N. Research Survey 6/1 Primary schools: The built environment. The Primary Review. Cambridge, UK: University of Cambridge; 2008.
95. World health organization. WHO global estimates on prevalence of hearing loss: Mortality and Burden of Diseases and Prevention of Blindness and Deafness. 2012
96. Zákon č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů. In: Sběrka zákonů. 2000.
97. Žídková Z, Martinková J. Psychická zátěž učitelů základních škol. Brno: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2004.

# 7 Přílohy

## 7.1 Průvodní dopis vyšetření

Vážená paní ředitelko, pane řediteli!

Pod záštitou Lékařské fakulty v Ostravě a magistrátu města Ostravy, bude probíhat v Ostravě – městská část Poruba studie sloužící k objektivizaci kvality sluchu učitelů Mateřských a Základních škol.

Podnětem ke studii je nárůst pedagogů majících problémy se svým sluchem. Cílem studie je vyšetření sluchu audiometrem, zjištění potřebných informací pomocí standardizovaného dotazníku.

Vyšetření bude provádět Mgr. Petra Sachová, absolventka magisterského studia Ochrany veřejného zdraví, v rámci svého postgraduálního studia na Lékařské fakultě v Olomouci a asistentkou v Centru pro poruchy sluchu a rovnováhy. Používanou metodiku vyšetření dobře zná, má statut pracovníka ve zdravotnictví, složila Hippokratovu přísahu (stejně jako lékaři a zdravotní sestry).

Získané údaje budou přísně důvěrné a anonymně zpracované. Podklady budou sloužit nejen pro vypracování disertační práce, ale rovněž každý z Vás si tímto způsobem může ověřit své sluchové schopnosti.

Vyšetření bude probíhat dle dohody v prostorách školy v individuálně dohodnutém termínu a čase tak, aby nebyl narušen chod vyučování. Doba jednoho vyšetření nepřesáhne 10 minut.

Touto cestou bych chtěla zjistit, zda je Vaše škola ochotná zapojit se do studie. Následně bychom po vzájemné dohodě stanovili den a hodiny vyšetření.

Děkuji za odpověď a těším se na spolupráci!

S pozdravem

Mgr. Petra Sachová

## 7.2 Dotazník 1- kvalita sluchu u pedagogů

Dobrý den,

Jmenuji se Petra Sachová a jsem studentkou postgraduálního studia v oboru Hygiena, epidemiologie a preventivní lékařství na Lékařské fakultě Palackého univerzity v Olomouci. Dotazník je součástí mé disertační práce na téma Hluk – rizikový faktor ve školských zařízeních. Ráda bych Vás touto cestou požádala o spolupráci a vyplnění tohoto dotazníku.

Předem děkuji za Váš čas, ochotu a spolupráci.

Rok narození:

Příjmení:

Pohlaví:  muž  žena

1. **Vzdělání**  středoškolské  vysokoškolské
2. **Kterou třídu učíte? .....** **Počet dětí ve třídě .....**
3. **Jaké předměty vyučujete? (pouze pedagogové 2 stupně).....**
4. **Jak dlouho povolání provozujete? .....** let
5. **Kolik hodin denně učíte maximálně..... minimálně .....**
6. **Kouříte?** NE/ANO **Množství cigaret za den .....** ks. **Doba kouření .....** let.  
**Exkuřák** NE/ANO **Doba kouření .....** let. **Doba abstinence .....** let.  
**Příležitostný kuřák** NE/ANO (max 5 cigaret týdně).
10. **Subjektivní kvalita sluchu:**  výborná  mírně zhoršená  špatná
11. **Zhoršené slyšení na uchu:**  pravém  levém  oboustranně
12. **Nerozumění řeči (slyší, ale nerozumí, např. v hluku)** NE/ANO
13. **Záněty středního ucha:**  nikdy  samovolné prasknutí  píchání uší  ušní operace  nevím
14. **Tinnitus (pískání, šumění):** NE/ANO  
**Typ:**  pískání  hučení  šumění  lupání  zvonění  
**Výskyt:**  trvale  přerušovaně  silnější v klidu  
**Lateralizace:**  vpravo  vlevo  oboustranně  v hlavě
16. **Je v rodině (u rodičů, sourozenců) nedoslýchavost?** ANO/NE
17. **Užívá někdo z rodiny sluchadlo?** ANO/NE
18. **Máte doma puštěnou televizi nebo rádio jako „zvukovou kulisu“?**  
 ANO, vnímám to jako nepříjemné  
 ANO, vnímám to jako příjemné,  
 ANO, je mi to jedno  
 NE
22. **Trávíte denně nějakou dobu v naprostém tichu? (s výjimkou doby spánku)**  
 ANO, považuji to jako součást každodenního odpočinku  
 ANO, ale spíše náhodně nebo jen po krátkou dobu  
 NE, stále jsem vystaveno nějakému, když slabému hluku  
 NE, ticho mi vadí
22. **Pokud se potřebujete na něco velmi soustředit (učení, čtení)....**  
 potřebujete mít ticho, zvuky Vás obtěžují  
 potřebuji mít puštěnou nějakou zvukovou kulisu  
 zvukovou kulisu nepotřebuji, ale nevadí mi
22. **Vnímáte hluk během výuky?** NE/ANO **Považujete ho za rušivý element?**  
NE/ANO
23. **Nejrušivější zdroje hluku během výuky**  hlasové projevy žáků  manipulace s předměty, nábytkem  chod technických zařízení  hluk z venkovních prostorů  vyrušování žáků
24. **Ovlivňuje hluk dětí Váš výkon** NE/ANO
25. **Specifické obtíže za poslední rok:**

	nikdy	občas	často
Únava			
Porucha soustředění			
Nespavost			
Vysoký tlak			
Stres			
Bušení srdce			
Bolesti hlavy			
Potivost			

Závratě			
Zaživací obtíže			

**Informovaný souhlas:**

Souhlasím s využitím uvedených údajů k anonymnímu zpracování do disertační práce.

**Podpis:**







## 7.4 Social hearing handicap index

Otázku na odpověď označte křížkem do předem připravené tabulky. V případě, že myslíte spíše ano, nebo spíše ne, dejte křížek do závorky.

		ANO	NE	NEVÍM	Body
1.	Rozumíte, co říká osoba, která naproti Vám sedí ve vzdálenosti 1 m?				
2.	Máte problémy s rozuměním, když je celá rodina spolu a hovoří?				
3.	Je pro Vás obtížné rozumět hovoru, když v kuchyni teče voda při mytí nádobí?				
4.	Rozumíte prodavačům v obchodech?				
5.	Je pro Vás náročná konverzace přes telefon?				
6.	Zvládáte sledovat konverzaci, když hovoří více lidí?				
7.	Je pro Vás obtížné sledovat konverzaci, když hovoří více osob u stolu s čajem?				
8.	Slyšíte všechno, když sedíte vzadu ve třídě, v kostele nebo v divadle?				
9.	Zvládáte hovořit s osobou, která sedí na druhé straně místnosti a hovoří hlasem o normální hlasitosti?				
10.	Zesilujete rádio, televizi?				
11.	Konverzujete bez problémů v tramvaji, autobuse, ve vlaku?				
12.	Konverzujete bez výrazných problémů u jídelního stolu s rodinou?				
13.	Rozumíte, co Vám říká druhá osoba v hluku (např. doprava, hudba, mluvené slovo ostatních osob)?				
14.	Rozpoznáte známé osoby po hlase?				
15.	Je pro Vás obtížné sledovat televizi, když není zesílená?				
16.	Je pro Vás obtížné pokračovat v konverzaci u stolu během velké rodinné večeře?				
17.	Můžete konverzovat s druhou osobou, zatím co je puštěné rádio nebo televize?				
18.	Dělá Vám obtíže konverzovat s druhou osobou na rušné ulici?				
19.	Dělá Vám problémy hovořit s osobou, která je v sousední místnosti?				
20.	Zvládnete konverzovat s lidmi v hluku (např. restaurace, party)?				
21.	Dochází u Vás během hovoru často k nedorozumění?				
		<b>CELKEM:</b>			

## 7.5 Dotazník z grantového projektu NT12246-5/2011 (IGA MZ ČR)

### DOTAZNÍK KE GRANTU

Epidemiologická a genetická studie frekvence sluchových poruch

**Identifikační číslo – číslo pojištěnce:**

**Pohlaví:** žena / muž \*

**Vzdělání:** základní  vyučen  středoškolské  vysokoškolské

**Zaměstnání:** ..... **Délka výkonu:** .....

**Expozice hluku v pracovním prostředí:** NE  ANO

**Jak dlouho:** .....

**Chrániče sluchu:** NE  ANO

**Druh:** špunty  sluchátkové  přilby

**Kouření:** NE  ANO  Množství cigaret za den ..... ks Doba kouření ..... let

**Exkuřák:** NE  ANO  Doba kouření ..... let Doba abstinence ..... let

**Příležitostný kuřák:** NE  ANO  (max 5 cigaret týdně)

**Bolest hlavy:** NE  ANO  **Intenzita:** občas  často  velmi často

**Úrazy hlavy:** NE  ANO  NEVÍM

**Otřes mozku:** NE  ANO  NEVÍM

**Nedoslýchavost v rodině:** NE  ANO  NEVÍM

**Ze strany:** otce  matky  **Sluchadlo:** NE  ANO  NEVÍM

**Záněty středního ucha:** NE  ANO

1. samovolné prasknutí 2. paracentéza(propíchnutí bubínku)

3. ušní operace 4. Nevím

**Pískání nebo jiné samovolné jevy v uchu:** NE  ANO

typ: pískání  syčení  hučení  lupání  šumění

lateralizace: vlevo  vpravo  oboustranně  v hlavě

**Závratě:** NE  ANO

**Záněty CNS:** NE  ANO  NEVÍM

**Příušnice:** NE  ANO  NEVÍM

**Komplikovaný porod:** NE  ANO  NEVÍM

**Nedonošenost:** NE  ANO  NEVÍM

**Porodní váha pod 1,5 kg:** NE  ANO  NEVÍM

**Očkování pneumokokovou vakcínou:** NE  ANO  NEVÍM

**Infarkt myokardu** NE  ANO

**CMP** NE  ANO

**Diabetes** NE  ANO

**Onemocnění ledvin** NE  ANO

**Astma** NE  ANO

**Hypertenze** NE  ANO

**Bydliště:** město  příměstská oblast  vesnice  podhorská a horská oblast   
samota

tichá lokalita  hlučná lokalita

**Sluchadlo:** NE  ANO

**Jak dlouho:** .....

Pravé  levé ucho  oboustranně

**Spokojenost:** NE  ANO

**Zlepšení komunikace:** NE  ANO

**Ulice:**

**Město:**

## 7.6 Tabulka hodnot pro výpočet ztrát sluchu dle Fowlera

Hladina intenzity nad prahem (v dB)	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	5.0
45	6.3	13.0	17.3	6.4
50	7.9	15.7	22.4	8.0
55	9.6	19.0	25.7	9.7
60	11.3	21.5	28.0	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	34.0	14.2
80	14.8	28.8	35.8	14.6
85	14.9	29.8	37.5	14.8
90	15.0	29.9	39.2	14.9
95	15.0	30.0	40.0	15.0

## 7.7 Harmonogram činností mateských škol

### Harmonogram MŠ V Zahradách:

**6:00 – 9:00** – tvořivé činnosti a hry dětí, pohybové činnosti (cvičení)

**9:00 – 9:30** – hygiena, svačina

**9:30 – 10:00** – řízené činnosti (aktivity zaměřené na výchovu a vzdělávání dětí) – zpívání, povídání, cvičení

**10:00 – 11:40** – příprava na pobyt venku, pobyt venku

**11:40 – 14:30** – hygiena, oběd, spánek (odpočinek) dětí

**14:30 – 14:50** – hygiena, svačina

**14:50 – 16:30** – rozcházení dětí domů, volné činnosti a aktivity dětí

### **Harmonogram MŠ Čs. Exilu:**

**6:00 – 8:45** – ranní hry, úklid, příprava na svačinu

**8:45 – 9:30** – svačina, hygiena, příprava na činnost

**9:30 – 10:00** – řízené činnosti – hra na klavír, cvičení, zpívání

**10:00 – 11:30** – příprava na pobyt venku, pobyt venku, příprava na oběd

**11:30 – 12:15** – oběd, hygiena, příprava na odpočinek

**12:15 – 14:15** – spánek (odpočinek) dětí

**14:15 – 14:30** – vstávání dětí, hygiena, příprava na svačinu

**14:30 – 14:55** – svačina

**14:55 – 16:30** – rozcházení dětí domů, volné činnosti, pokud je hezky, pobyt venku

### **Harmonogram MŠ Dvorní:**

**6:00 – 8:30** – volné hry, individuální činnosti

**8:30 – 9:00** – cvičení, hudebně-pohybové hry

**9:00 – 9:30** – příprava na svačinu, svačina

**9:30 – 10:00** – řízené činnosti – hra na klavír, cvičení, zpívání

**10:00 – 11:30** – příprava na pobyt venku, pobyt venku

**11:30 – 12:00** – oběd, hygiena

**12:00 – 14:30** – příprava na odpočinek, spánek (odpočinek) dětí

**14:30 – 14:45** – hygiena, svačina

**14:45 – 16:30** – rozcházení dětí domů, volné činnosti, zájmové činnosti

### **Harmonogram MŠ Dětská:**

**6:00 – 8:45** – hry a činnosti dle vlastní volby dětí

**8:45 – 9:05** – ranní cvičení, hygiena, příprava stolování

**9:05 – 9:25** – svačina

**9:25 – 9:45** – řízené činnosti zaměřené na výchovu a vzdělávání – zpívání, povídání, hra na klavír

**9:45 – 11:10** – hygiena, příprava na pobyt venku, pobyt venku

**11:10 – 11:30** – převlékání, hygiena, příprava stolování

**11:30 – 12:30** – oběd, hygiena, příprava na odpočinek

**12:30 – 14:00** – spánek (odpočinek) dětí

**14:00 – 14:35** – hygiena, svačina

**14:35 – 16:30** – rozcházení dětí domů, volné činnosti, zájmové činnosti

## 7.8 Protokol o měření doby dozvuku

### PROTOKOL Vstupní data pro výpočet doby dozvuku

č.

Školské zařízení:

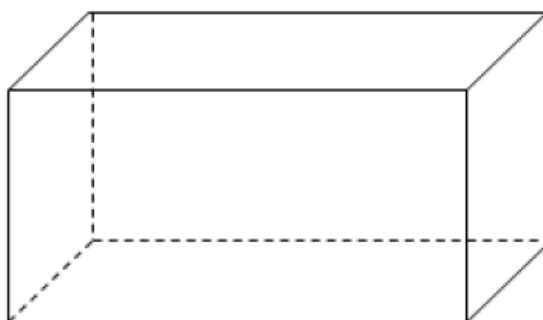
Datum měření:

Výuková místnost:

Typ místnosti:

Rozměry třídy (tvar):

Počet žáků:



Objem V:

Celkový obsah S:

Tabulka 1 Hlavní povrchové úpravy

Stěny	Rozměr	Materiál	Okna			Dveře		
			Rozměr	Počet	Materiál	Rozměr	Počet	Materiál
1								
2								
3								
4								
<b>Strop</b>			<b>Rozměr</b>		<b>Materiál</b>	<b>Rozměr</b>		<b>Materiál</b>
<b>Podlaha</b>								

Tabulka 2 Vybavení výukové místnosti

Vybavení	Umístění	Popis	Rozměr	Počet	Matriál	Poznámka
Skříně						
Nástěnky						
Tabule						
Stoly						
Židle						
Lavice						
Květiny						



Tabulka 5 Další povrchy

Stěna	Další povrchy				
	Popis	Rozměr	Počet	Materiál	Poznámka
1					
2					
3					
4					

Slovní popis prostoru (akustické vlastnosti):



## 7.9 Výběr činitelů pohltivosti $\alpha$ některých běžných povrchů

Materiál stěn	Hz						Zdroj
	125	250	500	1000	2000	4000	
Beton hutný	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	1
Beton, hl. povrch nalakovaný	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	1
Beton lehčený	0,20	0,22	0,23	0,25	0,21	0,26	1
Beton s hladkým povrchem	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	1
Beton s olejovým nátěrem	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	1
Dřevěný obklad (tloušťka 25-30 mm)	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11	1
Dřevotřísková deska (tl. 20 mm, odsazení 50-100 mm)	0,30	0,25	0,10	0,08	0,05	0,04	1
Dřevotřískové desky	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	1
Keramické dlaždice s hladkým povrchem	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	5(b)
Mramor žula a jiné leštěné nerosty	0,01	0,01	0,01	-	0,02	-	1
Omítka pálená	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	1
Omítka sádrová	0,02	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	1
Omítka sádrová na cihelném zdivu	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	1
Omítka vápenná na cihelném zdivu	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	1
Omítka vápenocementová	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08	1
Zdivo cihelné neomítané	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	1
Zdivo cihelné spárované	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	1
Materiály podlah	Hz						Zdroj
	125	250	500	1000	2000	4000	
Dřevěná parkety na betonu	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	1
Koberec Bouclé, tl. 6 mm	0,08	0,09	0,10	0,22	0,44	0,79	1
Koberec kokosový – běhoun, tl. 6 mm	0,17	0,07	0,11	0,17	0,37	0,79	1
Koberec plyšový, tl. 10 mm	0,13	0,11	0,15	0,30	0,63	0,90	1
Korková podlaha, tl 20 mm	0,04	-	0,05	-	0,07	-	1
Linoleum	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	1
PVC na tvrdém podkladu	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	1
Okna, dveře	Hz						Zdroj
	125	250	500	1000	2000	4000	
Dřevěné dveře	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,06	2
Okno jednoduché, sklo tl. 3 mm	0,08	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	1
Okno zdvojené, mezera 10 mm	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	1
Okno zdvojené, mezera 30 mm	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	1
Zařízení interiéru	Hz						Zdroj
	125	250	500	1000	2000	4000	
Deska z pěnového polystyrenu (18 až 32/0)	0,02	0,02	0,03	0,08	0,14	0,29	3
Deska z korku (25 mm) na pevné podložce	0,03	0,05	0,17	0,52	0,50	0,52	5(a)
Dřevo	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	6(c)
Dřevotříska rovinná a profilovaná	0,14	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08	1
Jednotlivá čalouněná židle	0,1	0,2	0,25	0,30	0,35	0,35	7
Látkové čalouněné sedadla na m2	0,44	0,60	0,77	0,89	0,82	0,70	5(a)
Lavice (dřevěná, prázdná)	0,1	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	4
Sklo 4 mm	0,30	0,20	0,10	0,07	0,05	0,02	5(c)

Sklo 6 mm	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	<b>5(c)</b>
Tabule školní	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	<b>2</b>

Vertikální látkové žaluzie (zavřené cca 5°), 15 cm široké	0,06	0,26	0,57	0,63	0,74	0,77	<b>6(a)</b>
Záclony zavěšené, zřasené, 220 mm od stěny	0,00	0,00	0,02	0,03	0,07	0,15	<b>1</b>
Židle, kovové nebo dřevěné sedačky, každá, neobsazená	0,15	0,19	0,22	0,39	0,38	0,30	<b>8</b>
<b>Osoby</b>	<b>Hz</b>						<b>Zdroj</b>
<b>Osoby</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	
Děti ve třídě s odrazivým vybavením, 1 osoba na plochu 1 m <sup>2</sup>	0,1	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40	
Posluchači na dřevěných židlích, 1 osoba na 1 m <sup>2</sup>	0,16	0,24	0,56	0,69	0,81	0,71	<b>6(b)</b>
Stojící žena v letních šatech	0,05	0,1	0,23	0,40	0,58	0,77	<b>1</b>

## Seznam vědecké činnosti Mgr. Petra Schová

### Práce související s disertační prací:

#### Články

1. Kovalová M., Mrázková E., **Sachová P.**, Vojkovská K., Tomášková H., Janoutová J., Janout V. Hearing Loss in Persons Exposed and not Exposed to Occupational Noise. J Int Adv Otol 2016; 12(1): 49-54. IF: 0,17
2. **Sachová P.**, Mrázková E., Richterová K., Tomášková H., Janout V. Sluchové ztráty u pedagogů mateřských škol. Hygiena: časopis pro ochranu a podporu zdraví. 2013, 58(4): 152-156.
3. **Sachová P.**, Mrázková E., Menzlová M., Richterová K., Sachová R., Janout V.: Hluk jako rizikový faktor ve školských zařízeních. Pracovní lékařství. 2009, 61(4): 182-187
4. Kovalová M., Mrázková E., **Sachová P.**, Vojkovská K., Tomášková H., Janoutová J., Janout V. Ztráty sluchu mužů a žen pracujících v riziku a mimo riziko hluku v Moravskoslezském kraji. Pracovní lékařství. 2016, 68(1-2), 12-22.
5. Mrázková E., Kovalová M., Tomášková H., Janoutová J., **Sachová P.**, Záthurecký E., Šichnárek J., Vojkovská K., Janout V. Screening sluchu u dospělých pomocí dotazníku. Pracovní lékařství. 2016, 68(1-2), 33 - 39. ISSN 0032-6291.
6. Mrázková E., Vyskotová J., **Sachová P.**, Zálejská R., Richterová K. Průzkum motivace pro kompenzaci sluchové vady. Pracovní lékařství. 2013, 65(1-2): 32-41.
7. Mrázková E., Richterová K., **Sachová P.**: Nedoslýchavost a možnosti léčby z pohledu otorinolaryngologa. Prakt.lékaren.2010, 6(2), 74-78, ISSN 1803-5329

### Práce publikované ve sbornících

1. **Sachová P.**, Vojkovská K., Mrázková M. Hluk ve školách. Globální problémy veřejného zdravotnictví 2014, Ostrava, 2014 ISBN 978-80-7464-509-9.
2. **Sachová P.**, Mrázková E., Jiřík V., Richterová K., Tomášková H., Janout V.: Pedagog a školní prostředí. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2013. ISBN 978-80-7464-263-0.
3. **Sachová P.**, Mrázková E., Richterová K., Tomášková H., Janout V. Ovlivňuje hluk vyprodukovaný předškolními dětmi sluchový práh pedagogů? Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2012. ISBN 97-80-7368-805-9
4. **Sachová P.**, Mrázková E., Janout V. Hluk – rizikový faktor pro pedagogy školských zařízení? Konference vědeckých prací studentů DSP, Olomouc, 2011. ISBN 978-80-244-2847-5.
5. **Sachová P.**, Mrázková E., Richterová K. Vliv školního hluku na zdraví pedagoga. Slezské dny preventivní medicíny. Karviná, 2010.
6. **Sachová P.**, Mrázková E., Richterová K.: Můžeme povolání pedagoga považovat za rizikové? Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2010. ISBN 978-80-7368-698-7.
7. **Sachová P.**, Mrázková E., Richterová K. Můžeme povolání pedagoga považovat za rizikové? (sluch, zdravotní obtíže). Sociálna práca medzi privatizáciou a veřejným sektorom – 3. ročník medzinárodného kongresu, Trnavská univerzita v Trnavě, 2009.

### Ostatní publikace

#### Články

1. Vojkovská K., **Sachová P.**, Mrázková E. Status of voice in teachers at primary schools. Voice disorders: epidemiology, treatment approaches and long-term outcomes. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc., 2016. ISBN 9781634844130.

2. Vojkovská K., Mrázková E., **Sachová P.**, Matějková M., Janout V., Hajduková Z. Stav kvality hlasu pedagogů ostravských základních škol. Pracovní lékařství. 2015, **67**(2): 45-51.
3. Vyskotová J., Mrázková E., **Sachová P.**, Richterová K., Baarová Š., Bužgová R. a Hajduková Z.: Kvalita života pacientů se závratí. Pracovní lékařství, 2013, roč. 65, 1-2, s. 25-31.
4. Matějková M., Mrázková E., Richterová K., **Sachová P.**, Janout V. Hlasové potíže obyvatel moravskoslezského kraje. Pracovní lékařství. 2012, 64(2-3): 78-85
5. Mrázková E., Richterová K., Hajduková Z., **Sachová P.**: Kvalita hlasu u hlasových profesionálů. Pracovní lékařství. 2009, 61(4): 164-171

#### **Práce publikované ve sbornících**

1. Mrázková E., **Sachová P.**, Vojkovská K., Matějková M., Povová J., Tomášková H., Janout V., Záhurecký E., Molinková P., et al. Mají kuřáci horší sluch jak nekuřáci? Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2015. ISBN 978-80-7464-739-0.
2. Matějková M., Mrázková E., **Sachová P.**, Vojkovská K., Tomášková H., Povová J., Janout V. Je rozdíl ve sluchovém prahu u osob exponovaných a neexponovaných hluku? Globální problémy veřejného zdravotnictví 2015, Ostrava, 2015 ISBN 978-80-7464-739-0.
3. Mrázková M., Matějková M., Vojkovská K., **Sachová P.**, Tomášková H., Povová J., Janout V., Ambroz P., Šichnárek J., Hrabovčínová M., Záhurecký E., Šťávovalá J., Prokopová A., Schnirch J., Rafčík P., Plevová P. Hearing loss and Hearing Handicap Inventory, role of smoking. 30th Politzer Society Meeting, 1st World Congress of Otolology (June 30 – July 3, 2015) Niigata, Japan.
4. Mrázková E., Zálejská R., **Sachová P.**, Vojkovská K., Tomášková H., Povová J., Janout V., Ambroz P., Šťávovalá J., et al. Tónová audiometrie, věk a sluchový hendikep. Globální problémy veřejného zdravotnictví 2014, Ostrava, ISBN 978-80-7464-509-9.
5. Mrázková E., Matějková M., **Sachová P.**, Vojkovská K., Tomášková H., Povová J., Janout V., Ambroz P., Šťávovalá J., et al. Porovnání sluchového prahu pracovníků exponovaných a neexponovaných hluku. Globální problémy veřejného zdravotnictví 2014, Ostrava. ISBN 978-80-7464-509-9.
6. Matějková M., Mrázková E., **Sachová P.**, Vojkovská K., Tomášková H., Povová J., Janout V. Porovnání sluchového prahu obyvatel Karvinska s ISO normou 5/2000. Globální problémy veřejného zdravotnictví 2014, Ostrava. ISBN 978-80-7464-509-9.
7. Vojkovská K., **Sachová P.**, Mrázková E. Hlasová analýza pedagogů. Globální problémy veřejného zdravotnictví 2014, Ostrava. ISBN 978-80-7464-509-9.
8. Mrázková E., Bulawová N., Richterová K., Sachová P.: Hlasová analýza - první zkušenosti. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2013. ISBN 978-80-7464-263-0.
9. Mrázková E., Tomášková H., **Sachová P.**, Richterová K., Povová J., Janout V., Dostálová L., Ambroz P., Šťávovalá J., Prokopová A., Adamcová K., Rafčík P. Závratě v dospělé populaci Karvinské oblasti. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2013. ISBN 978-80-7464-263-0.
10. Kopecká B., **Sachová P.**, Mrázková E., Jířík V. Hlučnost jednotlivých činností v mateřských školách. III. Studentská vědecká konference Lékařské fakulty Ostravské univerzity v Ostravě, Ostrava, 2013.
11. Matějková M., Mrázková E., **Sachová P.**, Richterová K., Ambroz P., Tomášková H., Povová J., Janout V.: Srovnání sluchových ztrát u respondentů v závislosti na bydlení v tiché nebo hlučné oblasti. III. studentská vědecká konference Lékařské fakulty Ostravské univerzity v Ostravě, Ostrava, 2013.

12. Richterová K., **Sachová P.**, Bulawová N., Mrázková E.: Hlasová analýza – pilotní studie. III. studentská vědecká konference Lékařské fakulty Ostravské univerzity v Ostravě, Ostrava, 2013.
13. Matějková M., Mrázková E., **Sachová P.**, Richterová K., Tomášková H., Janout V.: Sluchové ztráty respondentů exponovaných hluku v pracovním prostředí. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2013.
14. Mrázková E., Baarová Š., **Sachová P.**, Richterová K., Vyskotová J., Bužková R.: Hodnocení závratí standardizovaným dotazníkem. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2012. ISBN 97-80-7368-805-9
15. Mrázková E., Tomášková H., **Sachová P.**, Richterová K., Povová J., Janout V., Ambroz P., Prokopová A., Šťábová J., Němeček O., Adamcová K., Rafčík P.: Nedoslýchavost u dospělých – epidemiologická studie v Karvinském regionu – první informace. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2012. ISBN 97-80-7368-805-9
16. Mrázková E., Tomášková H., **Sachová P.**, Richterová K., Povová J., Janout V., Ambroz P., Stavová J., Prokopová A., Němeček O., Adamcová K., Rafčík P.: Hearing loss in adults – epidemiological study in Karvina region in the Czech republic: the first information. AHS 2012 - 2nd International Conference on Adult Hearing Screening, Cernobbio (Lake Como), Italy, June 2012.
17. Mrázková E., Vyskotová J., **Sachová P.**, Richterová K.: Objektivní vyšetření závratí. XIX. sjezd společnosti rehabilitační a fyzikální medicíny, Luhačovice, 2012. ISBN 978-80-87450-04-8
18. Vyskotová J., Baarová S., Mrázková E., Bužková R., **Sachová P.**, Richterová K.: Kvalita života se závratí. XIX. sjezd společnosti rehabilitační a fyzikální medicíny, Luhačovice, 2012. ISBN 978-80-87450-04-8
19. Richterová K., **Sachová P.**, Mrázková E.: Závrať (vertigo) – multioborový příznak. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2011. ISBN 978-80-7368-824-0.
20. Mrázková E., Richterová K., **Sachová P.**: Možnosti diagnostiky závratí v neurootologické ambulanci. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2011. ISBN 978-80-7368-824-0.
21. **Sachová P.**, Richterová K., Mrázková E.: Kouření – rizikový faktor v neurootologické ambulanci? Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2011. ISBN 978-80-7368-824-0.
22. Mrázková E., **Sachová P.**, Richterová K., Hajduková Z.: Objektivní vyšetření sluchu. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2010. ISBN 978-80-7368-698-7
23. Richterová K., Mrázková E., **Sachová P.**: Dotazník VHI – jeho aplikace v pracovním lékařství. Globální problémy veřejného zdravotnictví, Ostrava, 2010. ISBN 978-80-7368-698-7
24. Mrázková E., Hajduková Z., **Sachová P.**, Richterová K.: Možnosti diagnostiky sluchových vad, objektivní audiometrie. XXXV Pachnerovy dny pracovního lékařství, Rožnov pod Radhoštěm, 2010. Sborník souhrnů s. 73. ISBN:978-80-7368-804-2.
25. Richterová K., Mrázková E., **Sachová P.** Hlas - důležitý pracovní nástroj hlasových profesionálů (učitelů). Sociálna práca medzi privatizáciou a verejným sektorom – 3. ročník medzinárodného kongresu, Trnavská univerzita v Trnavě, 2009.