

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020/2021

Čeněk Musil

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií

Ověření funkce ochranných prostředků proti hluku

Čeněk Musil

2020/2021

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Čeněk Musil**  
Osobní číslo: **Z16333**  
Studijní program: **B5341 Ošetřovatelství**  
Studijní obor: **Všeobecná sestra**  
Téma práce: **Ověření funkce ochranných prostředků proti hluku**  
Zadávající katedra: **Katedra ošetřovatelství**

### Zásady pro vypracování

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky
2. Stanovení cílů a metodiky práce
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanové metodiky
4. Analýza a interpretace získaných dat
5. Zhodnocení výsledků práce

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. DRŠATA, J., HAVLÍK, R., CHROBOK, V., a kol. Foniatrie – sluch. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 2015. Medicína hlavy a krku. ISBN 978-80-7311-159-5.
2. HAHN, Aleš. *Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0572-4.
3. HERLE, Petr, ed. *Diferenciální diagnostika v ORL a infekční medicíně*. Praha: Raabe, [2016]. Diferenciální diagnostika. ISBN 978-80-7496-210-3.
4. LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2526-0.
5. LEJSKA, Mojmír a Radan HAVLÍK. *Základy praktické audiologie a audiometrie*. Vydání: druhé rozšířené. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2019. ISBN 978-80-7013-599-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Vít Blanař, Ph.D.**  
Katedra ošetřovatelství

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2017**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **6. května 2021**

**doc. Ing. Jana Holá, Ph.D.** v.r.  
děkanka

L.S.

**Mgr. Michal Kopecký** v.r.  
vedoucí katedry

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA**

Prohlašuji:

Práci s názvem *Ověření funkce ochranných prostředků proti hluku* jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 14. 7. 2021

Čeněk Musil v. r.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych zde poděkoval Mgr. Vítu Blanařovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, trpělivost a cenné rady při řešení dané problematiky. Chtěl bych poděkovat za čas, který mi věnoval při vedení této práce.

Dále bych chtěl poděkovat FZS Univerzity Pardubice za možnost provést audiometrická vyšetření v prostorách fakulty.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá osobními ochrannými prostředky proti hluku, jejich účinností a schopností tlumit hluk. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Obsah teoretické části tvoří anatomie a fyziologie sluchového ústrojí, vady a poruchy sluchu, diagnostika vad a poruch sluchu, profesionální nedoslýchavost, hluk a ochranné prostředky proti hluku. V praktické části jsou zkoumány výsledky audiometrických šetření a hodnoceny schopnosti útlumu ochranných prostředků.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Osobní ochranné prostředky proti hluku, zátkové chrániče, tónová audiometrie, hluk, profesní nedoslýchavost, audiogram

## **TITLE**

Verification of the function of hearing protection equipment

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with personal protective equipment against noise, their effectiveness and ability to attenuate noise. The work is divided into theoretical and practical part. The content of the theoretical part consists of anatomy and physiology of the auditory system, hearing defects and disorders, diagnostics of hearing defects and disorders, hearing loss due to employment in a noisy environment, noise and protective equipment against noise. The practical part focuses on the results of audiometric examinations and evaluates the attenuation of protective equipment.

## **KEYWORDS**

Personal protective equipment eliminating or reducing the noise, earplugs, tone audiometry, noise, hearing loss due to employment in a noisy environment, audiogram

# OBSAH

Úvod.....	12
1 Cíle práce .....	14
1.1 Hlavní cíl.....	14
1.2 Dílčí cíle .....	14
2 Teoretická část .....	15
2.1 Anatomie a fyziologie .....	15
2.1.1 Anatomie zevního ucha (auris externa) .....	15
2.1.2 Fyziologie zevního ucha .....	15
2.1.3 Anatomie středního ucha (auris media) .....	15
2.1.4 Fyziologie středního ucha .....	16
2.1.5 Anatomie vnitřního ucha (auris interna).....	16
2.1.6 Fyziologie vnitřního ucha .....	16
2.2 Poruchy a vady sluchu .....	17
2.2.1 Vrozené vady .....	18
2.2.2 Získané poruchy sluchu .....	18
2.2.3 Poruchy převodního typu.....	19
2.2.4 Percepční poruchy sluchu .....	19
2.2.5 Profesní nedoslýchavost .....	19
2.3 Diagnostika vad a poruch sluchu .....	21
2.3.1 Subjektivní metody pro vyšetřování sluchu.....	21
2.3.2 Objektivní metody pro vyšetřování sluchu.....	24
2.4 Hluk.....	26
2.5 Osobní ochranné prostředky proti hluku.....	28
2.5.1 Materiály zátkových ochranných prostředků.....	28
2.5.2 Požadavky na zátkové chrániče .....	29
2.5.3 Útlumové vlastnosti osobních ochranných prostředků proti hluku .....	29



3	Praktická část .....	30
3.1	Průzkumné otázky .....	30
3.2	Metodika .....	30
3.3	Výsledky .....	33
4	Diskuze .....	46
5	Závěr .....	50
6	Použitá literatura .....	51
7	Přílohy.....	53

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1- Lehká profesionální nedoslýchavost (Převzato z Hahn, 2019, str. 118).....	20
Obrázek 2 - Audiogram - normální sluch (Převzato z Hahn, 2019, str. 17). ....	23
Obrázek 3 - Zátkové ochranné prostředky proti hluku (vlastní foto). ....	29
Obrázek 4 - Graf průměrného sluchového prahu bez zátkových chráničů ve sledovaném souboru (n=30).....	33
Obrázek 5 - Graf průměrného naměřeného sluchového prahu s ochranným prostředkem 1 v porovnání s deklarovaným útlumem APV (n=30).....	35
Obrázek 6 - Graf průměrného naměřeného sluchového prahu s ochranným prostředkem 2 v porovnání s deklarovaným útlumem HML (n=30).....	38
Obrázek 7 - Graf průměrného naměřeného sluchového prahu s ochranným prostředkem 3 v porovnání s deklarovaným útlumem APV (n=30).....	40
Obrázek 8 – Graf průměrných naměřených hodnot sluchového prahu s ochrannými prostředky 1, 2, 3 pro pravé ucho (n=30).....	42
Obrázek 9 – Graf průměrných naměřených hodnot sluchového prahu s ochrannými prostředky 1, 2, 3 pro levé ucho (n=30).....	43
Obrázek 10 - Průměrné hodnocení komfortu zátkových chráničů. ....	44
Tabulka 1 - WHO rozdělení poruch sluchu/nedoslýchavosti podle sluchové ztráty při vyšetření sluchového prahu pomocí tónové audiometrie na frekvencích 500, 1000 a 2000 Hz (převzato z HERLE, 2016, str. 28). ....	18
Tabulka 2 - Pořadí vyšetřovaných frekvencí. ....	32
Tabulka 3 - Deklarovaný útlum APV ochranného prostředku 1, (převzato z 3M E-A-R Classic Earplugs, 2019).....	34
Tabulka 4 - Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 1 (n=30).....	34
Tabulka 5 - Počet respondentů, u kterých bylo dosaženo alespoň takových hodnot útlumu, které deklaruje výrobce.....	36
Tabulka 6 - Deklarovaný útlum HML ochranného prostředku 2, (převzato od ED Comfort Plug: Tlumiče hluku. Brandýsek, viz příloha B). ....	37
Tabulka 7 - Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 2 (n=30).....	37

Tabulka 8 - Počet respondentů, u kterých bylo dosaženo alespoň takových hodnot útlumu, které deklaruje výrobce.....	39
Tabulka 9 - Deklarovaný útlum APV ochranného prostředku 3, (převzato z DATASHEET DISPOSABLE EARPLUGS PROTECTION AGAINST NOISE).....	39
Tabulka 10 - Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 3 (n=30).....	40
Tabulka 11 - Počet respondentů potvrzujících hodnoty deklarované výrobcem ochranného prostředku 3. ....	41
Tabulka 12 - Porovnání průměrných naměřených hodnot sluchového prahu zátkových chráničů 1, 2, 3, pravé i levé ucho a průměrné hodnocení komfortu při nošení (n=30).....	45

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

APV	Assumed Protection Value
BERA	Brainstem evoked response audiometry
CERA	Cortical auditory evoked response
CNS	Centrální nervový systém
dB	Decibel
ERA	Electrical response audiometry
FZS	Fakulta zdravotnických studií
HML	High, Middle, Low
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
mm	Milimetr
ms	Milisekunda
OAE	Otoakustické emise
PU	Polyuretan
PVC	Polyvinylchlorid
SNR	Single Number Rating
SSEP	Steady state evoked potentials

## ÚVOD

Prostředí kolem nás se stále vyvíjí a mění. Největší změny, které ovlivnily život na naší planetě, započaly v 19. století a se stále zrychlujícím se tempem vývoje přibývá mnoho strojů, dopravních prostředků a jiných technických vynálezů.

Okolí vnímáme svými smysly a tento vzrůstající trend způsobuje větší nápor na lidský organismus. Zvyšující se hladina hluku kolem nás působí negativně na náš sluchový aparát.

V současné době patří nedoslýchavost mezi nejčastější zdravotní problémy lidské populace. Hluk se stává součástí života mnoha lidí, nejen v běžném prostředí, ale také v zaměstnání, protože přibývá pracovišť s nadměrným hlukem. Nedoslýchavost, která byla způsobena zvýšenou hladinou hluku na pracovišti, je označována jako profesní nedoslýchavost nebo nedoslýchavost způsobená hlukem (Blanař, 2020). Tento problém se na pracovištích řeší již řadu let a myslí na něj i česká legislativa Nařízením vlády č. 272/2011 o *ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací* a jeho poslední novelizace (Nařízením vlády č. 241/2018 Sb.).

Za riziková pracoviště se obvykle označují dělnické profese, jako například práce na stavbách, ve výrobě, v zemědělství, v továrnách, v dopravě, ale také v podnicích na zpracování dřeva, v dolech a hutích. Sluchu škodí také častý pobyt na hudebních festivalech, koncertech a podobných akcích. Hluk bývá častou příčinou diagnostikovaných nedoslýchavostí.

Všechna smyslová ústrojí jsou pro život důležitá, ale sluch a řeč jsou nástrojem mezilidské komunikace a nejefektivnějším dorozumívacím prostředkem pro styk s okolním světem.

Problematikou opotřebení sluchu hlukem, profesní nedoslýchavostí, snahou snižovat intenzitu hluku na pracovištích se zabývají různé výzkumy po celém světě (Alam, Sinha et al., 2013; Tikka, Verbeek et al., 2017). Velká péče je věnována také prevenci, která má komplexní charakter. Je v ní zahrnuta prevence zdravotní, technická a jiná organizační opatření.

(Verbeek, 2012) ve svém výzkumu popsal, že schopnost útlumu osobních ochranných prostředků proti hluku deklarovaná výrobcem neodpovídá vždy skutečné schopnosti útlumu. Z tohoto důvodu je tato bakalářská práce zaměřena na schopnost útlumu hluku osobních ochranných prostředků, konkrétně zátkových chráničů sluchu. Ověřuji informace výrobců, zda zátkové chrániče tlumí hluk tak, jak výrobci deklarují.

Je důležité vědět, zda zátkové chrániče sluchu, které se v dnešní době prodávají, jsou spolehlivé.

# **1 CÍLE PRÁCE**

## **1.1 Hlavní cíl**

Hlavním cílem je zjistit, zda zátkové ochranné prostředky proti hluku mají takové útlumové schopnosti, jaké deklaruje výrobce produktu.

## **1.2 Dílčí cíle**

1. Zjistit rozdíly v útlumových schopnostech mezi jednotlivými zátkovými chrániči
2. Zhodnotit komfort zátkových chráničů

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### Sluchově rovnovážné ústrojí

Nachází se ve spánkové kosti, v její tvrdé části: kosti skalní (os petrosus). Sluchové ústrojí je rozděleno do tří základních částí: zevního, středního a vnitřního ucha.

### 2.1 Anatomie a fyziologie

#### 2.1.1 Anatomie zevního ucha (auris externa)

Ušní boltec a zevní zvukovod tvoří zevní ucho. Tyto části zachycují okolní zvukové vlny, které se šíří nejčastěji vzduchem. Boltec (auricula) – je nepravidelný kožní útvar nacházející se na laterálních stranách hlavy. Boltec je tvořen z velké části elastickou chrupavkou (cartilago auriculae), která v dolní části přechází v ušní lalůček (lobulus auriculae), kde chrupavka není. Boltec je na vnější části lemován několika vyvýšeninami (např. helix, anthelix) a vkleslinami (např. scapha, fossa triangularis). Chrupavka boltce souvisí s chrupavkou zevního zvukovodu pouze chrupavčitou ploténkou. Kůže boltce je tenká, narůžovělá a je opatřena jemným chmýřím. Díky pozůstatkům svalů, které se nacházejí na boltci, mohou někteří savci boltcem hýbat. Zevní zvukovod (meatus acusticus externus) je z jedné části chrupavčitá a z druhé kostěná trubice. Konec zvukovodu je tvořen bubínkem oddělujícím zevní zvukovod od středoušní dutiny. Bubínek je tenká poloprůsvitná membrána, která má vejčitý tvar a tloušťku 0,1 mm. Okraj bubínku je z vazivové chrupavky (Dylevský, 2000; Silbernagl, 1993).

#### 2.1.2 Fyziologie zevního ucha

Spouštěcím impulzem pro činnost sluchového orgánu jsou zvukové vlny, které jsou vytvořeny vibrujícím tělesem a šíří se v plynech, kapalinách i pevných látkách. V okolí zvukového zdroje dochází ke střídavému zhušťování vzduchu (zvýšený tlak) a zředování (snížený tlak). Šíření zvukových vln probíhá nejdříve jejich zachycením ušním boltcem, následně vedením zevním zvukovodem a dopadem na membránu bubínku. Chvění molekul vzduchu způsobuje rozkmitání bubínkové membrány (Langmeier, 2009).

#### 2.1.3 Anatomie středního ucha (auris media)

Středoušní část obsahuje tři nejmenší kůstky v těle – kladívko (malleus), kovádlínka (incus) a třmínek (stapes). Samotná středoušní dutina (cavum tympani) je součástí skalní kosti. Jednotlivé kůstky jsou spojeny klouby, čímž je umožněn jejich pohyb a tím dochází k přenosu zvuku z bubínku na oválné okénko, ve kterém je umístěn třmínek. Eustachova trubice (tuba



auditiva), která vyrovnává tlaky, spojuje středoušní dutinu s nosohltanem. Pohyb kůstek ovládají dva jemné svaly (m. tensor tympani a m. stapedius). Středoušní dutina je potažena tenkou sliznicí (Rokyta, 2016).

#### **2.1.4 Fyziologie středního ucha**

Kladívko, kovádlínka a třmínek přenášejí pohyby bubínku na membránu oválného okénka hlemýždě. Kmity bubínku jsou ještě více zintenzivněny díky pákovému systému kůstek. Tím se zároveň zvyšuje působení tlaku na membránu již zmíněného oválného okénka. Středoušní svaly chrání funkci vnitřního ucha před nadměrným hlukem tím, že odtahují kladívko od bubínku a třmínek od membrány oválného okénka (Rokyta, 2016).

#### **2.1.5 Anatomie vnitřního ucha (auris interna)**

Vnitřní ucho, kde probíhá samotné zpracování zvuku, je nejpodstatnější část celého sluchového ústrojí. Je umístěno v dutině kosti spánkové a známe ho pod pojmem kostěný labyrint (labyrinthus osseus). Je členěn na tři části – přední (kostěný hlemýžď – cochlea), střední (předsíň - vestibulum) a zadní (tři polokruhovitě kanálky – canales semicirculares). V kostěném labyrintu se nachází blanitý labyrint, ten je složen ze dvou odlišných částí, ústrojí rovnovážného (vestibulárního) a ústrojí sluchového. Sluchová část se nachází v hlemýždě (cochlea). Mezi kostěným a blanitým hlemýžděm je tekutina – perilymfa. Blanitý hlemýžď je dělen přepážkami na tři části – horní (scala vestibuli), střední (ductus cochlearis) a dolní (scala tympani). Nejdůležitější část – Cortiho orgán – je uložena ve střední části hlemýždě, která je vyplněna endolymfou. Cortiho orgán obsahuje vláskové buňky sloužící jako sluchové receptory (Rokyta, 2016). Vláškové buňky jsou zevní a vnitřní. Zevních je asi 12 000, jejich tvar je cylindrický a jsou převážně ve 3 řadách. Vnitřních je asi 3 500, jsou hruškovitého tvaru a jsou v jedné řadě (Dršata, 2015).

#### **2.1.6 Fyziologie vnitřního ucha**

Tekutina horního kanálku blanitého hlemýždě (scala vestibuli) přejímá pohyby od membrány oválného okénka. Pohyb se dále šíří na tekutinu v ductus cochlearis v důsledku nestlačitelnosti kapalin, čímž dojde k ohnutí vlásků vláskových buněk Cortiho orgánu, až se nakonec přenesou na tekutinu spodního kanálku (scala tympani) (Lamgmeier, 2009). Dochází ke spuštění činnosti sensorických vláken sluchového nervu, ten má zakončení ve sluchových jádrech prodloužené míchy. (Rokyta, 2016)

## 2.2 Poruchy a vady sluchu

Pro léčení sluchových poruch a vad je důležitá jejich včasná diagnóza a kompenzace poškozeného sluchu. Sluchová porucha je charakterizována jako poškození sluchu získané během života. Porucha může být trvalá nebo dočasná, lze ji léčit (Dršata, 2015).

Sluchová vada je trvalého rázu, bývá spíše vrozená, její vznik je podmíněn chybným prenatálním vývojem. Pokud je získaná, objevuje se jako důsledek virového či bakteriálního onemocnění (Dršata, 2015).

Trvalým postižením sluchu se rozumí ztráta sluchu nevratného rázu. Trvání a dopad tohoto sluchového poškození je příčinou značné nevýhody v životě jedince.

### Základní rozdělení sluchu podle postižení:

- 1) **Normální sluch** – Takový sluch, kdy člověk nemá problémy s dorozumíváním se a jeho audiogram neukazuje posun sluchového prahu nad hladinu intenzity 20 dB.
- 2) **Nedoslýchavost** – Pokud překračuje intenzitu 20 dB, hovoříme o poruše či vadě sluchu.
- 3) **Hluchota** – Stav, kdy člověk není schopen slyšet ani rozumět řeči, nehledě na to, ve které části ucha vznikla vada či porucha (Lejska, 2014).

„Za poruchu sluchu je považováno každé zvýšení sluchového prahu (minimální intenzita zvuku, kterou ještě slyšíme)“ (Herle, 2016, str. 28). V mnoha případech se jedná o nenávratné zvýšení sluchového prahu. Podle (Lejsky, 2014) je práh sluchu nad úrovní 20 dB považován za poruchu sluchu. Tato hranice označuje lehkou poruchu sluchu.

**Tabulka 1 - WHO rozdělení poruch sluchu/nedoslýchavosti podle sluchové ztráty při vyšetření sluchového prahu pomocí tónové audiometrie na frekvencích 500, 1000 a 2000 Hz (převzato z HERLE, 2016, str. 28).**

<b>Stupeň nedoslýchavosti</b>	<b>Sluchový práh</b>
lehká	26-40 dB
střední	41-55 dB
středně těžká	56-70 dB
těžká	71-90 dB
velmi těžká	více než 91 dB

Poruchy a vady sluchu lze dělit podle několika hledisek.

Dle doby trvání rozlišujeme poruchy a vady trvalé či dočasné. Podle toho, jak dlouho trvají, je rozdělujeme na akutní a chronické. Čas vzniku je rozděluje na vrozené nebo získané, z hlediska laterality jsou děleny na jednostranné a oboustranné. Ovšem z hlediska možností léčby nejvíce záleží na místě postižení, podle kterého jsou poruchy a vady děleny na převodní, percepční a smíšené (Herle, 2016).

### **2.2.1 Vrozené vady**

Jsou geneticky podmíněné, vznikají u plodu v době těhotenství, např. při nedostatečném oxygenu plodu, porodními komplikacemi, infekcemi nebo z jiných nezjištěných důvodů. Může k nim docházet také vlivem vnějšího poškození sluchu během těhotenství, což se týká např. předčasně narozených dětí s nízkou porodní hmotností, nebo úrazů matky a následného krvácení plodu do CNS (Dršata, 2015). Jejich přesné odhalení je možné na podkladech několika různých vyšetření. Spolu s nimi je zjišťována důkladná anamnéza v období před porodem, při porodu a po porodu. Důležitá je také rodinná anamnéza, dále genetické šetření a řada audiometrických testů. Na základě této série vyšetření se rozlišují vady a poruchy dědičné a získané (Hahn, 2019).

### **2.2.2 Získané poruchy sluchu**

Jedná se o poruchy sluchu vzniklé během života. Jsou převážně zapříčiněny různými záněty, stavy po zánětech nebo různými nemocemi a úrazy středního a vnitřního ucha. Patří sem i poruchy sluchu spojené s věkem nebo s nadměrným působením hluku (Dršata, 2015).

### **2.2.3 Poruchy převodního typu**

Jsou způsobeny poškozením části vnějšího nebo středního ucha, kdy nedojde ke správnému přenosu zvukového vlnění z vnějšího okolí k vlastnímu sluchovému orgánu ve vnitřním uchu. Doprovodným jevem při zánětech bývá bolest nebo různé ušní výtoky, ale často bývá porucha převodního systému bez bolesti. Ztráta slyšení není úplná, hlasitější zvuky (asi nad 50 dB) tyto jedinci vnímají. V některých případech lze převodní vady a poruchy řešit operačním zákrokem, nebo užitím kompenzačních pomůcek (Dršata, 2015).

### **2.2.4 Percepční poruchy sluchu**

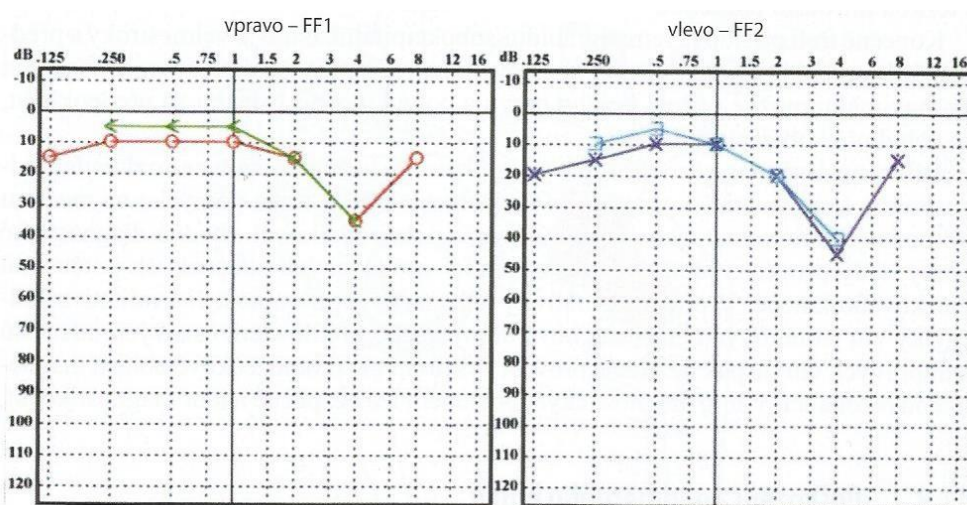
Je způsobena narušením struktury či funkce vnitřního ucha nebo sluchového nervu. U percepčních vad rozlišujeme kochleární poruchu, kdy jsou narušeny vláskové buňky vnitřního ucha a retrokochleární poruchu, kdy jsou postiženy nervové dráhy mezi sluchovým orgánem a mozkovou kůrou. Pokud dojde k poškození mozkové kůry sluchové, je kromě sluchu narušeno i rozumění řeči, poté hovoříme o vadě centrální (Lejska, 2019). Léčení těchto nedoslýchavostí je velmi problematické, protože poškození buněk nejde zvrátit a nelze je vyměnit za nové. Z tohoto důvodu jsou uvedené poruchy sluchu kompenzovány protetickými pomůckami, z nichž jsou nejčastěji používána sluchadla (Dršata, 2015).

Smíšené vady a poruchy – v sobě zahrnují obě předchozí varianty poruch a vad (Herle, 2016).

### **2.2.5 Profesní nedoslýchavost**

Mezi vady a poruchy můžeme zařadit i nedoslýchavost kochleárního typu, jejíž příčinou vzniku je dlouhodobý pobyt v prostředí s nadměrným hlukem, nejčastěji to bývá v zaměstnání. Velmi hlučné prostředí škodí celému sluchovému ústrojí, převážně ale ústrojí vnitřního ucha. Má škodlivý vliv i na mozkovou kůru. Profesní alias profesionální nedoslýchavost postihuje zejména zaměstnance různých průmyslových podniků, např. automobilek, lesní dělníky, truhláře, tzn. pracovníky v dílnách, zemědělce, zaměstnance železnic, dolů, letišť a některých dalších profesí (Lejska, 2019). Do zaměstnání s nadměrným hlukem nastupují během středního věku života dvě skupiny lidí. Lidé, kteří už v nadměrném hluku pracovali a ti, kteří se s ním v zaměstnání ještě nesetkali. Pro vstup na pracoviště s rizikem hluku byla navržena pravidla, která se opírají o Fowlerovo zhodnocení sluchového prahu (Kasl, 2004a).

Nadměrný hluk způsobuje dočasný nebo trvalý posun sluchového prahu. Z hlediska intenzity hluku se morfologické změny do 86 dB ve vnitřním uchu neprojeví, do 130 dB se změny týkají pouze buněk, nad 130 dB dochází k patrnému poškození struktur vnitřního ucha. Profesionální nedoslýchavost má své typické příznaky, které jsou viditelné na audiometrickém vyšetření (Hahn, 2019). U lidí, kteří se dlouhodobě pohybují v prostředí s vysokou intenzitou hluku, se vyskytuje největší poškození sluchu na frekvenci 4 kHz. Ovšem u jiných pracovníků se vyskytuje poškození na jiných frekvencích nebo u nich byly diagnostikovány asymetrické ztráty sluchu, což mohou způsobovat akustické vlastnosti zevního zvukovodu (Mejzlík, 1999).



**Obrázek 1- Lehká profesionální nedoslýchavost (Převzato z Hahn, 2019, str. 118).**

Profesionální nedoslýchavost se v počátcích jeví jako bezpříznaková, po delším čase dochází ke zvýšení sluchového prahu na již zmíněné frekvenci 4 kHz. Jedná se zpočátku o poruchu kochleárního typu, časem může přejít i v suprakochleární. Charakter profesionální nedoslýchavosti závisí na intenzitě zvuku a délce pobytu v hlučném prostředí. Jelikož příčiny profesionální nedoslýchavosti nelze odstranit, je důležité dbát na prevenci (Hahn, 2019). Podle (Kasl, 2004b) bylo zjištěno, že grafické znázornění vývoje sluchové poruchy z hluku je téměř vždy lineární. Toto zjištění napomáhá předpovědět, jak se porucha bude dále vyvíjet a z toho vyvodit vhodná preventivní opatření. V ní je důležité používat chrániče sluchu, během pracovní doby dodržovat bezhlučné přestávky a snažit se snižovat hlučnost strojů, se kterými zaměstnanci pracují (Pellant, 2014).

## **2.3 Diagnostika vad a poruch sluchu**

Věda zabývající se problémy sluchu, slyšení a rozumění řeči se nazývá audiologie. Tato věda v sobě zahrnuje i postupy vyšetřování sluchu tzv. audiometrii.

Audiometrie se zabývá měřením sluchu pomocí objektivních a subjektivních vyšetřovacích metod. K metodám subjektivním vždy potřebujeme spolupráci pacientů. Objektivní metody jsou takové, které lze využít u pacientů s nižší spoluprací nebo s pacienty, u kterých je podezření na simulaci, disimulaci nebo agravaci nedoslýchavosti. Audiometrická vyšetření lze dělit podle různých hledisek, převážně podle úrovně měření, cíle měření a přístupu pacienta k vyšetření. Dle cíle vyšetření lze dělit audiometrii na prahovou, topodiagnostickou, screeningovou, preimplantační a řečovou (Dršata, 2015).

### **2.3.1 Subjektivní metody pro vyšetřování sluchu**

Činnost sluchu zjišťujeme několika způsoby, například pomocí řeči, ladičkami, s využitím audiometru atd. (Hahn, 2019).

#### **2.3.1.1 Sluchová zkouška šepotem nebo hlasitou řečí**

Tato zkouška je založena na zjištění vzdálenosti, ve které pacient slyší slova a dokáže je opakovat. Slova jsou řečena šepotem nebo s větší hlasitostí. Vyšetření musí probíhat v tiché místnosti o délce alespoň 6 metrů. Stav každého ucha je zjišťován zvlášť. Pacient je natočen k vyšetřujícímu bokem, aby bylo vyšetřováno pouze jedno ucho a pacient neviděl ústa vyšetřujícího. Nevyšetřované ucho je ohlušováno například tlakem na tragus či Barányho ohlušovačem. Sluchová zkouška řeči nám umožňuje orientačně vyšetřit činnost sluchového ústrojí. Je vhodné ji kombinovat s ladičkovými zkouškami a výsledky vzájemně porovnat (Hahn, 2019).

#### **2.3.1.2 Zkouška ladičkami**

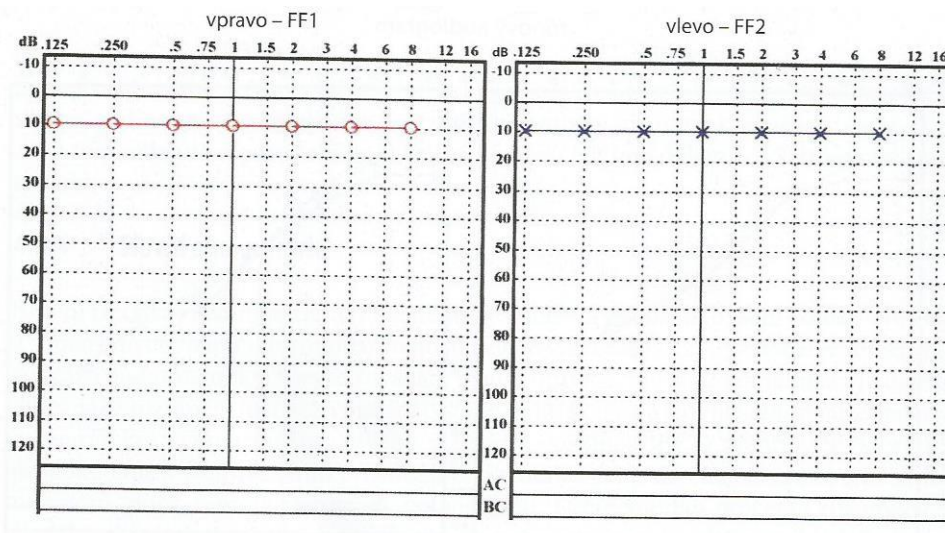
Tyto zkoušky navazují na sluchovou zkoušku a docílí podrobnějšího vyšetření. Pro svoji jednoduchost, rychlost a celkem dostačující spolehlivost jsou stále používané. Poskytují nám při převodní a nervové poruše rozdílné, ale charakteristické výsledky pro každou poruchu (Uchytíl, 2002). Ladičkové zkoušky nám pomohou rozeznat percepční vady od převodních. Sluchovou zkoušku šepotem a ladičkami je vhodné provést před každým audiometrickým vyšetřením, pokud již nemáme starší audiogram pacienta. Závěr vyšetření je výchozí informací pro audiometrické vyšetření a zároveň je pro lékaře ověřením výsledků prahové tónové audiometrie (Slouka, 2018).

Weberova zkouška porovnává stav kostního vedení mezi pravým a levým uchem. U člověka s nesymetrickou sluchovou vadou či poruchou slyší zvuk ladičky jedna strana lépe než druhá, tento jev se nazývá lateralizace (Slouka, 2018). Pacient s převodní vadou lokalizuje vjem v postiženém uchu, kdežto jedinec s percepční vadou ho lokalizuje ve zdravém uchu. Zdravý člověk vnímá zvukový vjem pravým i levým uchem současně nebo uprostřed, kde je umístěna ladička (Hahn, 2019).

Rinneho zkouška spočívá ve vyšetření uší samostatně, tzn. u každého ucha je porovnáváno kostní a vzdušné vedení zvlášť. Při vyšetření vzdušného vedení se ladička umísťuje před boltec a sleduje se, po jakou dobu pacient rozezvučenou ladičku slyší. Při vyšetření kostního vedení zvuku je ladička přikládána na processus mastoideus, což je v místě kosti za ušním boltcem a též zjišťujeme u pacienta délku slyšení ladičky. Pojem Rinne pozitivní nám udává informaci, že u pacienta je vedení vzdušné v lepším stavu než kostní, což se stává při percepční nedoslýchavosti. Pojem Rinne negativní nás informuje o tom, že u vyšetřovaného je vedení kostní v lepším stavu než vzdušné, což bývá u převodní nedoslýchavosti (Hahn, 2019).

### **2.3.1.3 Prahová tónová audiometrie**

Toto vyšetření navazuje na ladičkové zkoušky a sluchovou zkoušku. Jedná se o metodu, která je zlatým standardem pro vyšetřování sluchu. Cílem je zjistit rozsah sluchových ztrát a stanovit sluchové prahy. Vyšetření probíhá v odhlučněné místnosti přístrojem zvaným audiometr. Audiometry jsou generátory zvuku, které vydávají čisté tóny a šумы o daných frekvencích a intenzitě. Při této metodě se vyšetřuje sluchový práh pro kostní i vzdušné vedení zvuku a je nutné, aby pacient plně spolupracoval (Dršata, 2015; Hahn, 2019). Vyšetření probíhá u každého ucha zvlášť. Při zjišťování funkce vzdušného vedení se používají sluchátka. Pro zjištění kostního vedení se používá kostní vibrátor umístěný na processus mastoideus. Frekvence zvuků při vzdušném vedení se obvykle vyšetřuje na kmitočtech 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 a 8000 Hz a jejich intenzita mezi 0 až 100 dB. Výsledné hodnoty jsou zaznamenány na tónovém prahovém audiogramu, což je grafický zápis, na kterém jsou vodorovně znázorněny frekvence daných tónů. Hlasitost v dB je zaznamenána svisle. Pravé ucho je zapisováno kroužkem a červenou barvou, zápis pro levé ucho jsou křížky modré barvy (Slouka, 2018; Hahn, 2019).



Obrázek 2 - Audiogram - normální sluch (Převzato z Hahn, 2019, str. 17).

#### 2.3.1.4 Slovní audiometrie

Podá nám přesnější informace o celkové funkci sluchového ústrojí než prahová tónová audiometrie. Vyšetření též probíhá v audiologické komoře. Vyšetřovanému se pouští pomocí audiometru do sluchátek nebo z volného pole vybraná standardizovaná slovní sestava, většinou z CD přehrávače. Zjišťujeme množství správně slyšených a zopakovaných slov. Výsledek je zapisován do formuláře. Tato vyšetřovací metoda je důležitá zejména pro hodnocení rozumění řeči (Hahn, 2019).



## **2.3.2 Objektivní metody pro vyšetřování sluchu**

### **2.3.2.1 Tympanometrie**

Jedná se o objektivní vyšetřovací metodu, při které jsou registrovány změny pružnosti nebo odporu bubínku a středního ucha vlivem změn tlaku ve zvukovodu. Tato metoda měří množství akustické energie, která se po přivedení zvukového signálu do zvukovodu odráží od bubínku. Informuje nás o pružnosti bubínku, jeho schopnosti propouštět zvukový signál a měří odezvy středoušních svalů, neboli vyšetřuje stapediální reflexy. Používají se speciální přístroje, měřiče impedance. Při vyšetření se zvukovod uzavírá zátkou se třemi vývody. První přivádí zvukový signál o intenzitě 200-300Hz, druhý zaznamenává odraženou akustickou energii od bubínku a třetí umožňuje měnit tlak ve zvukovodu. Závěrem měření je grafický výsledek zvaný tympanogram neboli tympanometrická křivka. Podstatou tympanometrického vyšetření je zapisování změn impedance, na které působí změny tlaku vnějšího zvukovodu (Hahn, 2019).

Vyšetřování středoušních reflexů – vyšetření spočívá v reflexně vyvolaném stahu středoušních svalů. Je vyvolán silným zvukem nad 80 dB. Změna impedance je zaznamenávána graficky. Objektem šetření je stapediální reflex a tensoriální reflex. Šetření reflexů je důležité ke zjištění správné funkce sluchového a lícního nervu (Hahn, 2019).

### **2.3.2.2 Otoakustické emise**

Otoakustické emise jsou charakterizovány jako zvuky vznikající při činnosti sluchového epitelu vnitřního ucha, konkrétně činností vnějších vláskových buněk Cortiho orgánu (Dršata, 2015). Vnitřní ucho je schopno zvukové podněty přijímat, ale zároveň samo vydává nepatrné zvukové odezvy. Při zkoumání aktivity vnějších vláskových buněk lze zjistit, že po správném zpracování zvukové mechanické energie dochází k reakci opačné, kdy lze pozorovat svislý pohyb vláskových buněk. Zdroje kmitavé ho pohybu se stávají zdrojem tvoření zvuků (Lejska, 2019). Přítomnost OAE informuje o fyziologickém stavu vnějších vláskových buněk i o sluchovém prahu jedince. Toto vyšetření není ovlivněno stavem vědomí ani věkem pacienta (Slouka, 2018). Přesvědčíme-li se o přítomnosti OAE, znamená to, že jsou přítomny i vláskové buňky vnitřního ucha, které správně fungují a reagují na zvukové podněty. Výsledkem je zjištěna správná funkčnost periferního sluchového ústrojí (Lejska, 2019). Nejčastěji vyšetřované jsou transientní OAE, odpovídající na zvukový podnět. Druhou, také častou metodou jsou distorzní produkty OAE, odpovídající na dva zároveň vysílané zvuky podobné frekvence, jehož výsledkem je DP-gram (Slouka, 2018).

### 2.3.2.3 Sluchové evokované potenciály

Přijímáním zvukového podnětu se od vláskových buněk vnitřního ucha šíří bioelektrická aktivita, kterou lze v různých částech sluchové dráhy zaznamenat. Jde o měření evokovaných potenciálů, tzv. ERA (electrical response audiometry).

Kmenové sluchové potenciály BERA (brainstem evoked response audiometry) – snímají elektrické sluchové potenciály s latencí do 10 ms. Jde o odezvu na zvukový podnět v blízkosti mozkového kmene. Tato metoda se využívá ke zjištění sluchového prahu u dětských a nespolupracujících pacientů. Je z metod ERA nejčastěji využívána. Pomocí této metody můžeme diagnostikovat různá poškození sluchového nervu nebo mozkového kmene (Slouka, 2018). V případě frekvenčně specifického vyšetření BERA lze zjistit objektivní sluchový práh.

Ustálené potenciály SSEP (steady state evoked potentials) – touto metodou jsou zjišťovány ustálené potenciály na čtyřech hlavních frekvencích s latencí do 70 ms. Toto vyšetření v celkové anestezii dokáže objevit zbytky sluchu v nízkých frekvencích. Tato metoda je vhodná při diagnostice před plánovanou kochleární implantací (Slouka, 2018).

Korové sluchové potenciály CERA (cortical auditory evoked response) – zaznamenávají evokované potenciály z kůry mozkové. Metoda spočívá ve snímání korových potenciálů s delší dobou odpovědi, cca do 400 ms. Při vyšetření sluchového prahu se užívá tón, který má určitou intenzitu a frekvenci. Lze využít i slovního provedení, je vhodné provádět s dětmi, u kterých je diagnostikován zpomalený vývoj řeči. Tato metoda nevytvoří objektivní audiogram, protože zjištění je možné na třech frekvenčních pásmech (Dršata, 2015).

## 2.4 Hluk

Hluk patří mezi základní rizikové faktory, které negativně působí na sluchové ústrojí. Hluk může působit na organismus škodlivě, kdy dochází k poškození sluchu, nebo má účinek obtěžující, při něm dochází ke změnám fyziologických funkcí, nebo rušivý, kdy je negativně ovlivněna psychická rovnováha člověka (Lejska, 2019). Dlouhodobý pobyt v hluku poškozuje nejen sluch, ale má negativní dopad na celý lidský organismus. Podílí se na vzniku tzv. civilizačních chorob, jako jsou např. žaludeční problémy, vysoký krevní tlak, psychický neklid a jiné potíže, které jsou současně podmíněny nedoslýchavostí z hluku. Nedoslýchavost způsobená hlukem je poškození sluchu, který byl hluku dlouhodobě vystaven. Působí-li hluk na organismus delší čas, stačí k jeho trvalému poškození působení menší intenzity. Postižení se týká zejména vysokých frekvencí (Dršata, 2015). Postoj k hluku jako takovému bývá subjektivní. Např. hlasitá hudba je pro někoho příjemná, pro jiného může být nesnesitelným hlukem apod. (Lejska, 2001). Formy hluku jsou ustálené nebo proměnné, impulsní, běžné, vysokofrekvenční, infrazvuk a ultrazvuk (Lejska, 2019).

Reakce sluchového ústrojí na působení hluku, postižení sluchu hlukem (Lejska, 2019):

- Sluchové přizpůsobení – sluchové ústrojí se snaží zabránit poškození sluchových buněk zapojením různých ochranných mechanismů
- Sluchová únava – dochází k přechodnému posunu sluchového prahu, kdy sluch už není schopen adaptace a nastává tkáňová únava
- Sluchové vyčerpání – nastává poškození sluchových buněk, které nepracují tak jak mají, ale jsou přítomné
- Atrofie sluchového epitelu – sluchový práh je trvale zvýšený, trvalé je i postižení, dochází k nevratnému stavu sluchové funkce

Na pracovištích se zvýšeným hlukem zaměstnanci krajské hygienické stanice měří a stanovují míru hlukové zátěže (Lejska, 2019). Jsou rozlišovány 4 druhy pracovišť s různou intenzitou hluku. Prvním typem je pracoviště s hladinou hluku, která nepřekračuje 75 dB, druhým typem je hluk na pracovištích v rozmezích od 75 do 85 dB s impulsy do 140 dB, třetím typem jsou pracoviště s hlukovou zátěží od 85 do 105 dB s impulsy do 150 dB a čtvrtým typem je hluk na pracovištích, který se dostává nad hladinu 105 dB (Blanař, 2020; Alam, 2013).

Z důvodu silného vlivu hluku na lidský organismus musí pracovníci hlučných provozů absolvovat pravidelné prohlídky (Lejska, 2019). Preventivní vyšetření by mělo zmapovat ty jedince, u kterých se předpokládá vznik profesní nedoslýchavosti. Jejich včasná diagnostika může omezit zhoršování sluchu nebo jej zcela zastavit (Lejska, 2001). Kromě zdravotnické péče se skládá celková prevence o pracovníky v hlučném prostředí ještě z technické a organizační preventivní péče (Lejska, 2019).

## 2.5 Osobní ochranné prostředky proti hluku

V prostředí s rizikem hluku je nejdůležitější dbát na prevenci, protože získaná nedoslýchavost z hluku a její léčení s sebou nesou zdravotní problémy do budoucna. Povinností zaměstnavatelů, kteří zaměstnávají pracovníky do hlučného prostředí, je poskytovat zaměstnancům vhodné chrániče sluchu. K tomuto se vztahuje Nařízení vlády č.272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací a poslední novelizace tohoto zákona, Nařízení vlády č.241/2018 Sb., podle kterého je zaměstnavatel povinen poskytnout zaměstnancům osobní ochranné prostředky, pokud hladina hluku překračuje hodnoty 80 dB. Zvýší-li se intenzita hluku nad 85 dB, musí zaměstnavatel dohlížet na povinné používání osobních ochranných prostředků proti hluku. Jejich funkce spočívá v tom, že snižují hladinu zvuků, které pronikají do sluchového aparátu. Nejužívanějšími osobními ochrannými pomůckami jsou rezonanční chrániče (zátkové), dále sluchátkové (mušlové), které mají obvykle lepší účinek než rezonanční chrániče a protihlukové přilby, kterých je využíváno hlavně na pracovištích s velmi vysokou hladinou hluku pro jejich nejvyšší účinnost (Pellant, 2014; Alam, 2013).

### 2.5.1 Materiály zátkových ochranných prostředků

Na výrobu zátkových chráničů se používá PVC pěna, či měkká polyuretanová pěna. Tyto materiály mají paměťovou stopu, po zmáčknutí a zavedení zátkových chráničů do zvukovodu podle návodu výrobce, se zátky vrací do původního tvaru a tím dokonale zvukovod utěsní. Podle evropské normy EN 352-2 musí materiály používané na výrobu těchto chráničů splňovat tato kritéria:

- Neměly by způsobovat kožní podráždění, nemoci, alergické reakce a další zdraví ohrožující účinky po dobu jejich životnosti
- Nesmí měnit po kontaktu s biologickými látkami (pot, ušní maz aj.) vlastnosti chrániče

### 2.5.2 Požadavky na zátkové chrániče

- Musí být navrženy tak, aby nezpůsobily poškození uživatele, který je používá v souladu s návodem výrobce
- Celý zátkový chránič, který je nasazen dle návodu výrobce, může vyčnívat ze zvukovodu, ale tato skutečnost nesmí způsobovat při manipulaci s ním poranění ucha
- Při jejich užívání musí být chránič snadno odstranitelný ze zvukovodu bez použití nástroje
- Zátkové chrániče, které se mohou používat opakovaně, musí být vybaveny uzavíratelným obalem pro každý pár, který je vhodný pro hygienické uskladnění.



Obrázek 3 - Zátkové ochranné prostředky proti hluku (vlastní foto).

### 2.5.3 Útlumové vlastnosti osobních ochranných prostředků proti hluku

Při výběru osobních ochranných prostředků se může orientovat zaměstnavatel nebo zaměstnanec podle jejich schopností útlumu hluku. Podle českých technických norem, které korespondují se směrnicemi Evropské unie, jsou tyto hodnoty vyjadřovány jako:

**Střední hodnoty útlumu** – by měly vyjadřovat nejpřesnější informaci o schopnosti útlumu daného zátkového chrániče na jednotlivých frekvencích, čím vyšší číselná hodnota, tím kvalitnější útlum

**APV** (Assumed Protection Value) – znázorňuje předpokládaný údaj útlumové schopnosti, vyšší číslo představuje lepší útlum

**Hodnoty HML** (High, Middle, Low) – vyjadřují přibližnou účinnost zátkového chrániče na nízkých, středních a vysokých frekvencích

**Hodnota SNR** (Single Number Rating) – znázorňuje přibližný účinek útlumu daného zátkového chrániče (Blanař, 2020)

## **3 PRAKTICKÁ ČÁST**

### **3.1 Průzkumné otázky**

#### **Otázka č. 1**

Mají zátkové ochranné prostředky proti hluku takové útlumové schopnosti, jaké deklaruje výrobce?

#### **Otázka č. 2**

Jaké rozdíly v útlumových schopnostech jsou mezi jednotlivými ochrannými prostředky?

#### **Otázka č. 3**

Jaký komfort poskytují jednotlivé zátkové chrániče sluchu?

### **3.2 Metodika**

#### **Typ průzkumu**

Obsah bakalářské práce je teoreticko-průzkumný. Je zaměřena na osobní ochranné prostředky proti hluku, konkrétně na zátkové chrániče sluchu. Průzkum sleduje jejich schopnost útlumu, komfort při používání a porovnává účinnost mezi testovanými zátkovými chrániči. Zda dokážou tlumit intenzitu zvuků tak, jak udávají výrobci. Použity byly zátkové chrániče sluchu od 3 různých výrobců dostupných na trhu v České republice. Předtím byl proveden průzkum trhu, z kterého byly zkoumané výrobky vybrány. Souhrn zátkových chráničů nalezených při průzkumu trhu k datu 10.1. 2021 je uveden v příloze A na straně 54.

#### **Místo a čas sběru dat**

Respondenti byli vyšetřeni na Fakultě zdravotnických studií Univerzity Pardubice, v malé místnosti se sníženým dozvukem prostřednictvím akustických panelů. Místnost byla vybavená audiometrem, sluchátky a signalizačním zařízením. Měření probíhalo za standardních metrologických podmínek pro audiometrické vyšetřovací metody ČSN EN ISO 8253 – 1 a ČSN EN ISO 8253 - 2 (ČSN EN ISO 8253 – 1, 2011; ČSN EN ISO 8253 – 2, 2010). Vyšetření respondentů probíhala v období od ledna do června 2021.

## **Průzkumný soubor**

V rámci průzkumu bylo vybráno 30 respondentů, kteří splňovali daná kritéria k šetření. V časovém předstihu byly zakoupeny 3 typy zátkových chráničů, které byly vybrány na základě průzkumu trhu. Pro průzkum byla použita diagnostická metoda, prahová tónová audiometrie. U respondentů byl vyšetřován nejprve sluchový práh bez zátkových chráničů u obou uší a následně s každými zátkovými chrániči sluchu. Každý účastník průzkumu byl v místnosti sám s vyšetřující osobou. Každý vyšetřovaný měl nasazena sluchátka, do kterých byly pouštěny tóny různých frekvencí s postupně zesilující intenzitou.

## **Zařazující kritéria**

Respondenti zkoumaného souboru museli být ve věku od 18 do 35 let, bez diagnostikovaných sluchových ztrát. Jednalo se o studenty či akademické pracovníky fakulty zdravotnických studií, kteří byli ochotní se průzkumu zúčastnit.

## **Vyřazující kritéria**

Do zkoumaného souboru nebyli zařazeni respondenti mladší 18 let a starší 35 let. Dále byli ze souboru vyloučeni ti, kterým byla diagnostikována sluchová porucha či vada.

## **Popis měření**

Každý vyšetřovaný respondent byl v místnosti sám s vyšetřujícím. Před samotnou audiometrií všichni vyšetřovaní podstoupili instruktáž o postupu a průběhu tohoto vyšetření. Vyšetřovaný byl posazen tak, aby neviděl na obrazovku audiometru. Poté mu byla nasazena sluchátka a do ruky vloženo signalizační tlačítko. Měření začínalo nejdříve u pravého, následně u levého ucha. Do sluchátek byly pouštěny tóny různých frekvencí (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz a 8000 Hz). V pořadí podle tabulky 2.

Na každé frekvenci se hlasitost postupně zvyšovala, dokud vyšetřovaný tlačítkem nesignalizoval, že danou frekvenci o dané hlasitosti slyší. Měření bylo prováděno nejdříve bez ochranných prostředků, pak s prvními, druhými a třetími zátkovými chrániči, tedy ve čtyřech různých měřeních. Každý respondent si zátkové chrániče sluchu vkládal do uší sám podle návodu výrobců. Vyšetřující (autor práce) vždy provedl kontrolu správného vložení chrániče sluchu do zvukovodu. Před vyšetřením bylo vždy 1 – 2 minuty vyčkáno na plné „rozvinutí“ materiálu zátkového chrániče.



**Tabulka 2 - Pořadí vyšetřovaných frekvencí.**



Výsledkem vyšetření každého respondenta byly čtyři záznamní listy, které obsahovaly výsledné audiogramy pro pravé i levé ucho. Vždy byl zaznamenán také věk a pohlaví u každého respondenta a u každého chrániče byl respondent požádán o ohodnocení pohodlí na stupnici od 1 do 5. S tím, že 1 označuje nejvyšší pohodlí a 5 nejnižší.

### **Zpracování dat**

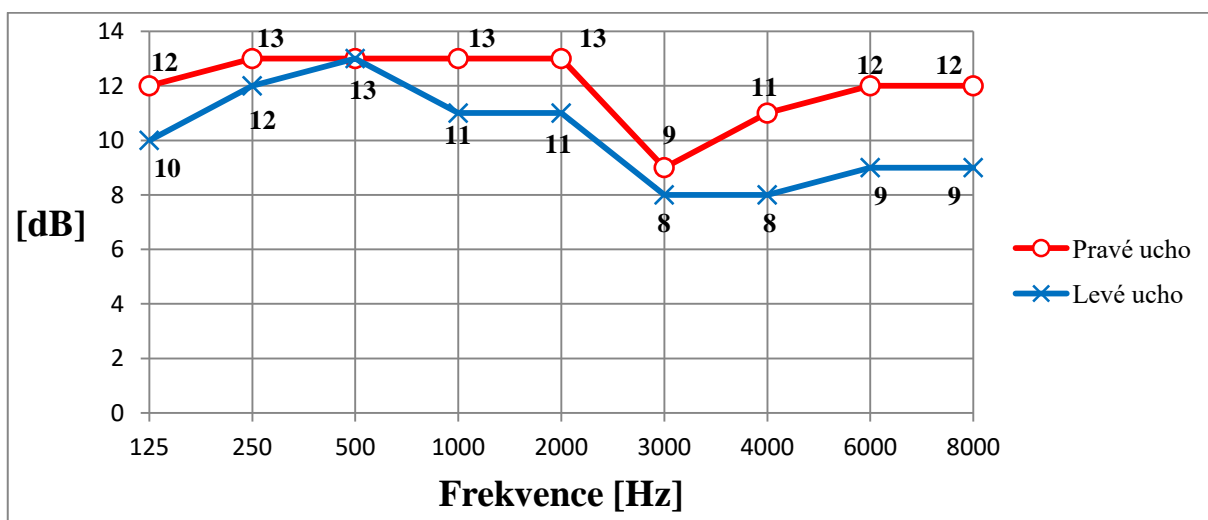
Získané hodnoty sluchových prahů byly zpracovány do tabulek a grafů pomocí programu Microsoft office Word a Microsoft office Excel 2007. Průzkumného měření se zúčastnilo 30 osob. Výsledky měření všech respondentů byly vypočítány do průměrné hodnoty a dále byly výsledky porovnávány s hodnotami naměřenými a vypočítanými výrobcem. Byly vytvořeny grafy s průměrným sluchovým prahem bez zátkových chráničů a postupně se třemi různými zátkovými chrániči. V prezentovaném grafickém vyjádření výsledků nejsou data ve formátu prahového ztrátového audiogramu (čím vyšší intenzita zvuku, tím jsou body grafu umístěny níže), ale hodnoty jsou v klasickém zobrazení, kdy vyšší hodnoty jsou na grafu umístěny výše. V grafech se zátkovými chrániči jsou znázorněny hodnoty SNR nebo APV, které deklaruje výrobce. Grafy znázorňující hodnoty útlumu byly znázorněny do bodového grafu. Komfort zátkových chráničů vyjádřený respondenty byl znázorněn do sloupcového grafu.

### 3.3 Výsledky

V průzkumném souboru bylo 30 respondentů, z toho 13 mužů a 17 žen. Nejnižší věk byl 19 let a nejvyšší 32 let. Průměrný věk činil 24,8 let.

U všech respondentů bylo nejprve provedeno vyšetření vzdušného vedení zvuku na pravém a levém uchu bez ochranných pomůcek, za účelem zjištění sluchového prahu. Žádný z respondentů neměl sluchový práh vyšší než 20 dB. Všichni tedy měli normální sluch, viz obrázek 4.

Osa y zobrazuje naměřenou intenzitu v dB. Na ose x jsou zaznamenány frekvence v Hz, které byly zkoumány v rámci audiometrického měření. Z grafu vyplývá, že sluchový práh u pravého ucha je vyšší než u ucha levého. Pouze na frekvenci 500 Hz se hodnota sluchového prahu shoduje na 13 dB.



Obrázek 4 - Graf průměrného sluchového prahu bez zátkových chráničů ve sledovaném souboru (n=30).

## Ochranný prostředek 1

Je vyroben ze speciální PVC (polyvinylchlorid) pěny, má válcovitý tvar o výšce 18 mm a průměru 13 mm. Zátkový chránič je určen k jednorázovému použití. Výrobce deklaruje útlum intenzity zvuku prostřednictvím APV v decibelových hodnotách. Na frekvencích 3 kHz a 6 kHz výrobce hodnotu útlumu neudává, viz tabulka 3.

**Tabulka 3 - Deklarovaný útlum APV ochranného prostředku 1, (převzato z 3M E-A-R Classic Earplugs, 2019).**

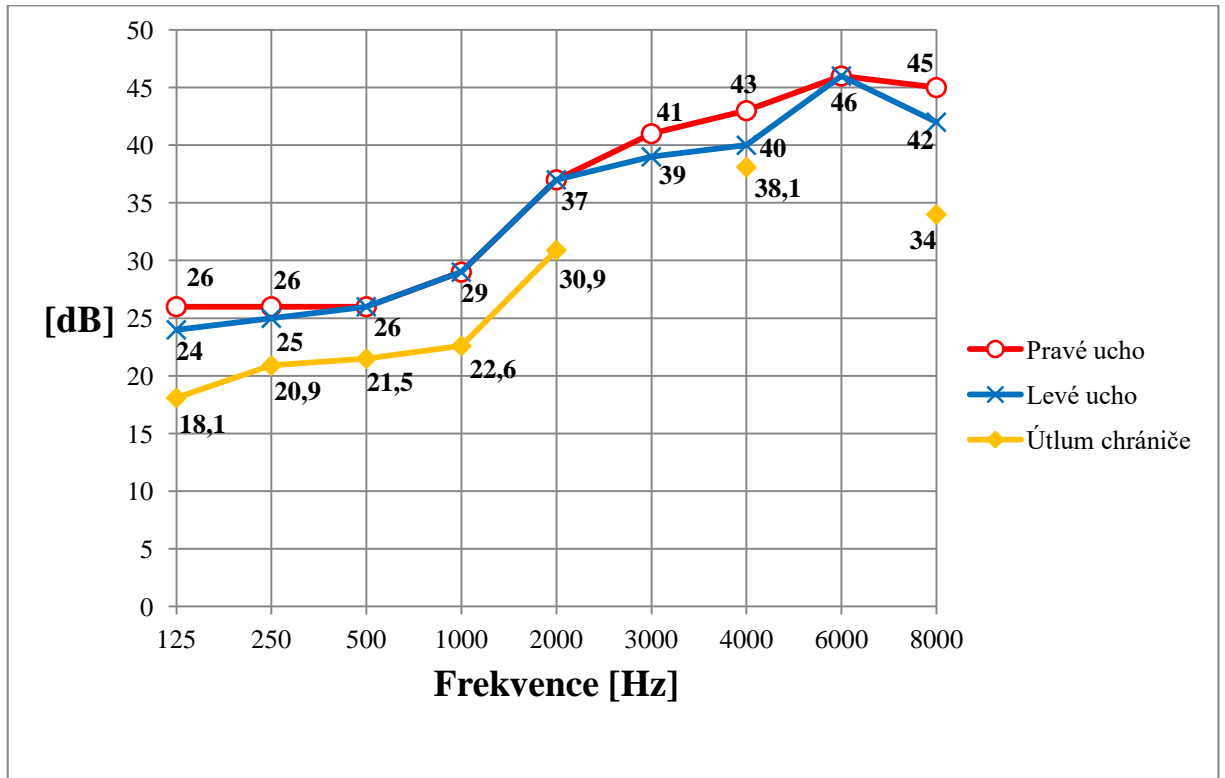
<b>Frekvence [Hz]</b>	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
<b>Deklarovaný útlum [dB]</b>	18,1	20,9	21,5	22,6	30,9	-	38,1	-	34

U 30 respondentů bylo provedeno měření sluchového prahu vzdušného vedení zvuku s ochranným prostředkem 1, na pravém a levém uchu za účelem zjištění útlumových hodnot. Pravé ucho je nejlépe tlumeno na frekvenci 6 kHz a nejméně na nízkých frekvencích. Levé ucho je nejlépe tlumeno na frekvenci 6 kHz a nejméně na frekvenci 125 Hz, viz tabulka 4.

**Tabulka 4 - Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 1 (n=30).**

<b>Frekvence [Hz]</b>	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
<b>Pravé ucho [dB]</b>	26	26	26	29	37	41	43	46	45
<b>Levé ucho [dB]</b>	24	25	26	29	37	39	40	46	42

V obrázku 5 osa y zobrazuje naměřenou hlasitost v dB. Na ose x jsou zaznamenány frekvence v Hz, které byly zkoumány v rámci audiometrického měření. V grafu je znázorněn sluchový práh pro pravé a levé ucho zvlášť a hodnoty útlumu hluku, které deklaruje výrobce (APV). Z grafu vyplývá, že naměřené útlumové hodnoty jsou vyšší, než deklaruje výrobce.



Obrázek 5 - Graf průměrného naměřeného sluchového práhu s ochranným prostředkem 1 v porovnání s deklarovaným útlumem APV (n=30).

Tabulka 5 prezentuje počet respondentů, kteří na daných frekvencích dosahují naměřených hodnot útlumu deklarovaných výrobcem a počet respondentů, kteří jich nedosahují. Počet osob dosahujících či nedosahujících deklarovaných hodnot útlumu je též vyjádřen v procentech. U pravého ucha na frekvenci 250 Hz dosáhlo deklarovaného útlumu 66,7 % respondentů, na ostatních frekvencích dosáhlo deklarovaného útlumu více než 75 % respondentů. U levého ucha dosáhlo nejméně respondentů (63,3 %) deklarované hodnoty útlumu na frekvenci 500 Hz. Nejvíce respondentů (83,3 %), kteří dosáhli deklarovaného útlumu, bylo na frekvenci 1000 Hz. Je zřejmé, že každý člověk je individuální, a i když třeba průměrný útlum vychází, viz obrázek 5, tak u některých osob útlumu není dosaženo. Viz tabulka 5.

**Tabulka 5 - Počet respondentů, u kterých bylo dosaženo alespoň takových hodnot útlumu, které deklaruje výrobce.**

Frekvence [Hz]	Počet osob							
	Pravé ucho				Levé ucho			
	Chránil by dostatečně	Četnost [%]	Nechránil by dostatečně	Četnost [%]	Chránil by dostatečně	Četnost [%]	Nechránil by dostatečně	Četnost [%]
125	24	80	6	20	23	76,7	7	23,3
250	20	66,7	10	33,3	20	66,7	10	33,3
500	25	83,3	5	16,7	19	63,3	11	36,7
1000	25	83,3	5	16,7	25	83,3	5	16,7
2000	23	76,7	7	23,3	21	70	9	30
3000	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	23	76,7	7	23,3	20	66,7	10	33,3
6000	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	25	83,3	5	16,7	22	73,3	8	26,7

## Ochranný prostředek 2

Je vyroben z měkké PU (polyuretanové) pěny. Má kuželovitý tvar o průměru podstavy 13 mm a výšce 27 mm. Zátkový chránič je určen k jednorázovému použití. Výrobce neuvádí hodnoty APV pro každou frekvenci, ale pouze hodnoty HML, které mají představovat souhrnnou hodnotu pro útlum na nízkých, středních a vysokých frekvencích, kterou by měl chránič poskytovat. Viz tabulka 6.

**Tabulka 6 - Deklarovaný útlum HML ochranného prostředku 2, (převzato od ED Comfort Plug: Tlumiče hluku. Brandýsek, viz příloha B).**

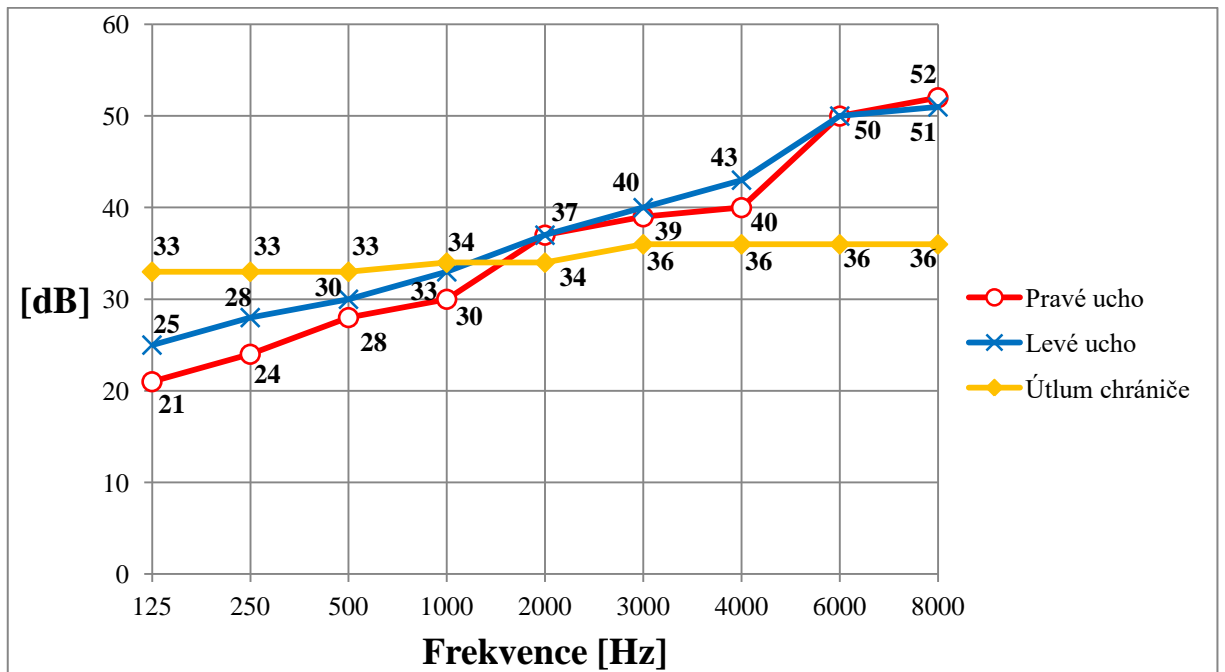
<b>Frekvence [Hz]</b>	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
<b>Deklarovaný útlum [dB]</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

Tabulka 7 prezentuje hodnoty sluchového prahu po zavedení ochranného prostředku 2. Tento ochranný prostředek chránil lépe ve vysokých frekvencích, méně v hlubokých.

**Tabulka 7 - Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 2 (n=30).**

<b>Frekvence [Hz]</b>	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
<b>Pravé ucho [dB]</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>52</b>
<b>Levé ucho [dB]</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>50</b>	<b>51</b>

Po zavedení ochranného prostředku 2 byly naměřeny útlumové hodnoty pro pravé a levé ucho. Tyto hodnoty jsou prezentovány s deklarovanými hodnotami výrobce. Osa y zobrazuje naměřenou hlasitost v dB. Na ose x jsou zaznamenány frekvence v Hz, které byly zkoumány v rámci audiometrického měření. Nejlepší útlumové schopnosti u pravého i levého ucha jsou na vysokých frekvencích 6 kHz a 8 kHz. Nejmenší útlumové schopnosti u pravého i levého ucha na hlubokých frekvencích 125 Hz a 250 Hz, viz obrázek 6.



Obrázek 6 - Graf průměrného naměřeného sluchového prahu s ochranným prostředkem 2 v porovnání s deklarovaným útlumem HML (n=30).

Tabulka 8 ukazuje, kolik respondentů má naměřenou hodnotu nižší a kolik respondentů hodnotu vyšší, než deklaruje výrobce.

Tabulka 8 prezentuje počet respondentů, které ochranný prostředek 2 tlumí tak, jak deklaruje výrobce. U pravého ucha dosáhlo nejvíce respondentů (86,7 %) deklarované hodnoty útlumu na frekvencích 6000 Hz a 8000 Hz. U levého ucha dosáhlo nejvíce respondentů (86,7 %) deklarované hodnoty útlumu na frekvenci 8000 Hz. U pravého i levého ucha dosáhlo deklarované hodnoty útlumu nejméně respondentů na frekvenci 125 Hz.

**Tabulka 8 - Počet respondentů, u kterých bylo dosaženo alespoň takových hodnot útlumu, které deklaruje výrobce.**

Počet osob								
Frekvence [Hz]	Pravé ucho				Levé ucho			
	Chráníl by dostatečně	Četnost [%]	Nechránil by dostatečně	Četnost [%]	Chráníl by dostatečně	Četnost [%]	Nechránil by dostatečně	Četnost [%]
125	4	13,3	26	86,7	7	23,3	23	76,7
250	6	20	24	80	9	30	21	70
500	9	30	21	70	13	43,3	17	56,7
1000	9	30	21	70	14	83,3	16	16,7
2000	21	70	9	30	20	66,7	10	33,3
3000	17	56,7	13	43,3	20	66,7	10	33,3
4000	17	56,7	13	43,3	20	66,7	10	33,3
6000	26	86,7	4	13,3	23	76,7	7	23,3
8000	26	86,7	4	13,3	26	86,7	4	13,3

### Ochranný prostředek 3

Je vyroben z polyuretanu. Má kuželovitý tvar o průměru podstavy 14 mm a výšce 22 mm. Zátkový chránič je určen k jednorázovému použití. Výrobce deklaruje útlum intenzity zvuku prostřednictvím APV v decibelových hodnotách. Na frekvencích 3 kHz a 6 kHz výrobce hodnotu útlumu neudává, viz tabulka 9.

**Tabulka 9 - Deklarovaný útlum APV ochranného prostředku 3, (převzato z DATASHEET DISPOSABLE EARPLUGS PROTECTION AGAINST NOISE).**

Frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Deklarovaný útlum [dB]	30	30,6	32,5	30,1	32,1	-	43,5	-	40,8

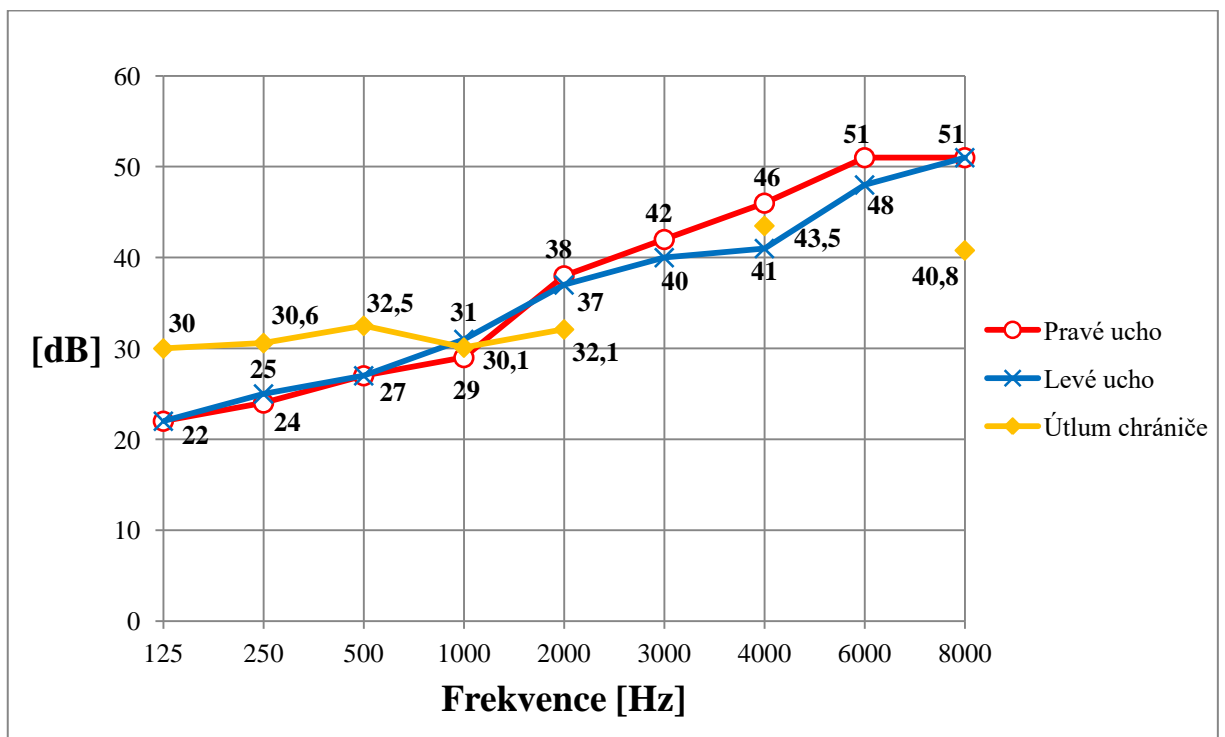


Tabulka 10 ukazuje hodnoty sluchového prahu po zavedení ochranného prostředku 3. Tento ochranný prostředek chránil lépe ve vysokých frekvencích a nejméně tlumil intenzitu zvuku na nízkých frekvencích. Je to shodné u pravého i levého ucha, viz tabulka 10.

**Tabulka 10 - Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 3 (n=30).**

Frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Pravé ucho [dB]	22	24	27	29	38	42	46	51	51
Levé ucho [dB]	22	25	27	31	37	40	41	48	51

Po zavedení ochranného prostředku 3 byly naměřeny útlumové hodnoty pro pravé i levé ucho. Tyto hodnoty jsou prezentovány s deklarovanými hodnotami útlumu APV, které udává výrobce. Osa y zobrazuje naměřenou hlasitost v dB. Na ose x jsou zaznamenány frekvence v Hz, které byly zkoumány v rámci audiometrického měření. Z grafu vyplývá, že pravé i levé ucho je nejvíce tlumeno na vysokých frekvencích 6 kHz a 8 kHz. Nejmenší hodnoty útlumu jsou patrné na nízkých frekvencích 125 Hz a 250 Hz, viz obrázek 7.



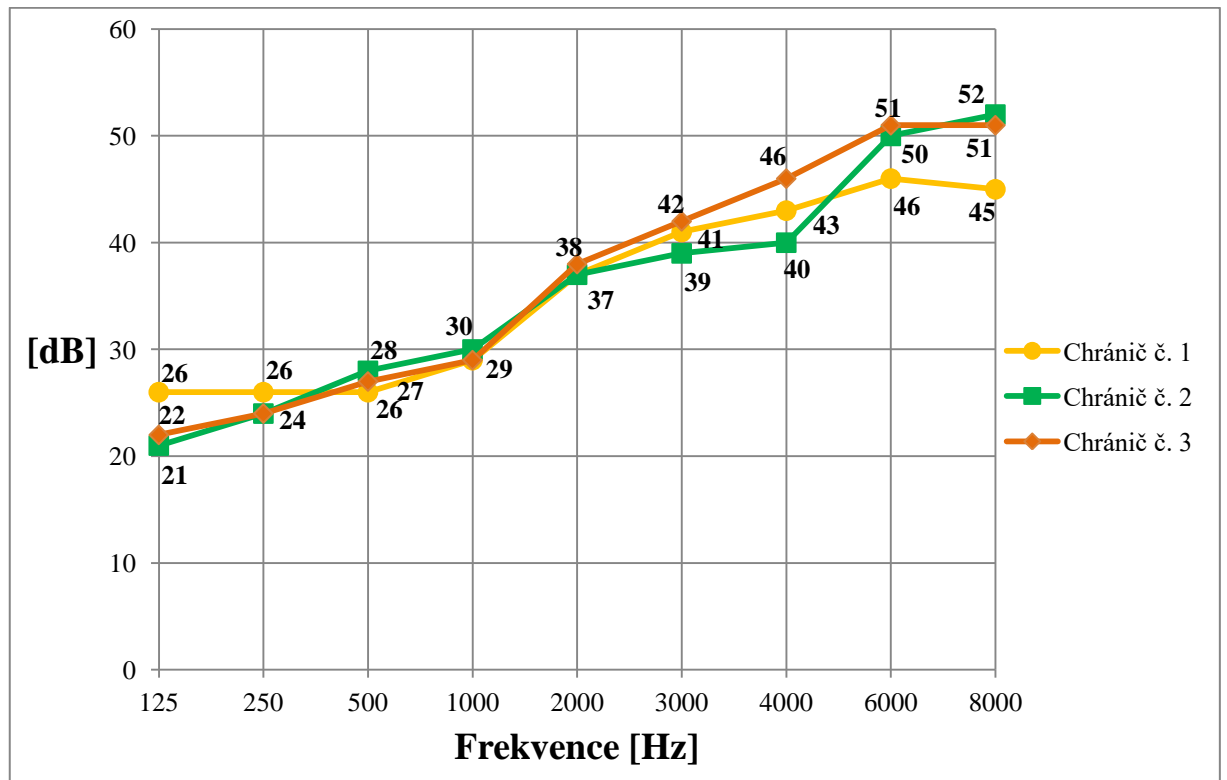
**Obrázek 7 - Graf průměrného naměřeného sluchového prahu s ochranným prostředkem 3 v porovnání s deklarovaným útlumem APV (n=30).**

V tabulce 11 je 30 respondentů rozděleno na skupiny, které splňují či nespĺňují deklarované hodnoty udávané výrobcem na daných frekvencích. U pravého ucha dosáhlo nejvíce respondentů (83,3 %) deklarovaného útlumu na frekvenci 8000 Hz, nejméně respondentů (20 %) dosáhlo deklarovaného útlumu na frekvenci 125 Hz a 250 Hz. U levého ucha by nejvíce respondentů (73,3 %) bylo chráněno na frekvenci 8000 Hz a nejméně na frekvenci 250 Hz, kde by ochranný prostředek 3 chránil dle deklarace výrobce pouze 20 % respondentů.

**Tabulka 11 - Počet respondentů potvrzujících hodnoty deklarované výrobcem ochranného prostředku 3.**

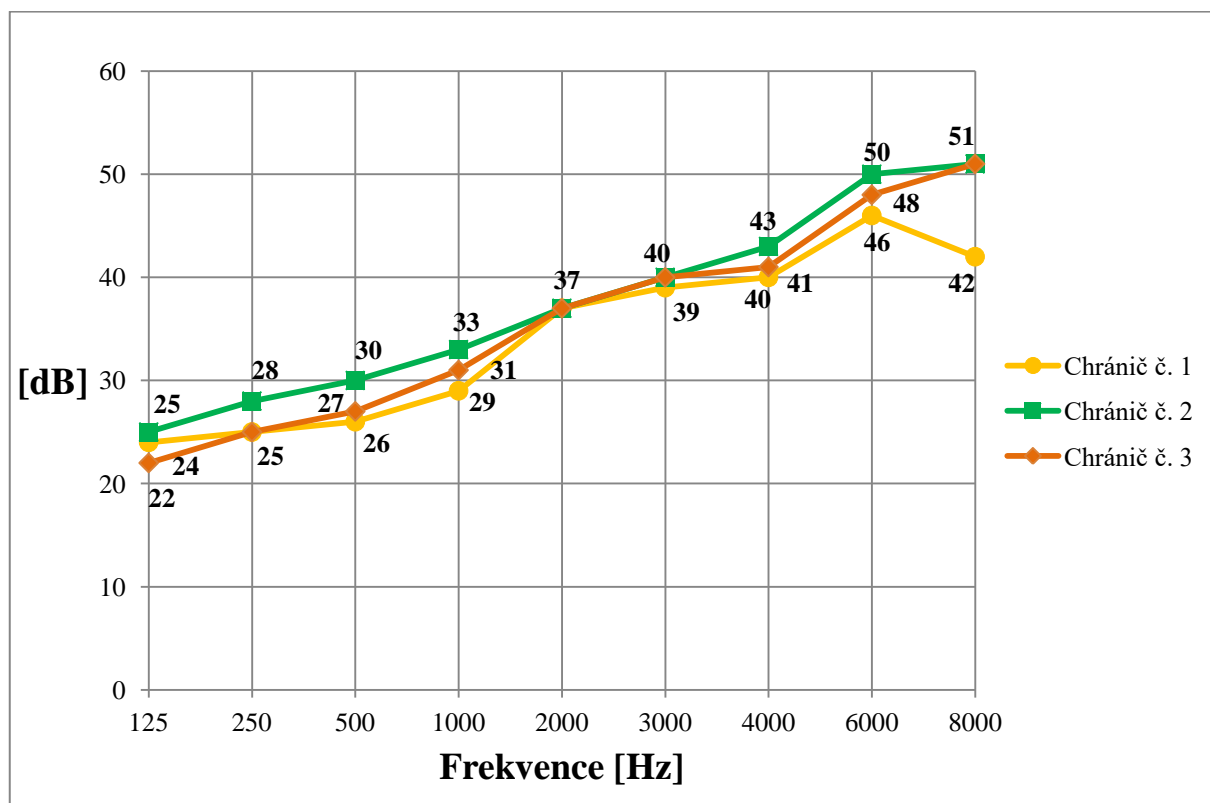
Počet osob								
Frekvence [Hz]	Pravé ucho				Levé ucho			
	Chránil by dostatečně	Četnost [%]	Nechránil by dostatečně	Četnost [%]	Chránil by dostatečně	Četnost [%]	Nechránil by dostatečně	Četnost [%]
125	6	20	24	80	9	30	21	70
250	6	20	24	80	6	20	24	80
500	9	30	21	70	7	23,3	23	76,7
1000	10	33,3	20	66,7	14	46,7	16	53,3
2000	22	73,3	8	26,7	21	70	9	30
3000	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	20	66,7	10	33,3	15	50	15	50
6000	-	-	-	-	-	-	-	-
8000	25	83,3	5	16,7	22	73,3	8	26,7

Graf prezentuje porovnání ochranných prostředků 1, 2, 3 u pravého ucha. Na první pohled je patrné, že mezi zátkovými chrániči není velký rozdíl ve schopnosti útlumu. Po vzájemném porovnání tlumí první zátkové chrániče nejlépe na frekvencích 125 Hz a 250 Hz. Druhé zátkové chrániče mají nejlepší výsledky útlumu na frekvencích 500 Hz, 1000 Hz a 8000 Hz. Třetí zátkové chrániče nejlépe tlumily na frekvencích 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz a 6000 Hz, viz obrázek 8.



Obrázek 8 – Graf průměrných naměřených hodnot sluchového prahu s ochrannými prostředky 1, 2, 3 pro pravé ucho (n=30).

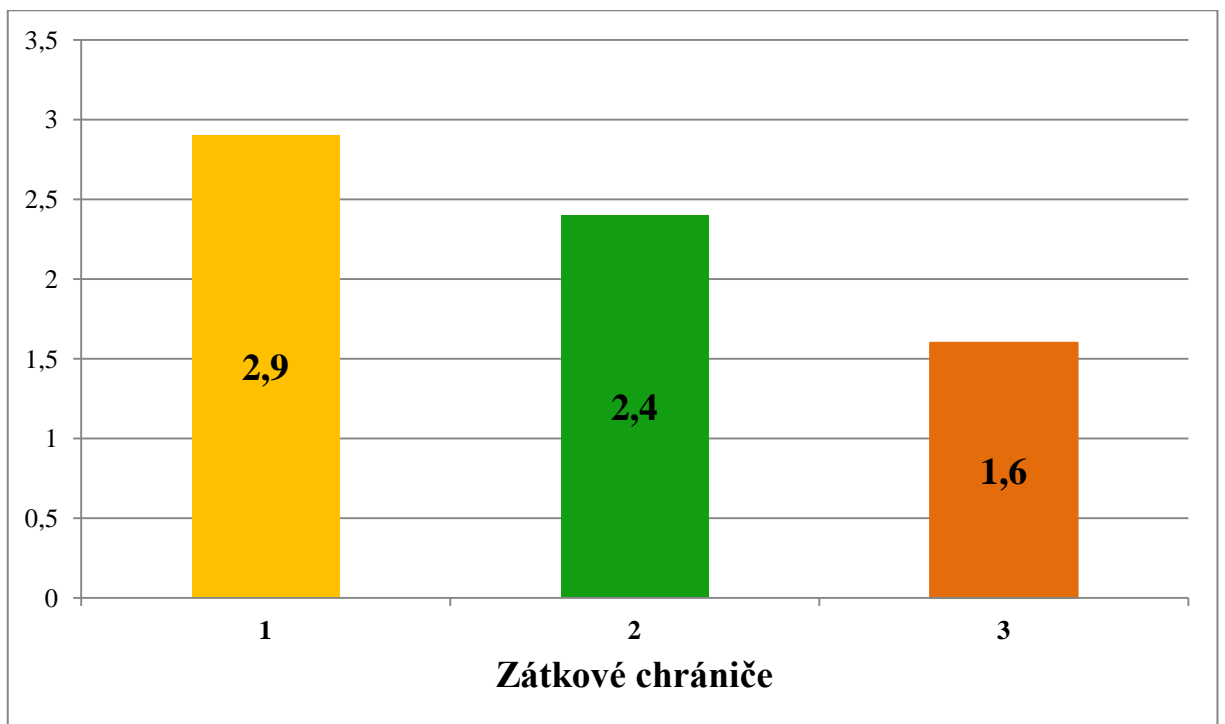
Graf prezentuje porovnání ochranných prostředků 1, 2, 3 u levého ucha. Z grafu vyplývá, že nejlepší schopnost útlumu pro levé ucho vykazují druhé zátkové chrániče, které nejlépe tlumí na frekvencích 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 4000 Hz a 6000 Hz. Na frekvenci 2000 Hz se útlumové hodnoty prvních, druhých a třetích zátkových chráničů shodují. Na frekvencích 3000 Hz a 8000 Hz se shodují hodnoty útlumu druhých a třetích zátkových chráničů.



Obrázek 9 – Graf průměrných naměřených hodnot sluchového prahu s ochrannými prostředky 1, 2, 3 pro levé ucho (n=30).

## Hodnocení komfortu zátkových chráničů

Respondenti hodnotili komfort jednotlivých zátkových chráničů známkou od 1 do 5, kde známka 1 znamenala nejlepší komfort a 5 nejmenší spokojenost s komfortem. Z grafu můžeme vyčíst, že třetí zátkové chrániče jsou nejpohodlnější s průměrnou známkou 1,6. Na druhém místě jsou druhé zátkové chrániče s průměrným hodnocením 2,4. Jako nejméně pohodlné byly označeny první zátkové chrániče s průměrnou známkou komfortu 2,9, viz obrázek 10.



Obrázek 10 - Průměrné hodnocení komfortu zátkových chráničů.

V tabulce 12 jsou uvedeny průměrné hodnoty schopnosti útlumu prvních, druhých a třetích zátkových chráničů pro pravé a levé ucho a zhodnocení komfortu respondenty.

**Tabulka 12 - Porovnání průměrných naměřených hodnot sluchového prahu zátkových chráničů 1, 2, 3, pravé i levé ucho a průměrné hodnocení komfortu při nošení (n=30).**

Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Komfort chrániče
<b>Ochranný prostředek 1</b>	<b>Pravé ucho</b>	26	26	26	29	37	41	43	46	45	<b>2,9</b>
	<b>Levé ucho</b>	24	25	26	29	37	39	40	46	42	
<b>Ochranný prostředek 2</b>	<b>Pravé ucho</b>	21	24	28	30	37	39	40	50	52	<b>2,4</b>
	<b>Levé ucho</b>	25	28	30	33	37	40	43	50	51	
<b>Ochranný prostředek 3</b>	<b>Pravé ucho</b>	22	24	27	29	38	42	46	51	51	<b>1,6</b>
	<b>Levé ucho</b>	22	25	27	31	37	40	41	48	51	

## 4 DISKUZE

Bakalářská práce se zabývá problematikou výskytu nadměrné intenzity hluku na pracovištích a jejím dopadem na sluchové ústrojí. Zejména se zaměřuje na profesní nedoslýchavost, která je způsobena dlouhodobým pobytem v nadměrně hlučném pracovním prostředí. Práce je též cílena na prevenci profesní nedoslýchavosti, konkrétně na osobní ochranné prostředky proti hluku. Na trhu jsou k dostání osobní ochranné prostředky zátkové, mušlové a protihlukové přilby, ale průzkum této práce je zaměřen pouze na zátkové chrániče sluchu, jejich schopnost útlumu, výši účinnosti a na komfort při jejich používání. V rámci průzkumné části práce byla provedena audiometrická měření, která mají dokázat, zda jsou zátkové chrániče schopny tlumit intenzitu zvuků tak, jak deklarují výrobci. Byly použity zátkové chrániče od tří výrobců vyskytující se na českém trhu. Mezi jednotlivými zátkovými chrániči byly zjišťovány rozdíly v útlumových schopnostech.

### **Průzkumná otázka č. 1**

**Mají zátkové ochranné prostředky proti hluku takové útlumové schopnosti, jaké deklaruje výrobce?**

Průzkum byl proveden u 30 respondentů s normálním sluchem. Podíl zastoupení žen v průzkumném souboru byl vyšší, žen bylo 17 a mužů 13. Průměrný věk všech respondentů byl 24,8 let. Měření bylo provedeno u pravého a levého ucha. Naměřené výsledky všech respondentů byly zprůměrovány v jeden výsledný sluchový práh pro každé ucho na frekvencích 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz a 8000 Hz.

### **Ochranný prostředek 1**

Naměřené útlumové hodnoty u ochranného prostředku 1 jsou na všech daných frekvencích vyšší, než útlumové hodnoty, které deklaruje výrobce (3M E-A-R Classic Earplugs, 2019). Výsledky měření pravého ucha vykazují lepší útlumové hodnoty na frekvencích 125 Hz, 250 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz a 8000 Hz, než naměřené výsledky levého ucha. Pravé i levé ucho má shodné útlumové hodnoty na frekvencích 500 Hz, 1000 Hz 2000 Hz a 6000 Hz. Výrobce tohoto ochranného prostředku neudává hodnoty APV na frekvencích 3 kHz a 6 kHz. Ochranný prostředek 1 má průměrné naměřené hodnoty vyšší, než deklaruje výrobce, tzn., že tento ochranný prostředek tlumí tak, jak výrobce deklaruje, dokonce i lépe.

## **Ochranný prostředek 2**

Naměřené průměrné hodnoty sluchového prahu s ochranným prostředkem 2 nedosahují deklarovaného útlumu výrobcem na frekvencích 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz a 1000 Hz u pravého i levého ucha. Naměřené útlumové hodnoty u pravého i levého ucha, které překračují hodnoty deklarované výrobcem, jsou na frekvencích 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz a 8000 Hz. Průměrné útlumové hodnoty levého ucha jsou lepší než naměřené průměrné hodnoty pravého ucha na frekvencích 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 3000 Hz a 4000 Hz. Pravé ucho vykazuje lepší naměřenou hodnotu na frekvenci 8000 Hz. Na frekvencích 2000 Hz a 6000 Hz má pravé i levé ucho stejnou útlumovou hodnotu. Výrobce neuvádí hodnoty APV pro každou frekvenci, ale pouze hodnoty HML (ED Comfort Plug: Tlumiče hluku, Brandýsek, viz příloha B), které mají představovat souhrnnou hodnotu pro útlum na nízkých, středních a vysokých frekvencích, kterou by měl chránič poskytovat. Ochranný prostředek 2 nesplňuje deklarované hodnoty na nízkých frekvencích. Od středních frekvencí útlumové hodnoty tohoto ochranného prostředku stoupají a na vysokých frekvencích deklarované hodnoty výrobcem vysoko překračují, viz obrázek 6.

## **Ochranný prostředek 3**

Naměřené průměrné útlumové hodnoty s ochranným prostředkem 3 pro pravé i levé ucho nedosahují deklarovaných hodnot výrobcem na frekvencích 125 Hz, 250 Hz a 500 Hz. Na frekvenci 1000 Hz nedosahuje pouze pravé ucho a na frekvenci 4000 Hz nedosahuje levé ucho na deklarovanou hodnotu. Naměřené průměrné útlumové hodnoty pro pravé i levé ucho, které převyšují deklarované hodnoty útlumu, jsou na frekvencích 2000 Hz a 8000 Hz. Na frekvenci 1000 Hz dosahuje deklarované hodnoty pouze levé ucho. Na frekvenci 4000 Hz dosahuje deklarované hodnoty útlumu pouze pravé ucho. Průměrné útlumové hodnoty pravého ucha jsou lepší než naměřené průměrné hodnoty levého ucha na frekvencích 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz a 6000 Hz. Levé ucho má průměrné naměřené hodnoty lepší než pravé ucho na frekvencích 250 Hz a 1000 Hz. Na frekvencích 125 Hz, 500 Hz a 8000 Hz se pravé i levé ucho shoduje v naměřených útlumových hodnotách. Výrobce deklaruje útlum intenzity zvuku prostřednictvím APV v decibelových hodnotách (DATASHEET DISPOSABLE EARPLUGS PROTECTION AGAINST NOISE). Na frekvencích 3 kHz a 6 kHz výrobce hodnotu útlumu neudává. Ochranný prostředek 3 nesplňuje deklarované hodnoty útlumu sluchu na nízkých frekvencích. Od středních frekvencí útlumové hodnoty pravého i levého ucha mírně stoupají, pravé ucho dosahuje deklarovaných hodnot výrobcem, levé ucho kromě



frekvence 4000 Hz také převyšuje od středních frekvencí deklarované útlumové hodnoty, viz obrázek 7.

Všechny hodnoty, které jsou zaznamenány v grafech, jsou zprůměrovány a tyto hodnoty nemusí dosahovat útlumových hodnot, které deklarují výrobci. Na všech frekvencích u všech zkoumaných zátkových chráničů se vyskytuje určitý počet respondentů, u kterých zátkové chrániče tlumí tak, jak deklarují výrobci. Průměrné hodnoty u 30 respondentů vycházejí většinou v pořádku, ovšem pokud se detailně zaměříme na jednotlivce, stává se, že u části respondentů nemají ochranné prostředky dostatečný útlum při porovnání s deklarovaným, viz tabulky 5, 8 a 11. O tomto poznatku, kdy naměřený útlum je nižší než deklaruje výrobce, píše také (Verbeek, 2012). Každý člověk je individuální a jednou z příčin těchto rozdílných výsledků mohou být akustické vlastnosti zevního zvukovodu a odlišnosti jeho anatomického tvaru, např. délka, průsvit, zakřivení (Mejzlík, 1999). Všichni respondenti byli dostatečně chráněni alespoň jedním z testovaných ochranných prostředků. V opačném případě by bylo dobré vyzkoušet jiné chrániče a podle hodnot útlumu vybrat vyhovující ochranný prostředek.

## **Průzkumná otázka č. 2**

### **Jaké rozdíly v útlumových schopnostech jsou mezi jednotlivými výrobci?**

Z průzkumné části vyplývá, že u pravého ucha chrání nejlépe ze všech tří zátkových chráničů ochranný prostředek 3, protože má nejvyšší hodnoty útlumu na čtyřech frekvencích. Za ním se řadí ochranný prostředek 2, který vykazuje nejvyšší útlumové hodnoty na třech frekvencích. Ochranný prostředek 1 má nejvyšší útlumové schopnosti pouze na dvou nízkých frekvencích, viz obrázek 8. U levého ucha chrání ze všech tří zátkových chráničů nejlépe ochranný prostředek 2, protože má nejvyšší hodnoty útlumu na všech měřených frekvencích, následuje ochranný prostředek 3, který vykazuje nejvyšší útlumové hodnoty na třech měřených frekvencích. Ochranný prostředek 1 má nejvyšší útlumovou schopnost pouze na frekvenci 2000 Hz, kterou sdílí s ochranným prostředkem 2 a s ochranným prostředkem 3. Ochranný prostředek 1 na všech frekvencích tlumí intenzitu zvuku tak, jak deklaruje výrobce, ale naměřené hodnoty útlumu jsou u vysokých frekvencí nižší, než u ochranného prostředku 2 a ochranného prostředku 3. Ochranný prostředek 2 ani ochranný prostředek 3 nedosahuje deklarovaného útlumu, ale jedná se převážně o nízké frekvence, které jsou z hlediska rizika poškození sluchu méně nebezpečné, než frekvence vysoké (Blanař, 2020). Na vysokých frekvencích dosahují ochranné prostředky 1, 2 a 3 vyšších útlumových hodnot než na frekvencích nízkých. O stejném poznatku píše (Alam, 2013).

### **Průzkumná otázka č. 3**

#### **Jaký komfort poskytují jednotlivé zátkové chrániče sluchu?**

Zaměstnanci pracující v nadměrně hlučném prostředí tráví s osobními ochrannými prostředky převážnou část své pracovní doby. Je proto důležité vybrat si takový ochranný prostředek, který každému uživateli vyhovuje. Po vyšetření sluchového prahu s každým zátkovým chráničem se proto respondenti vyjádřili k otázce komfortu a pohodlí, které jednotlivé zátkové chrániče poskytují. Škála hodnocení byla od 1 do 5, kde známka 1 představovala nejlepší komfort a známka 5 vyjadřovala nejmenší spokojenost s komfortem. Známky od všech 30 respondentů byly zprůměrovány, viz obrázek 10. Po zprůměrování všech známek se jeví jako nepohodlnější ochranný prostředek 3 s průměrnou známkou 1,6. Za ním se řadí s průměrnou známkou 2,4 ochranný prostředek 2. S nejnižší průměrnou známkou 2,9 končí ochranný prostředek 1. Každý ze tří hodnocených chráničů dostal od určitého počtu respondentů známku 1. Záleží tedy na každém uživateli, jaký ochranný prostředek je pro něho nejvhodnější a nepohodlnější.

## 5 ZÁVĚR

V České republice je mnoho pracovišť a míst, kde je člověk vystavován nadměrnému působení hluku. Je proto velmi důležité dbát na prevenci před poškozením sluchu hlukem. Jednou z možností ochrany je snížení intenzity hluku, která působí na sluchový aparát. V dnešní době mají lidé na výběr mnoho druhů osobních ochranných prostředků proti hluku, které se vyskytují na českém trhu.

Hlavním cílem bylo zjistit, zda vybrané zátkové chrániče, které se prodávají na českém trhu, tlumí zvuk tak, jak výrobci deklarují. Z průzkumu vyplývá, že ochranný prostředek 1 chrání tak, jak deklaruje výrobce na všech frekvencích. Ochranné prostředky 2 a 3 sice nedosahují na všech frekvencích deklarovaného útlumu, ale tlumí lépe, než ochranný prostředek 1, protože chrání nejvíce na vysokých frekvencích, což je u prevence proti profesní nedoslýchavosti podstatné.

Druhým cílem bylo porovnat rozdíly mezi jednotlivými zátkovými chrániči. Všechny tři zátkové chrániče, které byly použity v tomto průzkumu, v průměru většinou chrání. Problém je jen na některých frekvencích, převážně hlubokých. Je důležité se zaměřovat na individuální rozdíly. Při nedostatečném útlumu, který může být způsoben například anatomickými rozdíly zevního zvukovodu (Mejzlík, 1999), je zapotřebí zvážit výběr správného osobního ochranného prostředku.

Třetím cílem bylo zhodnotit komfort jednotlivých ochranných prostředků. Přestože byl respondent v průměru vybrán jako nejkomfortnější ochranný prostředek 3, záleží na každém uživateli, který ochranný prostředek si zvolí jako nejlépe vyhovující.

K získání přesnějších poznatků by bylo zapotřebí ověřit výsledky na větším počtu lidí s větším počtem ochranných prostředků. I když osobní ochranné prostředky nemusí vždy tlumit tak, jak deklarují výrobci, mají přesto prokazatelné útlumové schopnosti a je důležité si jimi chránit náš sluch.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

ALAM, Noorain, Vikas SINHA, Rajiv JALVI, Deepanshu GURNANI, DilavarA BAROT a Arpitha SURYANARAYAN. Comparative study of attenuation measurement of hearing protection devices by real ear attenuation at threshold method. *Indian Journal of Otology* [online]. 2013, **19**(3) [cit. 2021-6-22]. ISSN 0971-7749. Dostupné z: doi:10.4103/0971-7749.117477

BLANAŘ, Vít, Jan MEJZLÍK a Arnošt PELLANT. *Vyšetřování a hodnocení potíží nemocných s nedoslýchavostí podmíněnou hlukem*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2020. ISBN 978-80-7560-341-8.

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb. 2018a, *In: 2018, ročník 2018, částka 121, 241/2018 Sb.*

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. 2011b, *In:272/2011., ročník 2011.*

ČSN EN ISO 8253 – 1. *Akustika – Audiometrické vyšetřovací metody – Část 1: Audiometrie čistými tóny vedenými vzduchem a kostí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN ISO 8253 – 2. *Akustika – Audiometrické vyšetřovací metody – Část 2: Audiometrie ve zvukovém poli čistými tóny a úzkopásmovými měřicími signály*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

ČSN EN 352-2. *Chrániče sluchu – Všeobecné požadavky – Část 2: Zátkové chrániče sluchu*. Praha: Český normalizační institut, 2003.

*DATASHEET DISPOSABLE EARPLUGS PROTECTION AGAINST NOISE: CHARACTERISTICS, CERTIFICATION, INSTRUCTIONS FOR USE*. EN ISO 4869-2:1995. 125 Hz test values are used. Germany: Moldex-Metric AG & Co. KG Tübinger Straße 50 72141 Walddorfhäslach. Dostupné z: <https://www.moldex-europe.com/>.

DRŠATA, Jakub a Radan HAVLÍK, CHROBOK, Viktor, ed. *Foniatrie - sluch*. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 2015. *Medicína hlavy a krku*. ISBN 978-80-7311-159-5.

DYLEVSKÝ, Ivan, Olga MRÁZKOVÁ a Rastislav DRUGA. *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-681-1.

*ED Comfort Plug: Tlumiče hluku*. Brandýsek, 273 41: Lékárna Apotek. Dostupné z: <https://www.apotek.cz/chronic-sluchu-ed-comfort-plug>

HAHN, Aleš. *Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi*. 2., doplněné a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, [2019?]. ISBN 978-80-271-0572-4.

HERLE, Petr, ed. *Diferenciální diagnostika v ORL a infekční medicíně*. Praha: Raabe, [2016]. Diferenciální diagnostika. ISBN 978-80-7496-210-3.

KASL, Z., PEŠTA, J., SLÍPKA, J. Pravidla pro vstup do rizika hluku: srovnání se SRN. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2004a, 53(2), 70-72. ISSN 1210-7867.

KASL, Z., PEŠTA, J., SLÍPKA, J. Vývoj a prevence poruch sluchu z hluku. *Otorinolaryngologie a foniatrie*. 2004b, 53(2), 65-69. ISSN 1210-7867.

LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2526-0.

LEJSKA, Mojmír a Radan HAVLÍK. *Základy praktické audiologie a audiometrie*. Vydání: druhé rozšířené. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2019. ISBN 978-80-7013-599-0.

LEJSKA, Mojmír. Vývoj sluchové poruchy u pracovníků v riziku hluku. *Pracovní lékařství*. 2001, roč. 53, č. 3, s. 129-133. ISSN 0032-6291.

MEJZLÍK, J., PELLANT, A., PELLANT, K. Příspěvek otázky etiologie vzniku chronického akustického traumatu. *Scripta medica supplementum*. 1999, 39-42. Kongres MEFA 99, Brno.

ROKYTA, Richard, Dana MAREŠOVÁ a Zuzana TURKOVÁ. *Somatologie: učebnice*. 7. vydání. Praha: Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-306-8.

SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 2. čes. vyd. podle 3. něm., přeprac. a rozš. Praha: Grada, 1993. ISBN 80-85623-79-x.

SLOUKA, David. *Otorinolaryngologie*. Praha: Galén, [2018]. ISBN 978-80-7492-391-3.

PELLANT, A., J. MEJZLÍK, J. ŠKVRŇÁKOVÁ, E. HLAVÁČKOVÁ a V. BLANAŘ. *Učební texty z otologie pro studenty nelékařských zdravotnických oborů*.

Univerzita Pardubice, Fakulta zdravotnických studií. Pardubice, 2014, 74 s. Zdravotnické studijní programy v inovaci. Projekt reg. číslo: CZ.1.07/2.2.00/15.03572.

TIKKA, Christina, Jos H VERBEEK, Erik KATEMAN, Thais C MORATA, Wouter A DRESCHLER a Silvia FERRITE. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. [cit. 2021-7-7]. ISSN 14651858. Dostupné z: doi:10.1002/14651858.CD006396.pub4

UCHYTIL, Bořivoj. *Vyšetřovací metody a základní diagnostika v otorinolaryngologii*. Praha: Triton, 2002. Levou zadní. ISBN 80-725-4190-0.



VERBEEK, JH., E. KATEMAN, TC. MORATA, WA DRESCHLER a C MISCHKE. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss (Review). The Cochrane Library 2012, Issue 10 <http://www.thecochranelibrary.com> Interventions to. JohnWiley & Sons, 2012, (10). Dostupné z: doi:10.1002 / 14651858.CD006396.pub4




*3M E-A-R Classic Earplugs: Technical datasheet*. UK: 3M Centre, 2019. Dostupné z: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1734107O/passive-hearing-core-surge-classic-earplugs-tds-en-lr-uknb-pdf.pdf>

## 7 PŘÍLOHY




Příloha A – <i>Průzkum trhu zátkových chráničů sluchu</i> .....	54
Příloha B – <i>Ochranný prostředek 2</i> .....	58




Příloha A – Průzkum trhu zátkových chráničů sluchu

	Název	SNR	Cena (Kč)	Popis	Internetový odkaz
	MOLDEX Spark Plugs 7800 chránič sluchu	35 dB	3	Jednorázové pěnové zátkové chrániče sluchu do 35 dB. Vhodné k dlouhodobému nošení.	<a href="https://www.lekarna.cz/chranic-sluchu-zatk-spark-plugs-7800-1par/">https://www.lekarna.cz/chranic-sluchu-zatk-spark-plugs-7800-1par/</a>
	Zátky do uší ED COMFORT PLUG	37 dB	3,2	Jednorázové zátkové chrániče sluchu z velmi měkké PU pěny.	<a href="https://www.inzep.cz/zatky-do-usi-ed-comfort-plug-37db/">https://www.inzep.cz/zatky-do-usi-ed-comfort-plug-37db/</a>

	<p>Chráníče sluchu 3M EAR Classic</p>	<p>28 dB</p>	<p>8</p>	<p>Výrobek je určen na ochranu sluchu v hlučném prostředí. Je vyroben z nealergizující tužší pěnové hmoty. K jednorázovému použití.</p>	<p><a href="https://www.auris-audio.cz/zatkove-chronice-sluchu-ear-classic">https://www.auris-audio.cz/zatkove-chronice-sluchu-ear-classic</a></p>
	<p>Chráníče sluchu se šňůrkou 3M 1130</p>	<p>34 dB</p>	<p>16</p>	<p>Chráníče sluchu vyrobené z nealergizující měkké pěnové hmoty. K jednorázovému použití.</p>	<p><a href="https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-se-snurkou-3m-1130">https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-se-snurkou-3m-1130</a></p>
	<p>Chráníče sluchu 3M E-A-R Push-Ins</p>	<p>38 dB</p>	<p>16</p>	<p>Jsou z měkkého, zvuk absorbujícího pěnového polymeru. Vhodné pro všechna průmyslová odvětví.  Chráníče jsou jednorázové.</p>	<p><a href="https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-ear-push-ins">https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-ear-push-ins</a></p>



	Zátkové chrániče Ultrafit	32 dB	56	Jsou vyrobeny z patentovaného polymerového materiálu. Jsou vyrobeny pro opakované požívání.	<a href="https://www.blyth.cz/pracovni-prostredky/ochrana-sluchu/zatkove-chranice/58-e-a-r-ultrafit-s-vlaknem-5015415100479.html?utm_source=seznam&amp;utm_medium=cpc">https://www.blyth.cz/pracovni-prostredky/ochrana-sluchu/zatkove-chranice/58-e-a-r-ultrafit-s-vlaknem-5015415100479.html?utm_source=seznam&amp;utm_medium=cpc</a>
	CHRÁNIČE SLUCHU ROTHCO GENUINE G.I., NSN	25 dB	98	Jsou omyvatelné- mnohonásobné použití.  Jsou vyrobeny z hypoalergenního materiálu.	<a href="https://www.armed.cz/chranice-sluchu-rothco-genuine-g-i-nsn/">https://www.armed.cz/chranice-sluchu-rothco-genuine-g-i-nsn/</a>
	Špunty do letadla EarPlanes velké	20 dB	255	Jsou tvořeny měkkou silikonovou částí a keramickým regulátorem tlaku. Vhodné do letadla na cestu tam a zpět.	<a href="https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-do-letadla-ear-planes-pro-dospele">https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-do-letadla-ear-planes-pro-dospele</a>

	<p>Špunty na spaní Alpine SleepSoft</p>	<p>25 dB</p>	<p>349</p>	<p>Chrániče sluchu na spaní. Dlouhodobá životnost v rádech měsíců. Vyrobeny z materiálu <b>AlpineThermoShape™</b></p>	<p><a href="https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-na-spani-alpine-sleepsoft-minigrip-1-par">https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-na-spani-alpine-sleepsoft-minigrip-1-par</a></p>
	<p>Chrániče sluchu Alpine WorkSafe</p>	<p>23 dB</p>	<p>349</p>	<p>Chrániče sluchu jsou vhodné na práci a mají dlouhou životnost v rámci měsíců. Jsou vyrobeny z materiálu <b>AlpineThermoShape™</b></p>	<p><a href="https://www.auris-audio.cz/chranice-sluchu-alpine-worksafe">https://www.auris-audio.cz/chranice-sluchu-alpine-worksafe</a></p>
	<p>Špunty do uší Alpine PartyPlug Black</p>	<p>19</p>	<p>349</p>	<p>Chrániče sluchu na koncerty. Dlouhodobá životnost v rádech měsíců. Vyrobeny z materiálu <b>AlpineThermoShape™</b></p>	<p><a href="https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-na-koncerty-a-festivaly-alpine-partyplug-black">https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-na-koncerty-a-festivaly-alpine-partyplug-black</a></p>

Příloha B – Ochranný prostředek 2



ED Comfort Plug: Tlumiče hluku. Brandýsek, 273 41



(Vlastní foto)