

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA VOZIDEL A POZEMNÍ DOPRAVY

HLUKOVÁ ZÁTĚŽ SKLADOVACÍCH PROSTORŮ A OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Bc. Michal Maroš

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. František Dvořák, CSc.

PRAHA 2017

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Michal Maroš

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Hluková zátěž skladovacích prostorů a okolního prostředí**

Název anglicky

**The noise pollution of warehouse spaces and their surrounding environment**

---

### Cíle práce

Cílem práce je charakterizovat vliv hluku na člověka. Analyzovat hlavní zdroje hluku v pracovním prostředí způsobeného manipulační technikou a manipulačními prostředky ve skladovacích prostorách a okolí, a možnosti jeho snižování. Uvést legislativní a normativní podmínky v oblasti hluku. Provést experimentální měření hluku ve vybraných skladových objektech. Analyzovat a vyhodnotit výsledky měření. Uvést principy protihlukových opatření a navrhnout možná řešení na zlepšení stávající situace.

### Metodika

Úvod, cíl práce

Literární rešerše dané problematiky

Analýza současného stavu, východiska řešení, metodika řešení

Praktická část, výsledky měření, rozbor dané problematiky

Návrh inovací, zhodnocení návrhu, doporučení a diskuse

Závěr

**Doporučený rozsah práce**

50 stran textu včetně obrázků, tabulek a grafů

**Klíčová slova**

sklad, manipulace, hluk, měření hluku, omezování hluku

---

**Doporučené zdroje informací**

Beran, V.. Chvění a hluk. Plzeň: FEL ZČU, 2010, ISBN 978-80-7043-916-6.

Daněk, J., Pavliska, J.: Technologie ložných a skladových operací I a II. Ostrava: VŠB, 2002, ISBN 80 248 0063 2.

Hlavenka, B.: Manipulace s materiálem – systémy a prostředky manipulace s materiálem. VUT, Brno, Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2008, ISBN 978-80-214-3607-7.

Nový, R.. Hluk a chvění. Praha: České vysoké učení technické, 2009, ISBN 8001043479.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2016/17 LS – TF

**Vedoucí práce**

Ing. František Dvořák, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 14. 1. 2016

**doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 19. 1. 2016

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 28. 06. 2016

---

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Hluková zátěž skladovacích prostorů a okolního prostředí vypracoval samostatně pod vedením Ing. Františka Dvořáka, CSc. a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 20. 2. 2017

.....

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Františkovi Dvořákovi, CSc. za jeho odborné vedení a pomoc při zpracování této diplomové práce.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá měřením hluku ve skladovacích prostorech a v okolním prostředí. V teoretické části je provedena literární rešerše problematiky hluku. Jsou zde popsány obecné informace o zvuku, zdroje hluku, vlivy hluku na člověka, legislativa a metody snižování hluku. Jako další obsahuje teoretická část informace o skladování, manipulační technice a manipulačních prostředcích. Praktická část obsahuje výsledky z měření hluku manipulační techniky a manipulačních prostředků. Výsledky jsou zpracovány v tabulkách a grafech. Dále následuje zhodnocení naměřených výsledků s návrhy na zlepšení stávající situace.

**Klíčová slova:** sklad, manipulace, hluk, měření hluku, omezování hluku

## **Abstract**

This diploma thesis deals with the measurement of the noise in storage areas and in the surroundings. The theoretical part contains a literature review of the noise problem. This chapter provides general information about sound, sources of noise, noise impacts on people, legislation and methods of noise reduction, as well as the information about storage, handling technology and handling devices. The practical part depicts the results of measurement of the noise produced by handling equipment. The results are presented in tables and charts. The thesis concludes with the evaluation of the measured results with proposals how to improve the current situation.

**Keywords:** storage, handling, noise, noise measurement, noise reduction

# Obsah

1	Úvod .....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika.....	2
4	Přehled řešené problematiky .....	3
4.1	Definice zvuku .....	3
4.2	Decibel .....	3
4.3	Infrazvuk .....	3
4.4	Ultrazvuk .....	4
4.5	Akustické veličiny .....	4
4.5.1	Akustický tlak.....	4
4.5.2	Akustický výkon.....	4
4.5.3	Intenzita zvuku .....	5
4.5.4	Akustická rychlost .....	5
4.5.5	Vlnový odpor.....	5
4.5.6	Vlnová délka.....	6
4.5.7	Hladina akustického tlaku .....	6
4.5.8	Ekvivalentní hladina akustického tlaku .....	7
4.5.9	Hladina intenzity zvuku.....	9
4.5.10	Doba dozvuku.....	9
4.6	Zdroje zvuku .....	9
4.7	Šíření zvuku .....	11
4.8	Hluk .....	14
4.8.1	Nejčastější zdroje hluku.....	14
4.8.2	Hluk na pracovišti.....	15
4.8.3	Hluk ve skladovacích prostorech hutního materiálu .....	17
4.9	Vliv hluku na zdraví .....	18

4.9.1	Lidský sluch.....	18
4.9.2	Účinky hluku na člověka .....	19
4.10	Legislativa .....	20
4.11	Metody snižování hluku .....	22
4.12	Skladování.....	26
4.12.1	Základní typy skladů .....	27
4.12.2	Manipulace s materiálem.....	29
4.12.3	Manipulační prostředky a manipulační technika.....	29
4.12.4	Manipulační jednotky .....	30
4.12.5	Manipulační zařízení .....	30
4.12.6	Dopravní vozíky .....	31
4.12.7	Zdvihací a přemísťovací zařízení .....	32
5	Experimentální část - Měření .....	34
5.1	Použité měřicí zařízení.....	34
5.2	Charakteristika měřených skladovacích prostorů .....	35
5.3	Měření č. 1 – Mostový jeřáb (hala A).....	39
5.4	Měření č. 2 – Mostový jeřáb (hala B).....	42
5.5	Měření č. 3 – Sloupový otočný jeřáb (hala B).....	44
5.6	Měření č. 4 – Motorový vysokozdvizný vozík (hala A).....	47
5.7	Měření č. 5 – Paletový vozík (hala B) .....	49
5.8	Měření č. 6 – Okolní prostředí (u kancelářské budovy) .....	52
6	Zhodnocení výsledků a návrh na zlepšení .....	55
6.1	Zhodnocení č. 1 – Mostový jeřáb (hala A) .....	55
6.2	Zhodnocení č. 2 – Mostový jeřáb (hala B) .....	55
6.3	Zhodnocení č. 3 – Sloupový otočný jeřáb (hala B) .....	56
6.4	Zhodnocení č. 4 – Motorový vysokozdvizný vozík (hala A) .....	56
6.5	Zhodnocení č. 5 – Paletový vozík (hala B).....	57



6.6	Zhodnocení č. 6 – Okolní prostředí (u kancelářské budovy).....	58
7	Závěr.....	59
8	Seznam použité literatury .....	61
9	Seznam obrázků.....	62
10	Seznam tabulek.....	63
11	Seznam použitých symbolů .....	64
12	Seznam příloh.....	65

# 1 Úvod

Tato diplomová práce je zpracována na téma: Hluková zátěž skladovacích prostorů a okolního prostředí. Téma jsem si vybral hlavně proto, že pracuji ve skladu hutního materiálu jako mistr. Mimo jiné mě vždy zajímala zátěž nejen fyzická, ale i psychická, která působí na pracovníky skladu. Problematika hlučného prostředí sice není ve skladovacích prostorech tak závažná jako ve strojírenské výrobě, která je v naší firmě zastoupena, ale rizika s ní spojená se zde také vyskytují. Jako další faktory ovlivňující zdraví lze uvést například vibrace a prašnost.

Hluk a celkově hluková zátěž je v dnešní době pro lidskou populaci velkým problémem. Je to jeden z hlavních faktorů, který ohrožuje zdraví lidí. Technická vyspělost lidstva s sebou nese i stinné stránky v podobě hluku. Ten nás provází každodenně a to jak v osobním, tak i v pracovním životě. Když pomineme hluk z přírody, jedná se hlavně o nežádoucí zvuky vyvolané lidskou civilizací. Mezi největší zdroje tohoto hluku jistě patří, pokud se jedná o venkovní prostory, doprava. Ta nabírá stále na intenzitě a konkrétně silniční doprava se stává díky urbanizaci velkým problémem. Ostatní druhy dopravy jako letecká, železniční nebo lodní nezasahují takové množství obyvatelstva. Jako další problémová místa se jeví průmyslová výroba, kde při provozu mobilních i stacionárních zařízení vzniká hlučné prostředí. S výrobou spojené skladové hospodářství souvisí také s hlukem vznikajícím převážně při manipulaci s materiálem a zbožím.

Vnímání hluku je individuální záležitostí a každá osoba ho může posoudit jinak, ale ve všech oblastech jsou dány limity a ty se musí v rámci zákonů dodržovat.

## **2 Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je charakterizovat vliv hluku na člověka. Analyzovat hlavní zdroje hluku v pracovním prostředí způsobeného manipulační technikou a manipulačními prostředky ve skladovacích prostorech a okolí, a možnosti jeho snižování. Uvést legislativní a normativní podmínky v oblasti hluku. Provést experimentální měření hluku ve vybraných skladových objektech. Analyzovat a vyhodnotit výsledky měření. Uvést principy protihlukových opatření a navrhnout možná řešení na zlepšení stávající situace.

## **3 Metodika**

V odborné literatuře se jako první vyhledají informace o problematice spojené s hlukem a vypracuje se literární rešerše. Pro praktickou část se vyhledají postupy potřebné pro měření hluku dle zákona č.258/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivým působením hluku a vibrací. Dále se zjistí nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací, které jsou stanoveny v navazujícím nařízení vlády č.148/2006 Sb. Proveďte se měření hluku vybraných manipulačních prostředků a manipulační techniky za pomoci profesionálního hlukoměru XL2. Výsledky se analyzují a vyhodnotí. V případě překročení norem se navrhne zlepšení.

## 4 Přehled řešené problematiky

### 4.1 Definice zvuku

Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí. Šíří se v kapalinách, plynech i pevných látkách. Tato různá prostředí mají jedno společné a to je stlačitelnost a pružnost. Ve vakuu se zvuk nešíří. Zvukem je nazýváno to, co je ve slyšitelném pásmu lidského ucha. Lidské ucho je schopno vnímat zvuky o frekvencích 20 Hz až 20 kHz. Pod hranicí 20 Hz se neslyšitelný zvuk nazývá infrazvuk. Nad hranicí 20 kHz se jedná o ultrazvuk. Zvuk se šíří vzduchem rychlostí cca  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , ve vodě je tato rychlost daleko vyšší a dosahuje až  $1500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . [1]

Ve společnosti má zvuk mnoho funkcí, mezi nejdůležitější patří:

- Funkce dorozumívání
- Funkce výstražná a varovná
- Funkce relaxace a dědictví
- Funkce kvalitativního a kvantitativního hodnocení stavu [1]

### 4.2 Decibel

Decibel je jednotkou sloužící k popisu a hodnocení zvuku. Decibel nepatří mezi jednotky SI a jedná se o fyzikálně bezrozměrnou jednotku. Jednotka 1 bel byla pojmenována podle Grahama Bella. Decibel je poměrová logaritmická jednotka. Logaritmická stupnice je v akustice využívána pro lepší přehlednost, hlavně vzhledem k tomu, že odezva lidského ucha na zvukový podnět je logaritmická. Lidské ucho je schopno zaznamenat jako nejnižší akustický tlak  $20 \mu\text{Pa}$ , což odpovídá 0 dB. [1]

### 4.3 Infrazvuk

Infrazvuk je složkou zvukového spektra, která je pod slyšitelnou hodnotou. U člověka ale i tak může vyvolat zdravotní problémy jako bolest hlavy, závratě atd. V přírodě se vyskytuje poměrně často např. při vulkanické činnosti sopek nebo při zemětřesení. Dále se za pomoci infrazvuku dorozumívají někteří živočichové. Můžeme se s nimi setkat i ve spojení

s dopravními prostředky např. při jízdě vlakem. Infrazvuk se pohybuje v pásmu 0,1 Hz až 16 Hz. [1]

## 4.4 Ultrazvuk

Tato složka zvukového spektra leží nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha v rozmezí 20 kHz a výše. Ultrazvuku se využívá v lékařství, ultrazvukové defektoskopii, armádě atd. Ultrazvuk využívají, stejně jako infrazvuk, někteří živočichové. [1]

## 4.5 Akustické veličiny

### 4.5.1 Akustický tlak

Tlak je velmi významný parametr v akustice. Když se částice v pružném prostředí pohybují, vyvolávají změny tlaku. Při seskupení částic nastává zvýšení tlaku, pokud se částice rozptýlí, tlak se sníží. Jednotkou akustického tlaku  $p$  je pascal [Pa]. [1]

### 4.5.2 Akustický výkon

Akustický výkon je fyzikální vlastností zdroje, ze kterého vychází. Jednotkou výkonu  $P$  je Watt [W]. Akustického výkonu se využívá při hodnocení akustických zdrojů. Na rozdíl od akustického tlaku není výkon zkreslen např. vzdáleností posluchače od zdroje, odrazivostí okolního prostředí atd. [1]

$$P = I \cdot S \quad (1)$$

kde:

$P$  akustický výkon [W]

$I$  intenzita zvuku [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

$S$  celková plocha [ $\text{m}^2$ ]

### 4.5.3 Intenzita zvuku

Intenzita zvuku je vektor popisující směr a velikost toku energie v uvažovaném místě. Jedná se o poměr akustického výkonu a plochy, kterou kolmo prochází zvuková vlna. Značíme ji  $I$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Intenzita se mění vzdáleností posluchače (příjemce) od zdroje. [1][2]

$$I = \frac{P}{S} \quad (2)$$

kde:

$I$  intenzita zvuku [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}$ ]

$P$  akustický výkon [W]

$S$  celková plocha [ $\text{m}^2$ ]

### 4.5.4 Akustická rychlost

Akustická rychlost je v podstatě rychlost kmitání částic v daném prostředí, kterým se šíří zvuková vlna. Nesmí být zaměňována s rychlostí šíření zvuku. Oproti rychlosti šíření zvuku je tato rychlost o několik řádů nižší. Tato veličina  $v$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ] patří mezi nejdůležitější v akustice. [1]

### 4.5.5 Vlnový odpor

Vlnový odpor  $z$  neboli impedanci prostředí, lze vyjádřit, jako poměr akustického tlaku  $p$  k akustické rychlosti  $v$ . Akustický odpor vzniká třením částic o sebe navzájem nebo o povrch zvukovodu. [3]

$$z = \frac{p}{v} = \rho \cdot c \quad (3)$$

kde:

$z$	vlnový odpor [ $\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$p$	akustický tlak [Pa]
$v$	akustická rychlost [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

#### 4.5.6 Vlnová délka

Vlnová délka  $\lambda$  [m] je vzdálenost mezi dvěma nejbližšími body bodové řady, u kterých je v daný okamžik stejný akustický stav. Jedná se o velmi důležitou veličinu v akustice, která nám ukazuje vzdálenost, kterou urazí zvuková vlna za dobu jednoho kmitu. [2]

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (4)$$

kde:

$\lambda$	vlnová délka [m]
$c$	rychlost šíření zvuku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
$f$	kmitočet signálu [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}$ ]

#### 4.5.7 Hladina akustického tlaku

Hladina akustického tlaku  $L_p$  [dB] se také označuje SPL (Sound Pressure Level). Nejslabší zvukový signál zaznamatelný zdravým sluchem je  $2\cdot 10^{-5}$  [Pa]. Tato prahová hodnota má v decibelové stupnici hodnotu 0 dB (Tab. 1). Pokud se akustický tlak v pascálech zdesetinásobí, pak v decibelech je tento nárůst akustického tlaku 20 dB. Logaritmická stupnice v decibelech je výhodnější než lineární stupnice v [Pa], protože lépe vystihuje sluchový vjem relativní hlasitosti. [2]

$$L_p = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} \quad (5)$$

kde:

- $L_p$     hladina akustického tlaku [dB]  
 $p$       sledovaný akustický tlak (efektivní hodnota) [Pa]  
 $p_0$     referenční akustický tlak [Pa]

**Tab. 1: Orientační hodnoty hladin akustického tlaku**

Zvuky v reálném životě	Hladina hluku v decibelech
Práh zvuku, počátek sluchového vnímání	0 dB
Šum listí	20 dB
Pouliční hluk v tichém předměstí	30 dB
Tichý hovor	40 dB
Běžný pouliční hluk	50 dB
Hlasitý hovor	60 dB
Frekventovaná ulice, strojovna, hospoda	70 dB
Lidský křik, tunelem projíždějící metro	80 dB
Jedoucí vlak	90 dB
Prádelna, pneumatická sbíječka	100 dB
Kovárna, hlasitý obráběcí stroj, hudební klub	110 dB
Startující letadlo	120 dB
Práh bolestivost	130 dB
Silvestrovské petardy	170 dB

Zdroj: <http://www.bozp.cz/aktuality/hluk-na-pracovisti-ve-vztahu-k-bozp/>

#### 4.5.8 Ekvivalentní hladina akustického tlaku

Jelikož hluk může být proměnný a v čase kolísá, není možné ho jednočíselně vyjádřit hladinou akustického tlaku. Z toho důvodu byla zavedena ekvivalentní hladina akustického tlaku  $L_{Aeq}$  [dB]. Jedná se o fiktivní ustálenou hladinu akustického tlaku. Tato hladina



akustického tlaku působí na člověka během pozorované doby stejně jako proměnlivá hladina akustického tlaku za stejný časový úsek (obr. 1). [2]

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{pAi}} \eta_i \quad (6)$$

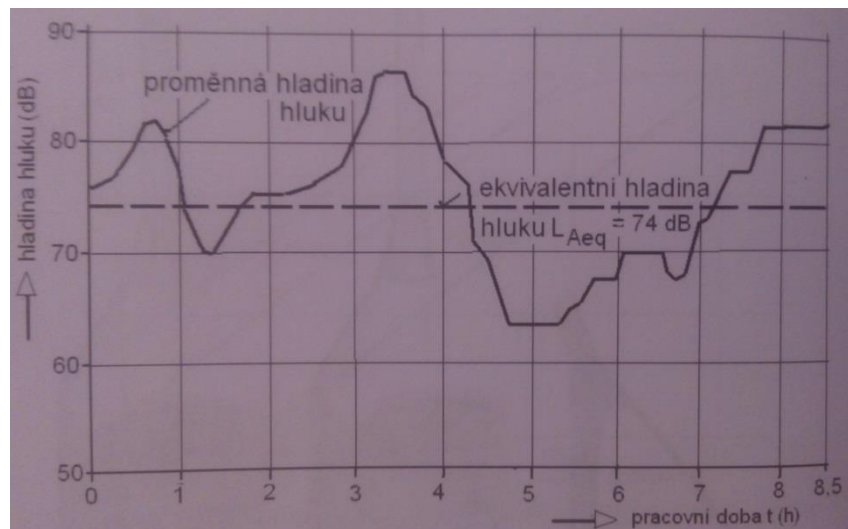
kde:

$L_{Aeq,T}$  ekvivalentní hladina akustického tlaku A v čase  $T$  [dB]

$\eta_i$  relativní četnost výskytu hladiny akustického tlaku A

$L_{pAi}$  střední hladina akustického tlaku A v  $i$ -tém intervalu

**Obr. 1: Ekvivalentní hladina hluku**



Zdroj: Beran [1]

### 4.5.9 Hladina intenzity zvuku

Hladina intenzity zvuku  $L_I$  [dB] lze vyjádřit vztahem: [2]

$$L_I = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad (7)$$

kde:

$L_I$  hladina intenzity zvuku [dB]

$I_0$  referenční hodnota intenzity zvuku [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

$I$  referenční hodnota intenzity zvuku [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ]

### 4.5.10 Doba dozvuku

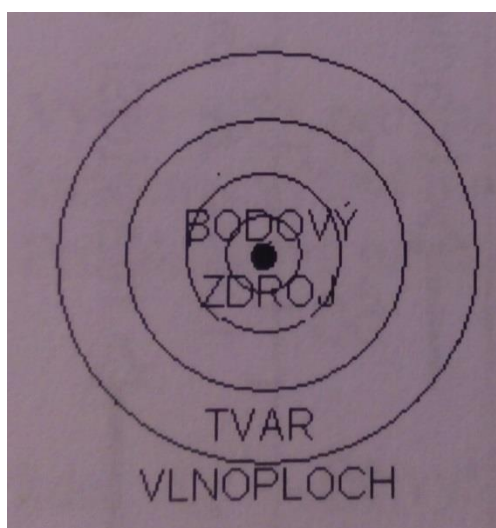
Dobou dozvuku rozumíme dobu, během které se sníží intenzita zvuku o 60 dB. Doba dozvuku je důležitá ve vztahu k využití prostoru. Jiná doba dozvuku je žádoucí například v koncertní síni a jiná zase v obytné místnosti. [1]

## 4.6 Zdroje zvuku

### Bodový zdroj

Nejjednodušší typ zvukového zdroje je bodový zdroj nultého řádu. Nazývá se také monopól nebo unipól. Můžeme si ho představit jako kouli o malém rozměru, která pulzuje a tím zmenšuje a následně zvětšuje svůj objem. Vlnoplochy mají tvar soustředěných koulí. Akustická energie tak vystupuje ze zdroje rovnoměrně do všech stran (obr. 2). Se vzrůstající vzdáleností od zdroje intenzita klesá s druhou mocninou. To znamená, že při dvojnásobné vzdálenosti klesá akustická intenzita 4 krát. Akustický tlak klesá úměrně. [1]

**Obr. 2: Model bodového akustického zdroje ve volném poli**

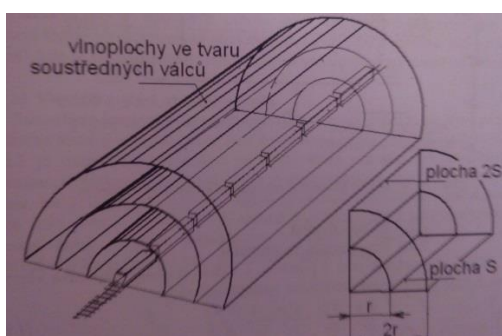


Zdroj: Beran [1]

### **Přímkový zdroj**

V tomto případě jsou jednotlivé nebo osamocené zdroje seřazeny za sebou do přímky. Akustická intenzita zde klesá lineárně a pomaleji než u bodového zdroje. Vlnoplochy mají tvar válce (Obr. 3). [1]

**Obr. 3: Model přímkového (liniového) zdroje**

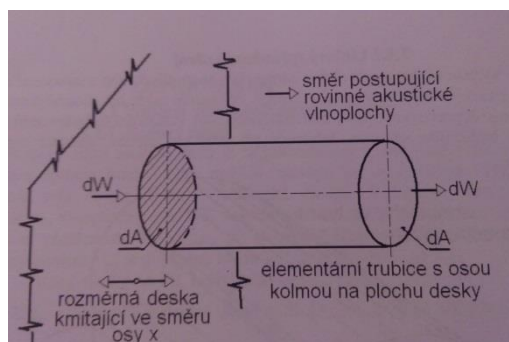


Zdroj: Beran [1]

## Plošný akustický zdroj

Plošný zdroj je takový případ, kdy je zářičem rozměrný plošný útvar. Hladina akustického tlaku se vzdáleností od zdroje zpočátku skoro neklesá. Začne klesat až tehdy, kdy je kolmá vzdálenost od zdroje srovnatelná s rozměry zářící plochy (Obr. 4). [1]

**Obr. 4: Model plošného rovinného akustického zdroje**



Zdroj: Beran [1]

## 4.7 Šíření zvuku

Zvuk se prostředím šíří od zdroje díky akustickým vlnám. Ty způsobují kmitající částice, které se pohybují rychlostí  $c$ . Na rychlost šíření zvuku má největší vliv prostředí (Tab. 2). Sem můžeme zařadit například:

- Vliv větru
- Vliv teploty
- Vliv vlhkosti
- Vliv deště
- Ohyb zvukových vln překážkou
- Průchod zvukových vln překážkou [1]

Rychlost šíření zvuku můžeme vyjádřit:

$$c = k \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ [m.s}^{-1}\text{]} \quad (8)$$

kde:

k      konstanta

E      modul pružnosti prostředí [ $\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$ ]

$\rho$      hustota prostředí [ $\text{kg.m}^{-3}$ ]

**Tab. 2: Rychlost šíření zvuku v různých látkách**

Látka	Rychlost [ $m.s^{-1}$ ]
Vodík (0 °C)	1270
Oxid uhličitý (25 °C)	259
Kyslík (25 °C)	316
Suchý vzduch (0 °C)	331,4
Suchý vzduch (25 °C)	346,3
Helium (0 °C)	970
Rtuť (20 °C)	1400
Destilovaná voda (25 °C)	1497
Mořská voda (13 °C)	1500
Led (-4 °C)	3250
Stříbro (20 °C)	2700 / 3700
Měď (20 °C)	3500 / 4720
Sklo (20 °C)	5200
Ocel (20 °C)	5000 / 6000
Hliník (20 °C)	5200 / 6400

Zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlost\\_zvuku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlost_zvuku)

## 4.8 Hluk

Hlukem můžeme označit jakýkoliv pro člověka škodlivý, nepříjemný nebo rušivý zvuk. Hluk lidstvo provází od nepaměti. Hluk je subjektivní záležitost, jelikož každý jedinec může určitý zvuk posuzovat jinak. Pro někoho bude zvuk ještě přijatelný, další posluchač ho může označit jako rušivý. Při posuzování hluku se většinou zabýváme přenosem zvuku, který se šíří od zdroje vzduchem. [11]

### Rozdělení zvuku podle vlastností:

- Výška zvuku
- Barva zvuku
- Intenzita zvuku [11]

### Rozdělení podle časového průběhu:

- Ustálený
- Proměnný
- Přerušovaný
- Impulsní [11]

### 4.8.1 Nejčastější zdroje hluku

#### Doprava

Hluková zátěž způsobená dopravou je velký problém dnešních velkých měst. Automobilová doprava stále narůstá a s ní se zvyšuje i hluková expozice obyvatel v okolí dopravních cest. Jako další může být problémová doprava železniční nebo letecká, ale většinou jen v lokálních případech.

#### Průmysl

Hluk z průmyslových objektů může být velmi obtěžující, zvláště pokud se v blízkém okolí nalézají obytné budovy. V dnešní době jsou časté nepřetržité provozování, a tak hlavně v nočních hodinách může být narušována akustická pohoda obyvatel. Jelikož je pojem hluk v podstatě subjektivní pocit, může daný průmyslový podnik současně splňovat hlukové limity a stejně rušit okolí.

## **Příroda**

Příroda nemusí být jenom krásné místo na relaxaci, ale představuje také velmi hlučné prostředí. Nejčastější hluk vytvořený přírodou, který poznal každý, je například bouřka. Jako další velmi intenzivní přírodní zvuk může být například výbuch sopky, kdy hladina akustického tlaku dosahuje až 150 dB.

## **Stavební činnost**

Hluku při stavební činnosti se dá jen velmi těžko předcházet. V průběhu stavby je okolí zatěžováno nejen hlukem, ale i prachem nebo vibracemi. Hlukové limity jsou ale často porušovány a zvláště pokud se stavba nachází v těsné blízkosti obytných budov.

## **Hudební produkce**

Hlasitou hudební produkci také můžeme označit jako hluk. Přestože se zde jedná o velmi subjektivní pocit, trvalejší poslech hlasité hudby může mít za následek zdravotní problémy nebo dokonce poškození sluchu. Hlavně moderní hudba na různých koncertech a diskotékách se díky výkonným zvukovým aparaturám pohybuje na hranici nepříjemného a škodlivého zvuku pro určité jedince.

### **4.8.2 Hluk na pracovišti**

Na pracovišti, převážně pak v průmyslových oborech, se vyskytuje spousta zdrojů hluku. Tento hluk vzniká při provozu mobilních i stacionárních zařízení. Pevně strojná zařízení se spalovacím motorem jsou velkým zdrojem hluku. Jako další lze uvést stroje s pneumatickým, hydraulickým nebo elektrickým pohonem. Hluk na pracovišti se vypočítává pro osmihodinovou pracovní dobu, kdy základní hodnotou je hladina akustického tlaku 85 dB. Podle druhu práce a nároků na ní se tato hladina mění, především klesá (Tab. 3). [11]



**Tab. 3: Výpočet hluku na pracovišti při základu 85 dB**

<b>Druh činnosti</b>	<b>Nároky</b>	<b>Korekce (dB)</b>
Práce koncepční s převahou tvořivého myšlení		-40
Duševní práce velmi náročná a zodpovědná	mimořádné	-35
Duševní práce velmi náročná a zodpovědná	běžné	-30
Duševní práce vyžadující značnou pozornost a soustředění	mimořádné	-25
Duševní práce vyžadující značnou pozornost a soustředění	běžné	-20
Duševní práce rutinní povahy s trvalou kontrolou sluchem	mimořádné	-15
Duševní práce rutinní povahy s trvalou kontrolou sluchem	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

Zdroj: Beran [1]

Pokud se jde o skladovací prostory, můžeme zde nalézt hned několik zdrojů hluku. Jedná se jak o manipulační, tak i dopravní prostředky jako jeřáby, paletové vozíky, motorové vozíky apod.

### **4.8.3 Hluk ve skladovacích prostorech hutního materiálu**

Ve skladovacích prostorech se vyskytuje několik zdrojů hluku, které vytváří především manipulační technika. Hluk může způsobovat ale i nevhodná manipulace s hutním materiálem při jeho přesunu. Například rychlé usazení svazku ocelových tyčí do regálů z jeřábu nebo vysokozdvížného vozíku může způsobit velmi intenzivní hluk. Vzhledem k tomu, že je to ale otázka šikovnosti obsluhy a hlavně chvilková záležitost, není tento hluk brán jako významný zdroj.

#### **Hluk valivých ložisek**

Výkony strojů se stále zvyšují a to má za následek zvyšování otáček, které s sebou nesou i zvýšený zvukový projev. Při mechanických ztrátách se tak díky použití valivých ložisek zvyšuje hlučnost stroje. Mezi hlavní příčiny hlučnosti ložisek patří:

- Špatné geometrické tvary ložiska – nedokonalý tvar valivých elementů, nedokonalý tvar vnitřních a vnějších kroužků
- Prokluz ložiska – nevyvážené vnitřní hmoty v ložisku
- Uložení ložiska – špatné uložení v konstrukci
- Pohon stroje – nevhodné přidělení typu ložiska [2]

#### **Hluk ozubených převodů a převodových skříní**

Převodové ústrojí pomocí ozubených kol vždy vyvolává chvění, které se přenáší dále do pláště převodovky. Toto chvění je poté do okolí vyzařováno jako hluk. I použití různých metod k odstranění rázů, vznikajících při záběru jednotlivých zubů, není zcela účinné. Mezi metody k snížení hlučnosti ozubených převodů patří:

- Využití pružných vložek zabudovaných do místa rázu
- Zvětšení poddajnosti zubů vytvořením drážek ve věnci kola
- Zmenšení jednotlivých vůlí v mechanismu
- Vhodné zvolení ozubeni – např. šikmé
- Použití vhodného mazacího prostředku [2]

## **Hluk pístových motorů**

Při pohonu strojů pomocí pístových kompresorů a spalovacích motorů vzniká hluk převážně díky vnitřnímu nerovnoměrnému proudění plynů. Jelikož různé povrchy stroje vibrují, vyzařují tak do okolí množství akustické energie. Za pomoci různých tlumičů na straně sání a na straně výtlaku (výfuku) lze snížit hlučnost velmi výrazně. Při použití vodního chlazení diesellového motoru, lze oproti motoru chlazeného vzduchem, snížit hladinu akustického tlaku až o 3 dB. Při instalaci pístových strojů do budovy je možné snížení hluku za pomoci vhodně upravených místností a krytů se zvukově-izolačními vlastnostmi. Dále je potřeba dobře stroj odpružit, aby se vibrace nepřenášeli do stavební konstrukce. [2]

## **Hluk od pojezdových kol jeřábu**

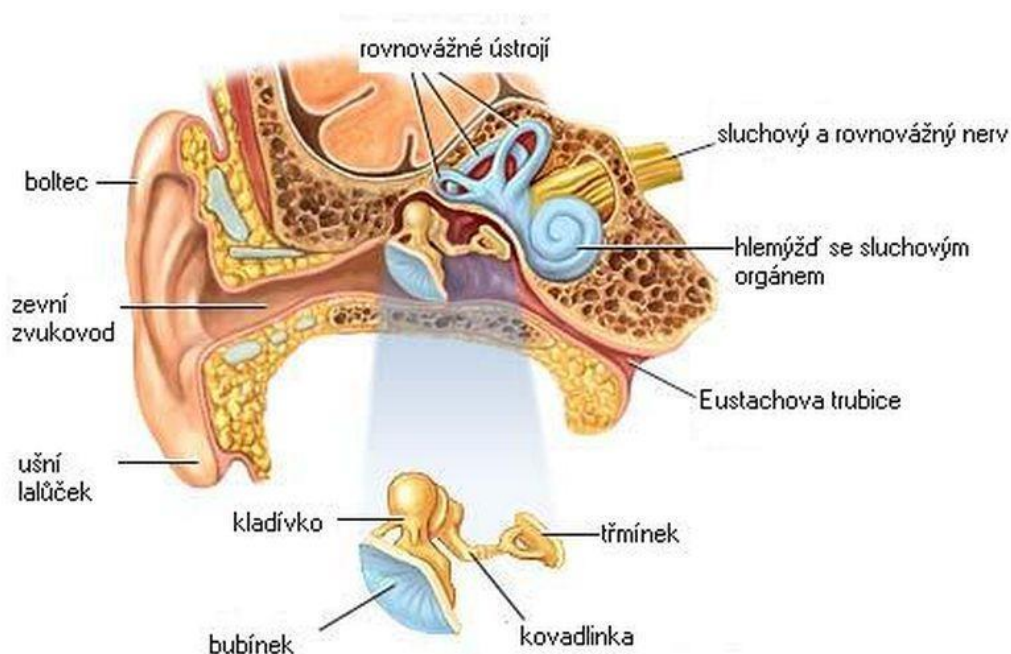
Valením pojezdových kol na jeřábu vznikají kontaktní síly, které vytvářejí vibrace a hluk. Tento valivý hluk vzrůstá s rychlostí, drsností povrchů kol a dráhy pojezdu. Při brždění vznikají třecí síly, které mohou vyvolávat také emise hluku. Na rozdíl od kolejových vozidel jako je vlak, u jeřábu můžeme zanedbat aerodynamický hluk.

## **4.9 Vliv hluku na zdraví**

### **4.9.1 Lidský sluch**

Ucho je velmi citlivý přijímač reagující i na malé změny akustického tlaku a působí tak jako akustický analyzátor. Z anatomického hlediska se sluchové ústrojí dělí na zevní ucho, střední ucho, vnitřní ucho a nervové sluchové dráhy. Zevní ucho je tvořeno vnějším boltcem, který zachycuje akustickou energii a zvukovodem ji přenáší až k bubínku. Střední ucho je tvořeno dutinami, v kterých se nacházejí sluchové kůstky (kladívko, kovádlíka, třmínek). Tyto kůstky jsou nejmenšími kostmi v lidském těle. Střední a zevní ucho odděluje bubínek. Pro střední ucho je důležitá Eustachova trubice, která má za úkol vyrovnávání vnějších tlaků působících na bubínek. Vnitřní ucho se nalézá ve spánkové kosti a je zde umístěn tzv. hlemýžď. Ten se skládá z kostěné části a části blanité. Na membráně hlemýžďe je umístěno Cortiho ústrojí, kde jsou uloženy vlastní sluchové buňky. Tyto buňky mají za úkol přeměňovat akustické signály na nervové vzruchy, které jsou dále vedeny do centrálního nervového systému (Obr. 5). [1]

**Obr. 5: Ucho**



Zdroj: <http://www.kntb.cz/specializace-ori>

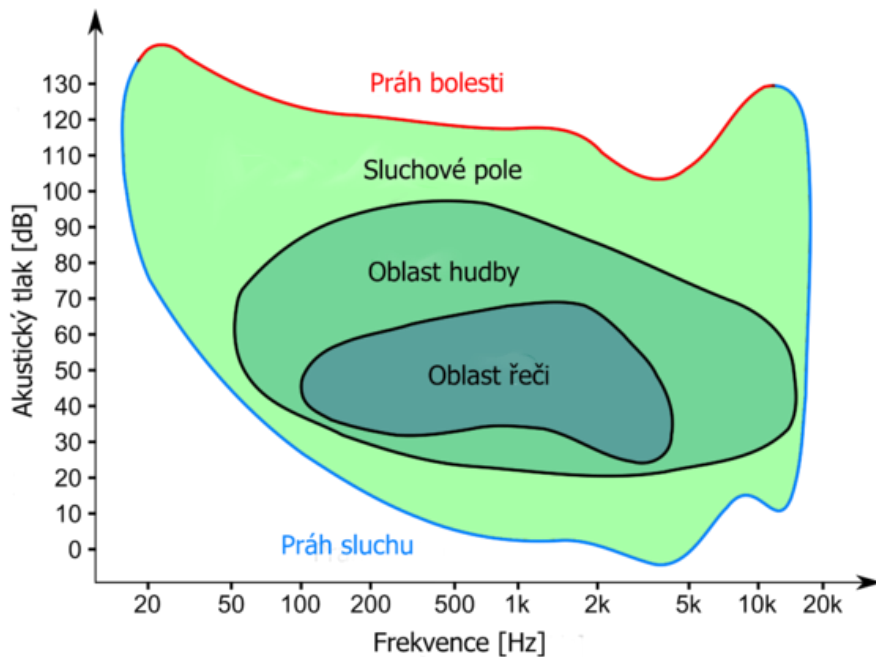
#### **4.9.2 Účinky hluku na člověka**

Podle lékařských studií může hluková zátěž vyvolat nepříznivý vliv na lidské zdraví. Sluch slouží člověku především jako varovný systém. Organismus při reakci na hluk spouští řadu mechanismů jako zrychlení tepu, zvýšení krevního tlaku, stažení periferních cév, zvýšení hladiny adrenalinu a dochází ke ztrátám hořčičku.

Hluk může způsobovat i psychické potíže, způsobuje únavu, rozmrzelost, agresivitu, neochotu, zhoršení paměti, ztrátu pozornosti a snížení výkonnosti. Při delším vystavení hluku dochází k hypertenzi a poškození srdce včetně zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu a nespavosti.

Nejznámějším účinkem hluku na zdraví lidí je poničení jejich sluchu. Tomu může dojít buď při krátkodobém vystavení hluku přesahujícím 130 dB, nebo při dlouhodobějším vystavení hluku nad 85 dB (Obr. 6). K poškození sluchu ale může docházet i při hluku kolem 70 dB, který můžeme nalézt například podél hlavních silnic. [10]

**Obr. 6: Sluchové pole člověka**



Zdroj: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Akustika>

## 4.10 Legislativa

Hlukem a vibracemi se zabývá zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/200 Sb. a zákoník práce, oba v platném znění. Nařízení vlády č. 148/2006 určuje nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací. Toto nařízení je základní předpis pro ochranu před nepříznivými účinky hluku pro všechna pracoviště obecně.

Pro pracoviště, kde se nezohledňuje náročnost je povolena ekvivalentní hladina akustického tlaku pro osmihodinovou pracovní dobu 85 dB. Pokud je na pracovišti vyžadováno soustředění a tvůrčí činnost je povolena maximální hodnota 50 dB (Tab. 4 a 5). Hygienický limit pro hluk na pracovištích jako jsou stavby pro výrobu a skladování, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale proniká na tato pracoviště z okolních prostor nebo je způsobován větracím a vytápěcím zařízením, je tento limit 70 dB.

[12]

**Tab. 4: Základní limity pro venkovní hluk**

<b>Venkovní hluk</b>	<b>Den (6:00-22:00)</b>	<b>Noc (22:00-6:00)</b>
Základní limit – pro hluk jiný, než z dopravy	50 dB	40 dB
Pro hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
Pro hluk z železniční dopravy	55 dB	50 dB
Pro hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
Pro hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
Pro starou hlukovou zátěž	70 dB	60 dB
Pro starou hlukovou zátěž u železničních drah	70 dB	65 dB

Zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity>

**Tab. 5: Přípustná denní dávka hluku**

Ekvivalentní hladina akustického tlaku A	Limit pro expozici nechráněného sluchu		
	Hodiny	Minuty	Vteřiny
85 dB	8		
88 dB	4		
91 dB	2		
94 dB	1		
97 dB	-	30	
100 dB	-	15	
103 dB	-	7	30
106 dB	-	3	45
109 dB	-	1	53
↓	↓	↓	↓
130-140 dB	-	-	<1

Zdroj: <https://www.auris-audio.cz/kolik-decibelu-skodi>

## 4.11 Metody snižování hluku

Snižování hluku má velký význam ve vztahu ke zdraví lidí. Hlučné prostředí může mít výrazný vliv také na pozornost a výkon pracovníka. Mezi základní metody pro boj proti hluku patří především redukce hluku ve zdroji, metoda dispozice, metoda izolace, metoda prostorové akustiky a metoda osobních ochranných pomůcek. [2]

### Redukce hluku ve zdroji

Redukce nebo úplné odstranění hluku ve zdroji by mělo být bráno v potaz již při konstrukci stroje. Už jen z toho důvodu, že pro budoucího pořizovatele stroje je vydávaný hluk jedním z důležitých parametrů, je nutné se na tento krok zaměřit. Dodatečné opatření bude vždy nákladnější, než opatření při konstrukci. Redukce hluku ve zdroji se využívá při konstruování dopravních prostředků, strojů nebo technologických a dopravních zařízení. U pneumatických strojů lze snížením vibrací redukovat hluk na nižší úroveň. V některých

případech ale razantnější snížení hlučnosti není zcela žádoucí, protože zvukový projev stroje slouží k diagnostice jeho stavu. [2]

### **Metoda dispozice**

Metoda dispozice řeší snižování hlukové zátěže vhodným umístěním hlučných prostorů od prostorů nehlučných. Toto opatření by se mělo využívat hlavně při územním plánování, projektování dopravních komunikací, letišť, průmyslových oblastí atd. Je žádoucí, aby hlučné provozy a stroje nezasahovaly do akustické pohody lidské společnosti. Akustická pohoda je vyžadována převážně pro nemocnice, obytné zóny, školy, rekreační oblast a další.

Ve vnitřních prostorách budov je vhodné situovat hlučné prostory např. výroby od prostorů kanceláří. Pokud taková možnost není, je zapotřebí hlučnost snížit izolací. [2]

### **Metoda izolace**

Tato metoda řeší snižování hlučnosti odizolováním hlučného stroje, zařízení nebo hlučného prostoru. Využívá se zde akustické neprůzvučnosti, což je schopnost dělicí konstrukce zabránit v přenosu zvuku šířícího se vzduchem z jednoho prostoru do druhého. Stavební akustika se zabývá výpočtem, návrhem a stavbou konstrukčních prvků jako jsou zvukoizolační příčky, stropy, kryty atd.

Pokud nebyl stroj již od výroby odhlučněn přímo ve zdroji, je možné touto metodou zamezit pronikání hluku do okolního prostředí. Pomocí různých zvukoizolačních krytů, zákrytů, tlumičů, lze hluk snížit na přijatelnou úroveň. [2]

### **Metoda prostorové akustiky**

Při této metodě se využívá přeměny akustické energie na energii tepelnou. Posluchač a zdroj zvuku se v tomto případě nacházejí ve stejné místnosti. V prostorové akustice se využívá především zvuková pohltivost některých materiálů (Obr. 7). Akustická pohltivost je schopnost povrchu konstrukce pohlcovat akustickou energii a tím snižovat hluk v jedné místnosti, nebo ovlivnit například kvalitu poslechu hudby v dané místnosti. [2]



**Obr. 7: Akustická pohltivost materiálů**

Materiál	t [mm]	$\alpha$ [-] při frekvenci f					
		f [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Azbest	25	0,25	0,6	0,65	0,6	0,6	0,61
Beton	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Deska akustická absorpční z dřevěných hoblin s přídavkem struskové vaty a pojidla	25	0,08	0,24	0,55	0,78	0,78	0,74
Deska akustická absorpční (speciálně upravená)	25	0,22	0,51	0,89	0,98	0,71	0,66
Kámen leštěný	-	0,1	-	0,01	-	-	0,02
Koberec tkaný (na betonovém podkladu)	9,5	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Koberec tkaný (na lepence floušťky 3.10-3 m)	8	0,11	0,14	0,37	0,43	0,27	0,25
Linoleum (na betonovém podkladu)	3	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
Písek (suchý)	100	0,15	0,35	0,4	0,5	0,55	0,8
Plst	25	0,12	0,32	0,51	0,62	0,60	0,56
Překližka dřevěná (trojvrstvá)	3	0,2	0,28	0,26	0,09	0,12	0,11
Sníh	25	0,15	0,40	0,65	0,75	0,80	0,85
	100	0,45	0,75	0,90	0,95	0,95	0,95
Škvára	280	0,90	0,90	0,75	0,80	-	-
Štuk na kovovém pletivu	19	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Vata skelná (nalisovaná)	25	0,24	0,30	0,57	0,69	0,70	-
	51	0,38	0,49	0,84	0,91	0,76	-
Vata strusková	25	0,26	0,45	0,61	0,72	0,75	-
Vlákna skelná pojená pryskyřicí	25	0,20	0,41	0,75	0,86	0,86	0,82
	51	0,41	0,60	0,99	0,99	0,84	0,85
Závěs velurový	-	0,05	0,12	0,35	0,45	0,38	0,36
Zed' cihlová	-	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07

Zdroj: [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_04.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_04.pdf)

### Metoda osobních ochranných pomůcek

Tato metoda se využívá, pokud jsou ostatní způsoby snižování hluku nedostatečné nebo nebyly vůbec použity. Použití ochranných pomůcek není trvalé a využívá se jenom při pobytu člověka v hlučném prostředí. Chránič hluku musí snižovat hladinu hluku pod zákonem stanovenou hladinu, která činí 85 dB. [2]

## Rozdělení chráničů sluchu

- Zátkové chrániče zvuku – zasunují se do zvukovodů, ochrana do 100 dB

**Obr. 8: Zátkové chrániče sluchu**



Zdroj: <https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-ear-soft-fx-s-nejvyssim-utlumem>

- Mušlové chrániče zvuku – chrání celé vnější ucho, pro hluk 100 až 120 dB

**Obr. 9: Mušlové chrániče sluchu**



Zdroj: <https://www.auris-audio.cz/muslove-chranice-sluchu-3m-peltor-x5a>

- Protihlukové přilby – chrání celou lebku, pro hluk nad 120 dB

**Obr. 10: Protihluková přilba**



Zdroj: <http://www.ulbrichts.com/laermschutzhelme.html>

Hluková expozice pracovníka se dá v krajních případech také snížit zkrácením pracovní doby, což ale není z ekonomického hlediska žádoucí, proto je zapotřebí využívat co nejvíce kombinací všech metod snižování hluku.

#### **Active noise control (metoda aktivního ticha)**

Tato metoda je zatím málo využívána. Spočívá ve vytvoření tzv. protihluku se shodným kmitočtem jako má hluk, který chceme snížit, ale na frekvenční složce má opačnou fázi než původní hluk. Sečtením těchto hluků dochází ke snížení hladiny akustického tlaku. [13]

## **4.12 Skladování**

V logistickém řetězci je sklad velmi důležitým článkem. Skladem se rozumí prostor, který je určený pro skladování určitého materiálu, ve smyslu jeho uchování v nezměněném stavu. Skladovat lze dle postavení v logistickém řetězci od surovin po hotové výrobky. Sklady bývají součástí většiny průmyslových, zemědělských, obchodních a dalších provozů. Cílem logistického řízení zásob je mít co nejnižší stav zásob při nejlepších poskytnutých službách zákazníkovi a zároveň s nejmenšími možnými náklady. Ideálem je nemít žádný sklad a zároveň uspokojovat požadavky zákazníků, k čemuž je možné se jen přiblížit. [4]

#### **Základní funkce skladování**

- Přesun produktů – příjem zboží, ukládání zboží, kompletace zboží dle objednávky, překládka zboží, expedice zboží
- Uskladnění produktů – přechodné uskladnění, uskladnění časově omezené
- Přenos informací o produktech ve skladu. [5]

### **4.12.1 Základní typy skladů**

Sklady se vyskytují v mnoha různých provedeních a typech. Podle využití se liší konstrukcí, technologickým vybavením, funkcí atd.

#### **Rozdělení podle konstrukce skladu**

- Uzavřené sklady
- Kryté sklady
- Otevřené sklady
- Výškové sklady
- Halové sklady
- Etážové sklady [4]

#### **Rozdělení podle funkce skladu**

- Sklady pro zásobování výroby
- Obchodní sklady
- Odbytové sklady
- Veřejné a nájemní sklady
- Konsignační sklady
- Tranzitní překládkové sklady [4]

### **Rozdělení podle technologického vybavení**

- Ruční sklady
- Mechanizované sklady
- Vysoce mechanizované sklady
- Zcela automatizované sklady [4]

### **Rozdělení skladů podle umístění ve výrobním řetězci**

- Vstupní sklad
- Příruční sklad
- Mezisklad
- Expediční sklad [5]

### **Rozdělení skladů podle skladovaného materiálu**

- Sklárky – většinou nekryté, dočasně vymezené prostory
- Složiště – trvale vymezené prostory – většinou nekryté
- Uzavřené sklady – říditelné klimatické podmínky
- Zásobníky – pro sypké materiály, pro kapalné materiály
- Sklady kusových materiálů - ve svazkách, na paletách atd.
- Sklady hutního materiálu, sypkých a kapalných materiálů
- Sklady chladírenské a mrazírenské
- Sklady nebezpečných materiálů – speciální podmínky uskladnění
- Sklady s širokým sortimentem, sklady specializované [5]

### **Rozdělení skladů podle doby uskladnění**

- Sklady k dlouhodobému uskladnění
- Sklady k provoznímu běžnému skladování
- Sklady ke krátkodobému skladování [5]

## 4.12.2 Manipulace s materiálem

Základem manipulace s materiálem je fyzický pohyb, ložení a usměrňování materiálu. Jedná se o soubor operací, které zahrnují přemísťování, skladování, vážení, měření, počítání a třídění hmotných částí jak ve výrobním procesu, tak i při jeho oběhu. [6]

### Procesy související s manipulací s materiálem

- Základní výroba
- Pomocné procesy
- Obslužné procesy
- Přípravné procesy
- Řídící procesy [6]

## 4.12.3 Manipulační prostředky a manipulační technika

Dle normy ČSN 26 0002 rozdělujeme podle funkce manipulační prostředky a zařízení pro manipulaci s materiálem na:

- Zdvihací zařízení (jeřáby, zdvihadla, výtahy atd.)
  - Dopravní zařízení (dopravníky, lanovky, prostředky hydraulické a pneumatické dopravy apod.)
  - Zařízení pro operační a mezioperační manipulaci (roboty a manipulátory)
  - Zařízení pro ložné operace (rýpadla, zakladače, zařízení pro zemní a stavební práce)
  - Přepravní prostředky (obaly, palety, kontejnery)
  - Skladovací zařízení (zařízení pro skladování kusového zboží, zařízení pro ložné operace)
  - Zařízení pro úpravu materiálu k manipulaci (váhy, plnicí a balicí stroje, transportní zařízení)
  - Dopravní prostředky (automobily, kolejová vozidla, lodě, letadla, přívěsy, návěsy)
- [7]

#### **4.12.4 Manipulační jednotky**

Materiál je potřeba pro manipulaci optimálně a hospodárně co nejvíce uspořádat a vytvořit tak vhodnou manipulační jednotku. Díky tomu se zvyšuje efektivita práce při manipulaci s materiálem. Dochází tak k menším prostojům při nakládkách, překládkách apod. Další výhodou je úspora místa ve skladu, protože manipulační jednotka je pro tento účel vytvořena. Materiál je tak přehledně a účelně umístěn v místech tomu určených. [8]

##### **Rozdělení manipulačních jednotek:**

- Palety (prosté, ohradové, skříňové, sloupkové, speciální)
- Nástavby na palety (ohradové, skříňové, sloupkové, speciální)
- Ukládací bedny (rovné, zkosené, vkládací, skládací)
- Přepravky (pro tekutiny v lahvích, pro volně ložené zboží)
- Kontejnery (plošinové, ohradové, skříňové, nádržkové, měkké skládací, speciální) [8]

#### **4.12.5 Manipulační zařízení**

Pro přemísťování materiálu se využívá mnoho manipulačních zařízení. Ty se dělí do kategorií podle různých hledisek. Každá průmyslová oblast má využití manipulačních zařízení jiné. Například ve skladu s hutním materiálem nebude využito skluzů, které naleznou uplatnění ve skladech se sypkými materiály. [8]

##### **Rozdělení podle časové spojitosti:**

- Kontinuálně a periodicky pracující prostředky (pásové dopravníky)
- Cyklicky pracující prostředky (nakladače, jeřáby) [8]

##### **Rozdělení podle silového působení:**

- Gravitační (skluzy, válečkové dopravníky)
- S mechanickým pohonem (dopravníky, výtahy)
- S dopravou v pomocném médiu (hydraulické, pneumatická) [8]

#### **Rozdělení podle typu dráhy:**

- Pohyb po volné dráze (dopravní vozíky, nakladače)
- Pohyb po vázané dráze (pásové dopravníky, kolejové prostředky)
- Pohyb po nezávislé dráze (zařízení skladů) [8]

#### **Rozdělení podle druhu přepravovaného materiálu:**

- Sypké hmoty
- Kapaliny a plyny
- Kusový materiál [8]

#### **4.12.6 Dopravní vozíky**

Dopravní vozíky můžeme rozdělit podle několika kritérií. Mezi nejdůležitější vlastnosti patří především jejich nosnost, rychlost vozíku, rozměry vozíku, výška zdvihu, poloměr otáčení atd.

#### **Rozdělení podle pohonu vozíku:**

- Bezmotorové
  - Se zdvihem – bezmotorovým, motorovým (vysokozdvižné, nízkozdvižné)
  - Bez zdvihu – dvoukolové, čtyřkolové (rudly, plošinové, vlečné plošinové, speciální)

**Obr. 11: Paletový vozík**



Zdroj: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/paletovy-vozik/>



- Motorové
  - Bez zdvihu (tahače, plošinové)
  - Se zdvihem (vysokozdvižné, nízkozdvižné)

**Obr. 12: Motorový vysokozdvižný vozík**



Zdroj: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/vysokozdvizne-voziky-se-spalovacim-motorem/>

#### **4.12.7 Zdvihací a přemísťovací zařízení**

Do této kategorie řadíme zvedáky, jeřáby, kladkostroje, zdvihací plošiny, nákladní výtahy, stohovače a zakladače. Některé zdvihací zařízení jsou zároveň schopny přemísťovat materiál i v horizontálním směru. [9]

##### **Jeřáby**

Jeřáby patří mezi důležité zdvihací a přemísťovací stroje. Jejich uplatnění nalezneme především tam, kde je zapotřebí zdvihnout a přemístit břemena velkých hmotností. Značné využití jeřábů je například ve skladech s hutním materiálem, kde přepravovaný materiál může vážit i několik tun. Ve strojírenských podnicích vyrábějících velké konstrukce, je využívání jeřábu nevyhnutelné. [9]

### **Rozdělení jeřábů dle pohyblivosti:**

- Nepojízdné
- Pojízdné na vázané dráze
- Pojízdné na volné dráze [9]

### **Jeřáby nepojízdné:**

- Konzolové
- Sloupové [9]

### **Jeřáby pojízdné na vázané dráze:**

- Mostové
- Mostové podvěsné
- Portálové
- Poloportálové
- Sloupové
- Speciální [9]

### **Jeřáby pojízdné na volné dráze:**

- Automobilové
- Mobilní výložníkové
- Mobilní portálové [9]

## 5 Experimentální část - Měření

### 5.1 Použité měřicí zařízení

Zvukoměr (hlukoměr) slouží k měření hladiny akustického tlaku. Provedení může být analogové nebo digitální. Před každým měřením se provádí kalibrace. V průběhu měření nesmí být přístroj vystaven otřesům, vibracím, magnetickým a elektrickým polím, extrémním teplotám atd. Měření probíhalo za pomoci profesionálního zvukoměru XL2 od firmy NTi Audio AG (Obr. 13). Přístroj byl zapůjčen od firmy Cellofoam CZ s.r.o., která se zabývá oblastí zvukové izolace a těsněním pro průmyslové a technické aplikace. Měření bylo prováděno za využití dynamické charakteristiky FAST a váhového filtru A, který nejlépe odpovídá prováděnému měření. Výsledky měření jsou uvedeny v jednotlivých tabulkách, kde jsou zaznamenány ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{AeqT}$  (interval 10s) a maximální hladiny akustického tlaku  $L_{pAmax}$ . Výsledky z měření byly zpracovány pro porovnání hladiny hluku při různých frekvencích v aplikaci Microsoft Excel 2010 a zobrazeny jsou v jednotlivých grafech.

Obr. 13: Hlukoměr XL2



Zdroj: vlastní foto

**Tab. 6: Technické parametry hlukoměru XL2**

Certifikace	IEC 61672, ANSI S1.4 třída 2
Provozní napětí	4x baterie AA, 1,5V
Proud	10mA/max. 16mA
Provozní doba baterie	4 hod
Displej	160x160 pixelů, LCD
Automatické vypínání	po 15 minutách nečinnosti
Přesnost	± 1,4 dB
Mikrofon	M4260
Rozsah frekvence	31,5 Hz až 16 KHz
Rozsah dynamiky	70 dB
Rozsah hladiny hluku	29 dB - 144 dB
Hodnocení frekvence	A, C, Z
Hodnota času	FAST, SLOW
Analogový výstup	AC = 1Vrms/dB, DC = 10mV/dB
Digitální výstup	USB
Paměť	32 GB SD karta
Provozní podmínky	Teplota 0°C až + 40°C, vlhkost 5% až 90% relativní vlhkosti, bez kondenzace
Rozlišení	0,1 dB
Záznam	WAV soubor
Hmotnost	480g včetně baterie
Rozměry	180x90x45 mm
Provozní napětí	100 - 240 V/AC 50/60 Hz
Baterie	Li-Po baterie

Zdroj: Manuál XL2

## 5.2 Charakteristika měřených skladovacích prostorů

Měření hlukové zátěže skladovacích prostor a okolního prostředí bylo prováděno ve firmě VSJ-strojírna s.r.o. (Obr. 14). Tento strojírenský podnik se nachází v Plané nad Lužnicí v Jihočeském kraji nedaleko města Tábor. Předmětem podnikání je zejména strojírenská výroba. Společnost měnila v posledních několika letech majitele, ale charakter výroby se neměnil. V současné době je zde zaměstnáno 35 pracovníků. Součástí podniku je i sklad hutního materiálu sloužící jak pro vlastní potřebu, tak i pro externí zákazníky.

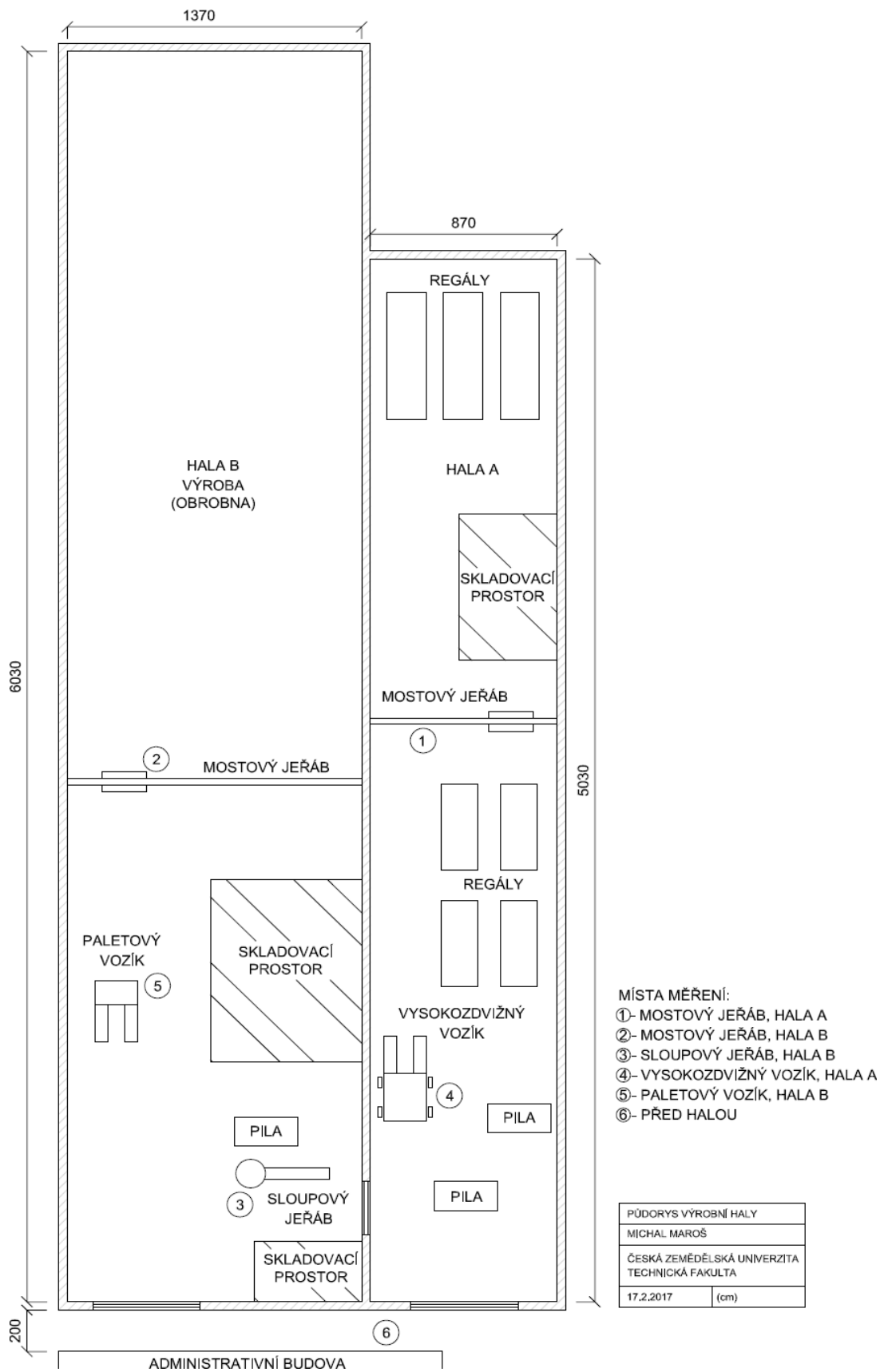
**Obr. 14: Letecký pohled**



Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Skladovací prostory se nalézají ve dvou vzájemně propojených halách. Jedna z nich slouží jako sklad hutního materiálu, druhá jako výrobní prostor s menší plochou vyhrazenou pro hutní materiál. Naplněnost skladu se pohybuje mezi 15 – 20 t. Nakládka probíhá většinou 3x denně, vykládka 2x denně. Překládka materiálu probíhá průběžně po celou pracovní směnu (Obr. 15).

**Obr. 15: Schéma míst měření**



Zdroj: vlastní zpracování

Hala A slouží primárně jako sklad hutního materiálu, menší prostor zaujímají dvě malé pásové pily pro dělení hutního materiálu (Obr. 16). Tato hala disponuje mostovým jeřábem o nosnosti 3 t. Dále je zde k manipulaci využíván vysokozdvizný motorový vozík, který se může pohybovat po celé délce haly. Paletový vozík je využíván většinou pro manipulaci s materiálem, který je nadělen na pásových pilách.

**Obr. 16: Hala A**



Zdroj: Vlastní foto

Hala B slouží primárně jako prostor pro strojírenskou výrobu, kde je umístěno několik obráběcích strojů (Obr. 17). V přední části haly u vstupu se nachází další pásová pila a menší sklad hutního materiálu. Tento prostor disponuje mostovým jeřábem o nosnosti 12,5 t. Dále je zde umístěn sloupový jeřáb o nosnosti 250 kg, který se používá převážně pro nakládku hutního materiálu na válečkovou dráhu pily.

**Obr. 17: Hala B**



Zdroj: vlastní foto

### **Vybavení hutního skladu:**

- Mostový jeřáb 3 t
- Mostový jeřáb 12,5 t
- Sloupový jeřáb 250 kg
- Motorový vysokozdvizný vozík
- Paletový vozík

## **5.3 Měření č. 1 – Mostový jeřáb (hala A)**

### **Parametry:**

Typ: mostový jeřáb s kočkou

Pohon: elektrický

Výkon (hlavní zdvih): 3 kW

Výkon (pojezd mostu): 3 kW

Nosnost: 3 t

Druh pohybu: pojízdný

Konstrukce: profil I, konstrukce příhradová

Rozpětí: 8,175 m

Výška zdvihu: 4 m

Ovládání: ze země - tlačítky



**Obr. 18: Mostový jeřáb č. 1**



Zdroj: vlastní foto

### **Podmínky v době měření**

Hlukoměr byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad zemí ve vzdálenosti 3 m od zdi. Mikrofon byl nasměrován ke zdroji hluku, tedy do oblasti kočky jeřábu, která se nacházela v pozici co nejbližší k pojezdovým kolům. Vzdálenost mikrofonu od zdroje hluku byla přibližně 5-8 m, podle rozsahu pohybu. Teplota v hale byla 16°C.

### **Výsledky měření**

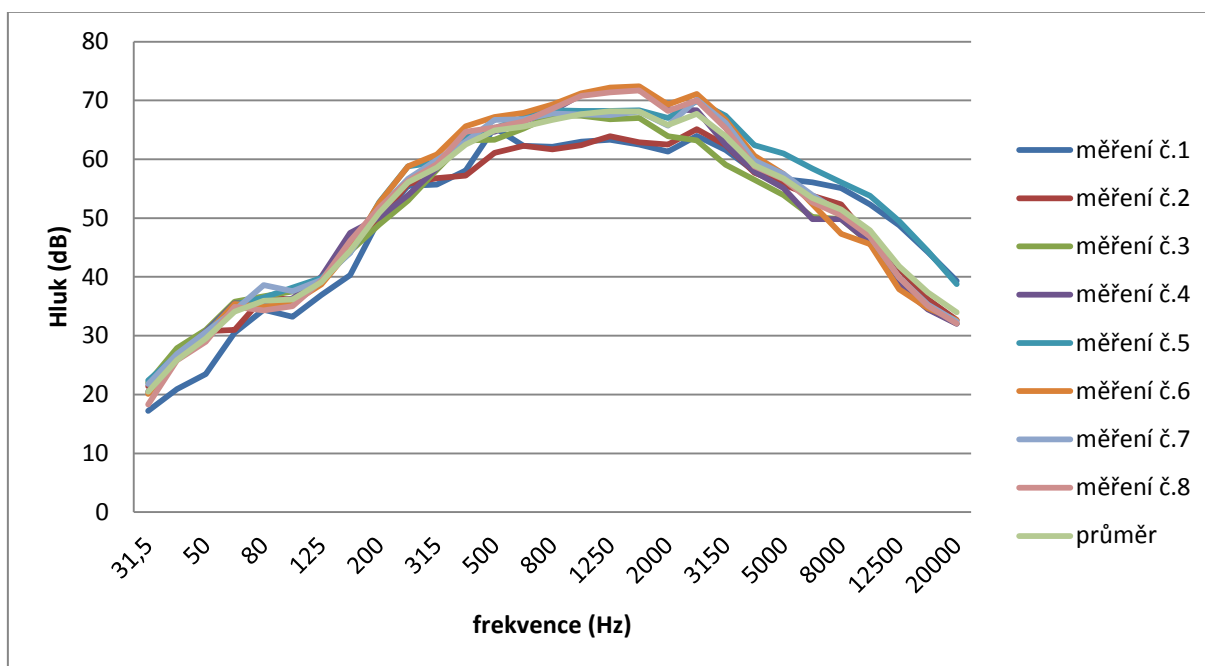
Měření v bodě č. 1 probíhalo tak, že nejdříve bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku a maximální hladiny akustického tlaku bez použití jeřábu a bylo tak změřeno hlukové pozadí. Výsledkem byla hodnota 67,2 dB resp. 72 dB. Dále bylo provedeno stejné měření při obsluhování jeřábu. S jeřábem se pohybovalo všemi směry a záznam (10 s) byl zapnut před dosažením měřeného místa a vypnut po jeho překonání. Měření proběhlo celkem 8x. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla 87,8 dB a průměr naměřených hodnot činil 83,8 dB. Nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku byla zaznamenána 80,1 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 77 dB (Tab. 7). Při frekvenci 1250 Hz byla naměřena nejvyšší hodnota 72,2 dB a průměr ze všech měření byl 68,2 dB (Obr. 19).

**Tab. 7: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 1**

Měření č.	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Amax}$ [dB]
Hlukové pozadí	67,2	72,0
1	73,3	84,1
2	73,0	84,6
3	79,5	81,0
4	75,5	77,0
5	79,0	81,0
6	78,1	87,8
7	80,1	87,4
8	77,6	87,8
Průměr	77,0	83,8

Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 19: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 1**



Zdroj: vlastní zpracování

## 5.4 Měření č. 2 – Mostový jeřáb (hala B)

### Parametry:

Typ: mostový jeřáb s kočkou

Pohon: elektrický

Výkon (hlavní zdvih): 25 kW

Výkon (pojezd kočky): 2,5 kW

Výkon (pojezd mostu): 2,5 kW

Nosnost: 12,5 t

Druh pohybu: pojízdný

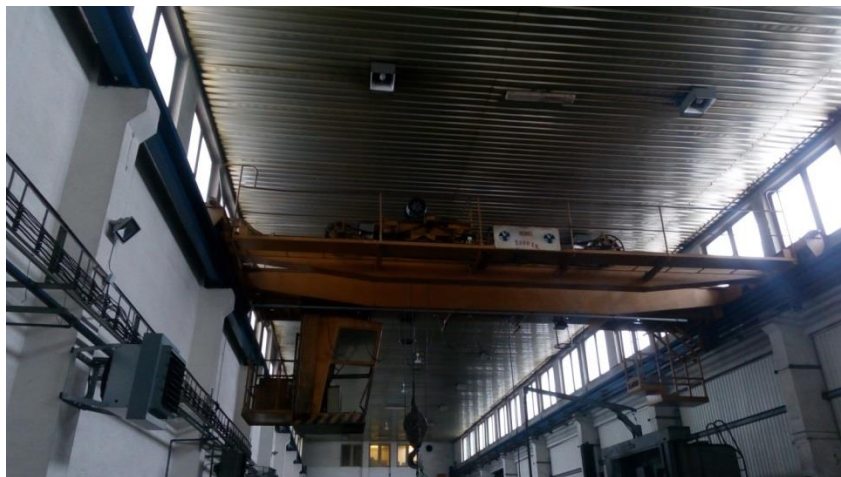
Konstrukce: 2x profil I

Rozpětí: 11,7 m

Výška zdvihu: 8 m

Ovládání: ze země - tlačítky

**Obr. 20: Mostový jeřáb č. 2**



Zdroj: vlastní foto

## Podmínky v době měření

Hlukoměr byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad zemí ve vzdálenosti 3,5 m od zdi. Mikrofon byl nasměrován ke zdroji hluku, tedy do oblasti kočky jeřábu, která se nacházela v pozici co nejbližší k pojezdovým kolům. Vzdálenost mikrofonu od zdroje hluku byla přibližně 8-14 m, podle rozsahu pohybu. Teplota v hale byla 16°C.

## Výsledky měření

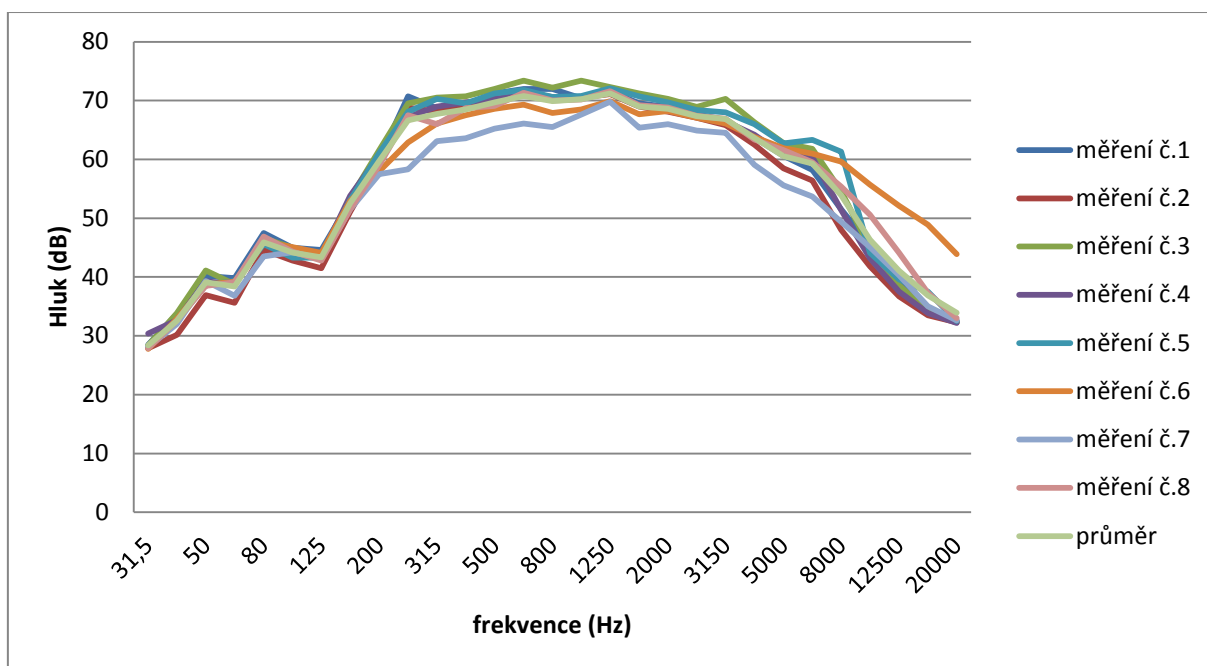
Měření v bodě č. 2 probíhalo tak, že nejdříve bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku a maximální hladiny akustického tlaku bez použití jeřábu a bylo tak změřeno hlukové pozadí. Výsledkem byla hodnota 70,5 dB resp. 72,4 dB. Dále bylo provedeno stejné měření při obsluhování jeřábu. S jeřábem se pohybovalo všemi směry a záznam (10 s) byl zapnut před dosažením měřeného místa a vypnut po jeho překonání. Měření proběhlo celkem 8x. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla 89,5 dB a průměr naměřených hodnot činil 86,9 dB. Nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku byla zaznamenána 82,5 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 80,3 dB (Tab. 8). Při frekvenci 1250 Hz byla naměřena nejvyšší hodnota 72,3 dB a průměr ze všech měření byl 71,2 dB (obr. 21).

**Tab. 8: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 2**

Měření č.	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Amax}$ [dB]
Hlukové pozadí	70,5	72,4
1	81,1	89,3
2	80,4	88,1
3	82,5	89,5
4	80,6	87,7
5	81,4	88,1
6	79,1	87,5
7	76,7	78,6
8	80,3	87,1
Průměr	80,3	86,9

Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 21: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 2**



Zdroj: vlastní zpracování

## 5.5 Měření č. 3 – Sloupový otočný jeřáb (hala B)

### Parametry:

Typ: otočný sloupový

Pohon (zdvih): elektrický

Výkon (zdvih): 0,75 kW

Nosnost: 250 kg

Užitečný zdvih: 2400 mm

Maximální vyložení: 2000 mm

Pojezd: ruční

**Obr. 22: Sloupový otočný jeřáb**



Zdroj: vlastní foto

### **Podmínky v době měření**

Hlukoměr byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad zemí ve vzdálenosti 4 m od zdi. Mikrofon byl nasměrován ke zdroji hluku, tedy do oblasti kočky jeřábu. Vzdálenost mikrofonu od zdroje hluku byla přibližně 3,5 m. Teplota v hale byla 16°C.

### **Výsledky měření**

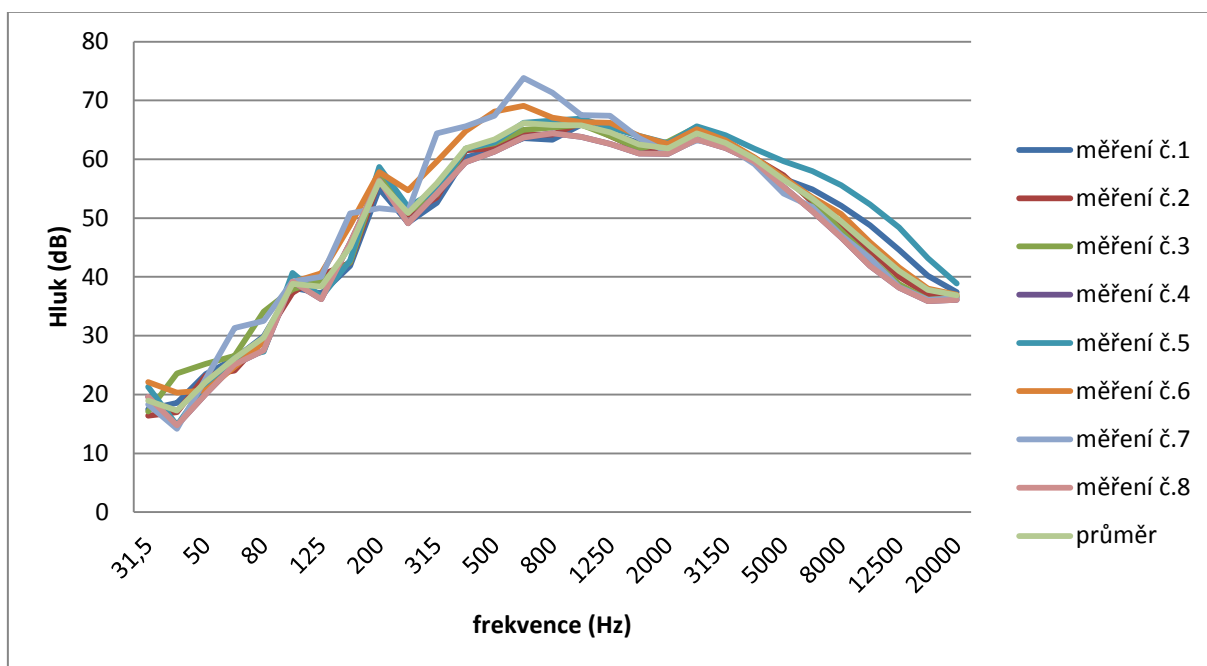
Měření v bodě č. 3 probíhalo tak, že nejdříve bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku a maximální hladiny akustického tlaku bez použití jeřábu a bylo tak změřeno hlukové pozadí. Výsledkem byla hodnota 70,5 dB resp. 72,4 dB. Dále bylo provedeno stejné měření při obsluhování jeřábu. S jeřábem se pohybovalo horizontálním směrem a záznam trval (10 s). Měření proběhlo celkem 8x. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla 83,1 dB a průměr naměřených hodnot činil 81,4 dB. Nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku byla zaznamenána 78,4 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 75,2 dB (Tab. 9). Při frekvenci 630 Hz byla naměřena nejvyšší hodnota 73,8 dB a průměr ze všech měření byl 66,2 dB (Obr. 23).

**Tab. 9: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 3**

Měření č.	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Amax}$ [dB]
Hlukové pozadí	70,5	72,4
1	73,8	81,1
2	74,2	80,6
3	74,5	79,5
4	73,1	82,3
5	75,5	83,1
6	76,5	82,8
7	78,4	80,2
8	76,2	81,3
Průměr	75,2	81,4

Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 23: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 3**



Zdroj: vlastní zpracování

## 5.6 Měření č. 4 – Motorový vysokozdvížený vozík (hala A)

### Parametry:

Typ: DVHM 1622

Motor: Z 5201 (ZETOR), diesel

Výkon: 30 kW

Max. rychlost: 15 km/h

Max zdvih: 3300 mm

Volný zdvih: 330 mm

Nosné vidle: 1200 mm

Rozměry: 2405x1105x2410

Provedení: Ochranný rám

Hmotnost: 3645 kg

**Obr. 24: Motorový vysokozdvížený vozík**



Zdroj: vlastní foto



## Podmínky v době měření

Hlukoměr byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad zemí ve vzdálenosti 4 m od zdi. Mikrofon byl nasměrován ke zdroji hluku, tedy na motorový vysokozdvíhací vozík. Vzdálenost mikrofonu od zdroje hluku byla přibližně 2-5 m, podle rozsahu pohybu. Teplota v hale byla 16°C.

## Výsledky měření

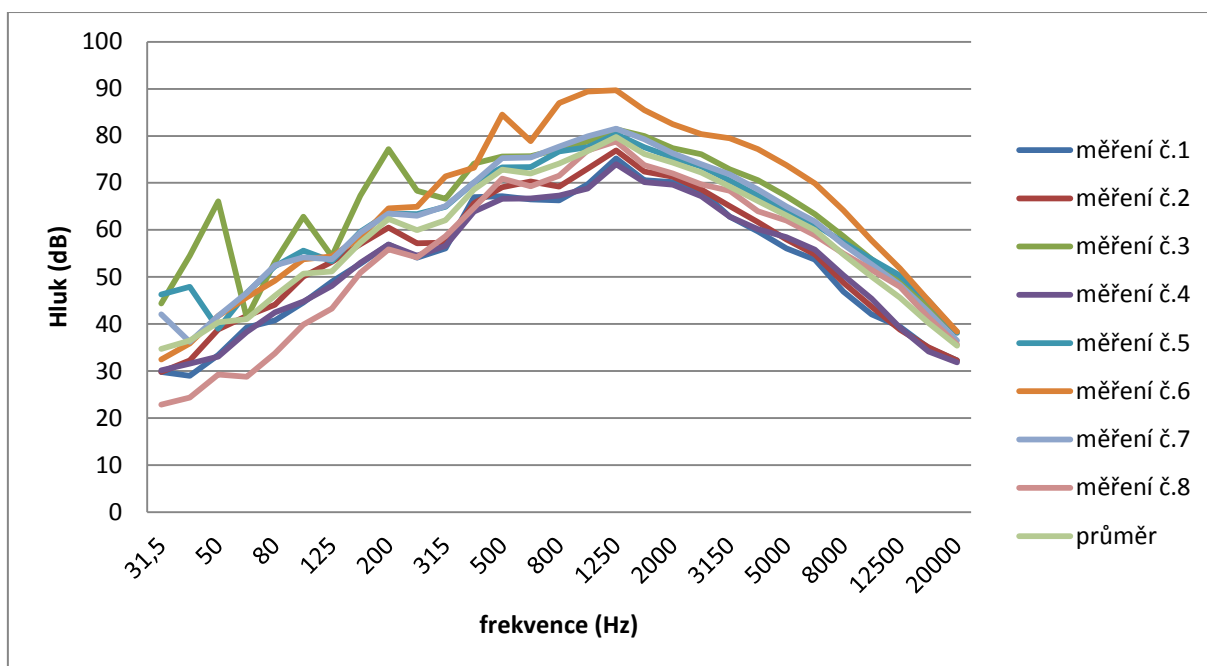
Měření v bodě č. 4 probíhalo tak, že nejdříve bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku a maximální hladiny akustického tlaku bez použití motorového vysokozdvíhacího vozíku a bylo tak změřeno hlukové pozadí. Výsledkem byla hodnota 67,2 dB resp. 72 dB. Dále bylo provedeno stejné měření při činnosti motorového vysokozdvíhacího vozíku, který projížděl kolem hlukoměru, záznam trval 10 s. Měření proběhlo celkem 8x. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla 102,5 dB a průměr naměřených hodnot činil 90,7 dB. Nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku byla zaznamenána 95,5 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 85,2 dB (Tab. 10). Při frekvenci 1250 Hz byla naměřena nejvyšší hodnota 89,7 dB a průměr ze všech měření byl 79,7 dB (Obr. 25).

**Tab. 10: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 4**

Měření č.	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Amax}$ [dB]
Hlukové pozadí	67,2	72
1	79,8	82,5
2	81,6	85,2
3	88,3	91,2
4	79,0	80,9
5	86,1	93,0
6	95,5	102,5
7	87,5	95,7
8	83,5	94,5
Průměr	85,2	90,7

Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 25: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 4**



Zdroj: vlastní zpracování

## 5.7 Měření č. 5 – Paletový vozík (hala B)

### Parametry:

Délka vidlic: 1150 mm

Maximální výška: 200 mm

Minimální výška: 85 mm

Nosnost: 2000 kg

Ovládání zdvihu: ruční – ojí

Vlastní hmotnost: 74 kg

Výška zdvihu: 115 mm

**Obr. 26: Paletový vozík**



Zdroj: vlastní foto

### **Podmínky v době měření**

Hlukoměr byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad zemí ve vzdálenosti 3 m od zdi. Mikrofon byl nasměrován ke zdroji hluku, tedy na paletový vozík. Vzdálenost mikrofonu od zdroje hluku byla přibližně 2-5 m, podle rozsahu pohybu. Teplota v hale byla 16°C.

### **Výsledky měření**

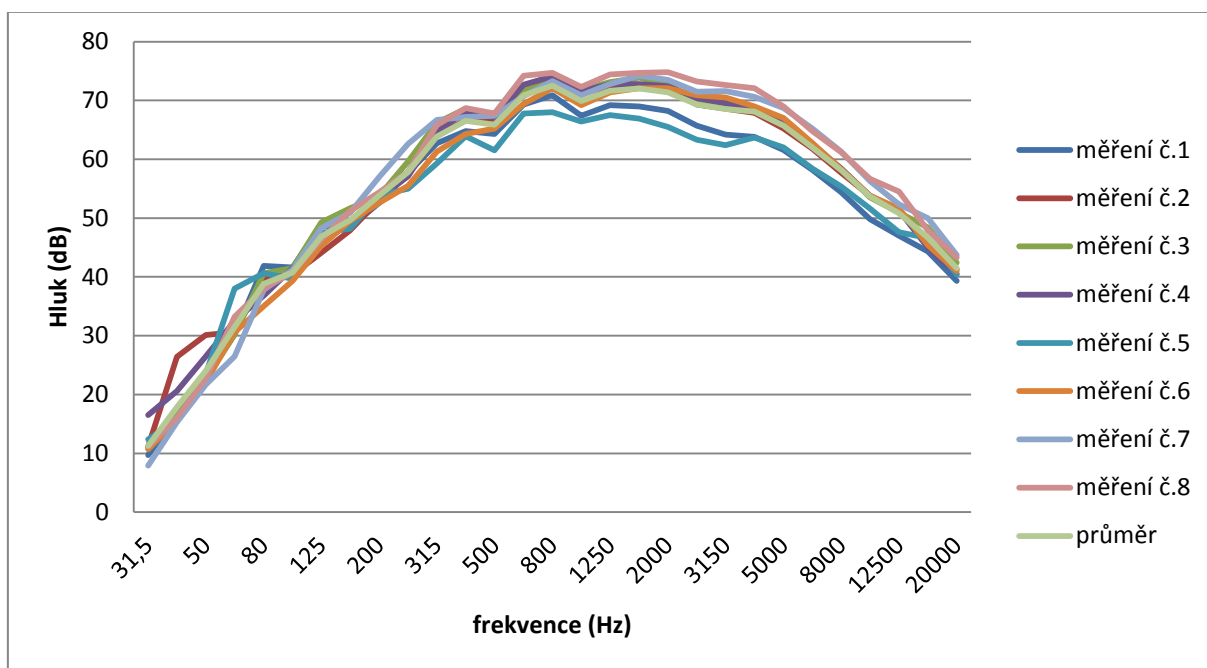
Měření v bodě č. 5 probíhalo tak, že nejdříve bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku a maximální hladiny akustického tlaku bez použití paletového vozíku a bylo tak změřeno hlukové pozadí. Výsledkem byla hodnota 70,5 dB resp. 72,4 dB. Dále bylo provedeno stejné měření při manipulaci s paletovým vozíkem, který projížděl kolem hlukoměru, záznam trval 10 s. Měření proběhlo celkem 8x. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla 94,4 dB a průměr naměřených hodnot činil 88,7 dB. Nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku byla zaznamenána 83,9 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 81,0 dB (Tab. 11). Při frekvenci 800 Hz byla naměřena nejvyšší hodnota 74,7 dB a průměr ze všech měření byl 72,5 dB (Obr. 27).

**Tab. 11: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 5**

Měření č.	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Amax}$ [dB]
Hlukové pozadí	70,5	72,4
1	78,4	85,0
2	81,2	88,7
3	82,2	91,2
4	82,2	88,3
5	76,5	80,8
6	81,0	88,0
7	82,7	93,4
8	83,9	94,4
Průměr	81,0	88,7

Zdroj: vlastní zpracování

**Obr. 27: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 5**



Zdroj: vlastní zpracování

## 5.8 Měření č. 6 – Okolní prostředí (u kancelářské budovy)

**Obr. 28: Pohled z haly A na kancelářskou budovu**



Zdroj: vlastní foto

**Obr. 29: Pohled na halu A od kancelářské budovy**



Zdroj: vlastní foto

### Podmínky v době měření

Hlukoměr byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 m nad zemí ve vzdálenosti 3 m od zdi kancelářské budovy. Mikrofon byl nasměrován ke zdroji hluku, tedy k vratům haly A, které

bývají v letním období často otevřeny. Vzdálenost mikrofonu od zdroje hluku byla přibližně 20 m. Teplota v době měření byla 9°C, bezvětří, relativní tlak vzduchu 1022 hPa.

### Výsledky měření

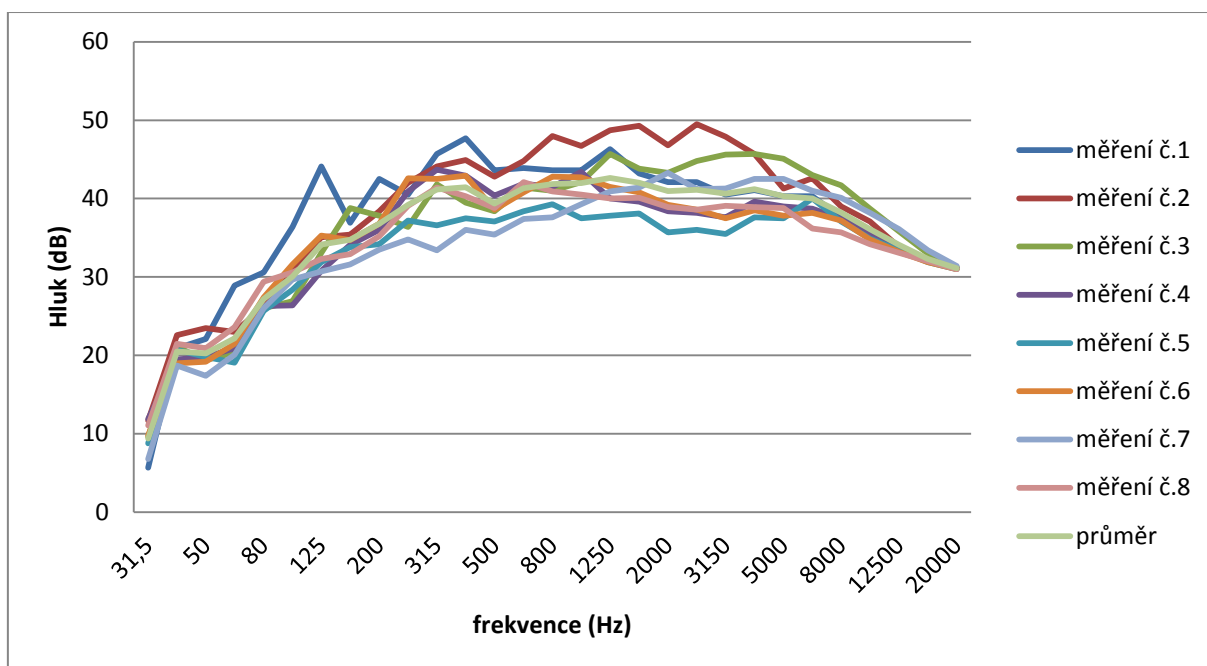
Měření v bodě č. 6 probíhalo tak, že nejdříve bylo provedeno měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku a maximální hladiny akustického tlaku při zavřených vratech haly A, bylo tak změřeno hlukové pozadí (v hale probíhal běžný provoz). Výsledkem byla průměrná hodnota 51,2 dB resp. 55,1 dB. Dále bylo provedeno stejné měření s otevřenými vraty, kdy pracovníci skladu měli za úkol u vrat vytvářet co nejvíce možný hluk (obsluha jeřábu, manipulace s přepravkami Mars). Záznam trval 10 s. Měření proběhlo celkem 8x se zavřenými vraty a 8x s vraty otevřenými. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla s otevřenými vraty 69,3 dB a průměr naměřených hodnot činil 62,3 dB. Nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku byla zaznamenána 58,4 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 54,8 dB (Tab. 12). Při frekvenci 1250 Hz byla naměřena nejvyšší hodnota 48,7 dB a průměr ze všech měření byl 42,6 dB (Obr. 30).

**Tab. 12: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 6**

Měření č.	$L_{Aeq}$ [dB] zavřená vrata	$L_{Amax}$ [dB] zavřená vrata	$L_{Aeq}$ [dB] otevřená vrata	$L_{Amax}$ [dB] otevřená vrata
Hlukové pozadí	49,7	54,3		
1	50,2	53,6	56,2	61,4
2	50,6	52,3	58,4	67,3
3	49,9	54,6	55,5	64,2
4	53,1	54,9	57,6	69,3
5	52,1	56,2	53,1	60,0
6	50,5	54,8	52,1	56,0
7	52,4	59,8	53,1	60,5
8	50,8	55,0	52,6	59,7
Průměr	51,2	55,1	54,8	62,3

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 30: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 6



Zdroj: vlastní zpracování

Při měření byla snaha o jeho provedení v okamžicích nejmenšího provozu dopravních a manipulačních prostředků v bezprostředním okolí. Výsledky tak mohou být mírně zkreslené, protože v areálu sídlí množství firem a probíhá zde poměrně velký provoz.

## **6 Zhodnocení výsledků a návrh na zlepšení**

### **6.1 Zhodnocení č. 1 – Mostový jeřáb (hala A)**

Při měření v bodě č. 1 byla naměřena nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku 80,1 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 77 dB. V tomto případě tedy není povolený limit 85 dB překročen. Vzhledem k tomu, že se manipulační prostředky a technika nevyužívají po celou pracovní dobu, tak hluková zátěž působí na pracovníky skladu ještě daleko méně. V hale A jsou další zdroje hluku a to pásové pily, které nebyly objektem měření této práce. I tak bylo provedeno měření, které ukázalo ekvivalentní hladinu akustického tlaku v okolí této pily kolem 70 dB. Tato hodnota tedy také splňuje předepsané limity.

Přestože naměřené hodnoty odpovídají normám, je možné hluk vyzařovaný při manipulaci s jeřábem alespoň částečně snížit například za pomoci speciálních svorek, na kterých by byly upevněné jeřábové kolejnice. Díky velmi účinnému zachycení vodorovných sil, tak dochází ke snížení hluku způsobeného vibracemi při pojezdu jeřábu. Takové svorky umožňují snížení hluku o 10 – 12 dB. Tuto variantu by bylo vhodné zvážit, pokud by normy hluku byly výrazněji překračovány. Jako další možnost se nabízí metoda izolace zdroje hluku, což ale není vzhledem ke konstrukci jeřábu skoro možné. Nejlevnější účinné metody tak zůstávají údržba ložisek a jejich uložení, výměna ložisek, odstranění rázů z převodů použitím pružných vložek, zvolení vhodného ozubení v převodovkách, použití vhodného mazacího prostředku atd.

### **6.2 Zhodnocení č. 2 – Mostový jeřáb (hala B)**

Při měření v bodě č. 2 byla naměřena nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku 82,5 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 80,3 dB. V tomto případě tedy není, stejně jako v případě prvního měřeného mostového jeřábu, povolený limit 85 dB překročen. Vzhledem k tomu, že se manipulační prostředky a technika nevyužívají po celou pracovní dobu, tak hluková zátěž působí na pracovníky skladu také daleko méně. V hale B jsou další zdroje hluku jako pásová pila a různé obráběcí stroje, které ale nebyly objektem měření v této práci. I tak bylo provedeno měření, které ukázalo ekvivalentní hladinu akustického tlaku v místech, kde se pohybují pracovníci skladu kolem 70 dB. Tato hodnota tedy také splňuje předepsané limity.



Stejně jako u prvního měřeného jeřábu limity překročené nejsou, a tento jeřáb je využíván v daleko menší míře než první. I zde se dá navrhnout několik metod na redukci hluku, kdy nejlevnější účinné metody budou údržba ložisek a jejich uložení, výměna ložisek, odstranění rázů z převodů použitím pružných vložek, zvolení vhodného ozubení v převodovkách, použití vhodného mazacího prostředku atd.

### **6.3 Zhodnocení č. 3 – Sloupový otočný jeřáb (hala B)**

Při měření v bodě č. 3 byla naměřena nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku 78,4 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 75,2 dB. V tomto případě není stejně jako při předchozích měřeních povolený limit 85 dB překročen. Vzhledem k tomu, že se manipulační prostředky a technika nevyužívají po celou pracovní dobu, hluková zátěž působí na pracovníky skladu také daleko méně. V hale B jsou další zdroje hluku jako pásová pila a různé obráběcí stroje, které ale nebyly objektem měření v této práci. I tak bylo provedeno měření, které ukázalo ekvivalentní hladinu akustického tlaku v místech, kde se pohybují pracovníci skladu kolem 70 dB. Tato hodnota tedy také splňuje předepsané limity.

V tomto případě není nutné navrhovat žádné metody snižování hluku, jelikož naměřené hodnoty nejsou nikterak vysoké a u měřeného jeřábu by nejspíše ani nebyly pozorovatelné.

### **6.4 Zhodnocení č. 4 – Motorový vysokozdvizný vozík (hala A)**

Při měření v bodě č. 4 byla naměřena nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku 95,5 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 85,2 dB. V tomto případě byl povolený limit 85 dB překročen. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku byla 102,5 dB. To je již poměrně nepříjemný hluk a je vhodné ho snížit.

Nejlevnější metodou je použití ochrany sluchu pomocí chráničů sluchu, které obsluhy motorových vysokozdvizných vozíků často používají. Zátkové chrániče se dají pořídit od 10 Kč. Touto metodou ale nelze vyřešit příčinu hluku a tou je většinou špatný stav stroje. Konkrétní měřený motorový vysokozdvizný vozík byl vyroben před 34 lety. Za tu dobu prošel řadou oprav, které ale nebyly vždy úspěšné.

Metodou izolace by se dala snížit úroveň vyzařovaného hluku od motoru na přijatelnější úroveň. Společnost Cellofoam zabývající se mimo jiné zvukovou izolací nabízí širokou škálu akusticko-izolačních materiálů pro podobné účely. Zde je nutné, aby izolační materiál dobře tlumil hluk při naměřené frekvenci 1250 Hz. Jako další potřebná vlastnost je tepelná odolnost, odolnost vůči oleji, palivům a v neposlední řadě hraje roli cena. Všechny tyto požadavky splňuje materiál s označením CELLO 471 (příloha č. 1). Podle míry naměřené hladiny hluku postačuje tloušťka materiálu 30 mm. Materiál se prodává jako deska o rozměrech 1000 x 1000 mm s rubovou samolepící stranou. Na izolaci by byly zapotřebí dvě tyto desky. Samotný polep by byl proveden pracovníkem, který se stará o údržbu firemního autoparku, při odhadované době montáže 1h.

Cena materiál	700 Kč
Cena práce	170 Kč
<b>Cena celkem</b>	<b>870 Kč</b>

Vzhledem ke stavu motorového vysokozdvížného vozíku bychom ale ani kvalitní zvukovou izolací nejspíše nedosáhli požadovaných výsledků. Firma má v plánu nákup novějšího stroje s lepšími parametry a hlavně s motorem, který nemá původní využití v traktoru. Rozpočet na nákup je 250.000 Kč. Zvažuje se pohon na LPG místo stávajícího dieselu.

## **6.5 Zhodnocení č. 5 – Paletový vozík (hala B)**

Při měření v bodě č. 5 byla naměřena nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku 83,9 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 81,0 dB. V tomto případě nebyl povolený limit 85 dB překročen. Nejvyšší naměřená hodnota maximální hladiny akustického tlaku činila 94,4 dB. To je poměrně vysoká hodnota, která mohla být způsobena najetím paletového vozíku na nerovný povrch v hale. I když se paletový vozík využívá jen k manipulaci s materiálem v krátkých intervalech a na malé vzdálenosti je tento hluk nepříjemný.

Nejlevnější metodou ochrany sluchu je opět použití zátkových chráničů. Toto řešení je ale nepraktické, jelikož nasazování chráničů při každé manipulaci by bylo obtěžující. Další negativum je, že tyto chrániče by museli používat i další pracovníci skladu v okolí manipulace.

Další možností snížení hlučnosti při manipulaci s paletovým vozíkem by byl nákup pryžových pojezdových kol místo dosavadních nylonových. Pryžová kola mají sice lepší tlumení rázů a tím vznikajícího hluku, ale mohou zanechávat stopy na podlaze vlivem otěru běhounu a mají také vyšší valivý odpor při rozjezdu. Další možností je instalace kol polyuretanových, jejich cena je ale nejvyšší.

Jak již ale bylo uvedeno, ekvivalentní hladina akustického tlaku nepřesahuje zákonem stanovenou normu a není tedy potřeba přijímat opatření. Nový paletový vozík má také firma v plánu nakoupit. Na trhu se dají nalézt i speciální paletové vozíky s tichým provozem, které generují minimální hluk (60 dB), ale jejich cena je několikanásobná oproti standardnímu paletovému vozíku.

## **6.6 Zhodnocení č. 6 – Okolní prostředí (u kancelářské budovy)**

Při měření v bodě č. 6 byla naměřena nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku při otevřených vratech 58,4 dB a průměrná hodnota ze všech měření činila 54,8 dB. V tomto případě by byl limit 50 dB při otevřených oknech v kancelářích nejspíše mírně překročen. Při zavřených vratech haly byla naměřena průměrná ekvivalentní hladina akustického tlaku 51,2 dB a v kancelářích by podle předpokladu tato hodnota byla ještě nižší.

Kancelářská budova je vybavena novými plastovými okny se standardním dvojitým sklem, které dokáží potlačit hluk až o 32 dB. V zimním období, kdy není tolik žádoucí větrání, nejsou kancelářské prostory zatíženy hlukem z tohoto skladu. Při otevřených oknech se dá předpokládat hluková zátěž někde okolo povoleného limitu.

Nikde jinde okolo skladovacích hal nebylo měření prováděno, jelikož kolem se nacházejí jenom další výrobní prostory ostatních firem. Tyto podniky mají podle mých vlastních zkušeností vlastní poměrně hlučnou výrobu.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo charakterizovat vliv hluku na člověka. Analyzovat hlavní zdroje hluku ve skladovacích prostorech vytvářené manipulací technikou a manipulačními prostředky. Provést měření hluku, výsledky vyhodnotit a navrhnout možná zlepšení.

V teoretické části je provedena literární rešerše problematiky hluku. Jsou zde popsány obecné informace o zvuku, zdroje hluku, vlivy hluku na člověka, legislativa a metody snižování hluku. Dále obsahuje teoretická část informace o skladování, manipulační technice a manipulačních prostředcích.

V praktické části bylo provedeno měření manipulačních prostředků a manipulační techniky za účelem zjistit jejich hlučnost. Měření bylo prováděno ve firmě VSJ-strojírna s.r.o. Tento strojírenský podnik sídlí v Plané nad Lužnicí v Jihočeském kraji nedaleko od města Tábor. Součástí podniku je i sklad hutního materiálu, který slouží jak pro vlastní potřebu, tak i pro externí zákazníky. Postupně byl měřen vyzařovaný hluk u mostových jeřábů, sloupového otočného jeřábu, motorového vysokozdvížného vozíku, paletového vozíku a nakonec hluk zatěžující protější budovu s kancelářskými prostory.

V případě měření č. 1 byl měřen mostový jeřáb v hale A. Zde nebylo zjištěno překročení normy, ale stejně bylo navrženo řešení pro snížení hluku, které by spočívalo v použití speciálních svorek, na kterých by byly upevněny jeřábové kolejnice. Dále byla navržena správná údržba stávajících ložisek a jejich uložení, výměna ložisek, odstranění rázů z převodů použitím pružných vložek, zvolení vhodného ozubení v převodovkách a použití vhodného mazacího prostředku. U měřeného mostového jeřábu č. 2 také nebylo zjištěno překročení normy hluku a byla navržena stejná opatření jako u předchozího měření. Měřený hluk u sloupového otočného jeřábu č. 3 byl výrazně pod limitem, a proto žádná opatření navržena nebyla. Jako další bylo provedeno měření hluku č. 4 u motorového vysokozdvížného vozíku. Zde byly normy překročeny a bylo navrženo odhlučnění motorového prostoru a nákup nového stroje. Měření č. 5 bylo prováděno u paletového vozíku. Zde nebylo zjištěno překročení limitů, ale byl navržen nákup kvalitnějších pojezdových kol a také nákup nového paletového vozíku. V posledním měření č. 6 bylo zjištěno, že hluková zátěž vycházející ze skladovacích prostorů je v případě uzavřených vrat haly na hranicích limitu a pracovníci v kancelářské budově nejsou hlukem obtěžováni.

Závěrem mohu konstatovat, že v měřených skladovacích prostorech byly většinou normy dodrženy a jediné u motorového vysokozdvížného vozíku by se mělo přistoupit k opravě. Měření ukázalo, že nadměrným hlukem nejsou zatěžováni pracovníci skladu ani okolní prostředí.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] BERAN, Vlastimil. *Chvění a hluk*. 1. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010. 204 s. ISBN 978-80-7043-916-6.
- [2] NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. 1. vydání. Praha: ČVUT, 1995. 389 s. ISBN 80-01-01306-5.
- [3] SMETANA, Ctirad a kolektiv: *Hluk a vibrace, měření a hodnocení*. 1. vydání. Praha: Sdělovací technika. 1998. 188s. ISBN 80-901936-2-5.
- [4] VANĚČEK, D., KALÁB, D.: *Logistika 1. díl: Úvod, řízení zásob a skladování*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 2003, 146 s., ISBN 80-7040-652-6
- [5] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L.: *Logistika – teoretická část*, eBook, Západočeská univerzita, Plzeň, 2012
- [6] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 164 s. ISBN 978 – 80 – 214 – 3607 – 7.
- [7] POLÁK, J. – PAVLISKA, J. – SLÍVA, A. *Dopravní a manipulační základy I*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. 104 s. ISBN 80 – 248 – 0043 – 8.
- [8] SLÍVA, Aleš. *Základy logistiky*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004. 95 s. ISBN 80 – 248 – 0678 – 9.
- [9] KOČOVSKÝ, Alois a kolektiv: *Moderní skladové hospodářství*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1980
- [10] Vliv hluku na zdraví. [online]. Publikováno 2010 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>
- [11] JANDÁK, Zdeněk: *Hluk v pracovním prostředí*. Státní zdravotní ústav. [online] publikováno: 13. 11. 2007 [cit. 2017-01-06] Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/hluk-v-pracovnim-prostredi>
- [12] Limity hluku na pracovišti [online] publikováno: 13. 11. 2007 [cit. 2017-01-02] Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/limity-hluku-na-pracovisti>
- [13] Active Noise control [online] [cit. 2017-02-02] Dostupné z: <http://www.acousticcontrol.com/silentium-active-noise-reduction.html>

## 9 Seznam obrázků

Obr. 1: Ekvivalentní hladina hluku .....	8
Obr. 2: Model bodového akustického zdroje ve volném poli .....	10
Obr. 3: Model přímkového (liniového) zdroje .....	10
Obr. 4: Model plošného rovinného akustického zdroje.....	11
Obr. 5: Ucho .....	19
Obr. 6: Sluchové pole člověka.....	20
Obr. 7: Akustická pohltivost materiálů.....	24
Obr. 8: Zátkové chrániče sluchu.....	25
Obr. 9: Mušlové chrániče sluchu.....	25
Obr. 10: Protihluková přilba.....	25
Obr. 11: Paletový vozík .....	31
Obr. 12: Motorový vysokozdvizný vozík.....	32
Obr. 13: Hlukoměr XL2 .....	34
Obr. 14: Letecký pohled .....	36
Obr. 15: Schéma míst měření .....	37
Obr. 16: Hala A .....	38
Obr. 17: Hala B.....	38
Obr. 18: Mostový jeřáb č. 1 .....	40
Obr. 19: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 1.....	41
Obr. 20: Mostový jeřáb č. 2.....	42
Obr. 21: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 2.....	44
Obr. 22: Sloupový otočný jeřáb.....	45
Obr. 23: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 3.....	46
Obr. 24: Motorový vysokozdvizný vozík.....	47
Obr. 25: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 4.....	49
Obr. 26: Paletový vozík .....	50
Obr. 27: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 5.....	51
Obr. 28: Pohled z haly A na kancelářskou budovu .....	52
Obr. 29: Pohled na halu A od kancelářské budovy .....	52
Obr. 30: Graf hluku při různých frekvencích – měření v bodě č. 6.....	54

## 10 Seznam tabulek

Tab. 1: Orientační hodnoty hladin akustického tlaku.....	7
Tab. 2: Rychlost šíření zvuku v různých látkách.....	13
Tab. 3: Výpočet hluku na pracovišti při základu 85 dB .....	16
Tab. 4: Základní limity pro venkovní hluk.....	21
Tab. 5: Přípustná denní dávka hluku .....	22
Tab. 6: Technické parametry hlukoměru XL2 .....	35
Tab. 7: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 1 .....	41
Tab. 8: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 2.....	43
Tab. 9: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 3.....	46
Tab. 10: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 4.....	48
Tab. 11: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 5.....	51
Tab. 12: Naměřené hodnoty – měření v bodě č. 6.....	53



## 11 Seznam použitých symbolů

$P$	akustický výkon [W]
$I$	intenzita zvuku [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ]
$S$	celková plocha [ $\text{m}^2$ ]
$z$	vlnový odpor [ $\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$p$	akustický tlak [Pa]
$v$	akustická rychlost [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
$\lambda$	vlnová délka [m]
$c$	rychlost šíření zvuku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
$f$	kmitočet signálu [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}$ ]
$L_p$	hladina akustického tlaku [dB]
$p$	sledovaný akustický tlak (efektivní hodnota) [Pa]
$p_o$	referenční akustický tlak [Pa]
$L_{\text{Aeq},T}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku A v čase $T$ [dB]
$\eta_i$	relativní četnost výskytu hladiny akustického tlaku A
$L_{pAi}$	střední hladina akustického tlaku A v $i$ -tém intervalu
$L_I$	hladina intenzity zvuku [dB]
$I_0$	referenční hodnota intenzity zvuku [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ]
$I$	referenční hodnota intenzity zvuku [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ]
$k$	konstanta
$E$	model pružnosti prostředí [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
$\rho$	hustota prostředí [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]

## **12 Seznam příloh**

Příloha č. 1 - Zvukově-izolační materiály

Příloha č. 2 - Tabulky naměřených hodnot

TECHNICKÁ DATA



ZVUKOVÉ IZOLACE

LAMINACE

TEPELNÉ TVÁŘENÍ

TĚSNĚNÍ

Cello® 471

POPIS VÝROBKU

Cello® 471 je PUR esterová akustická pěna s prodyšným zataveným povrchem.

TYPICKÉ OBLASTI POUŽITÍ

Zvukotěsné kryty a obklady, kabiny, kapoty, strojírenství, stavební stroje, vzduchové potrubí

HLAVNÍ VÝHODY

- robustní a odolný povrch
- atraktivní kosočtvercový vzor
- velmi dobré hodnoty zvukové pohltivosti
- trvale odolný vůči oleji a palivům
- lehce řezatelné např. ulamovacím nožem

TEPELNÁ VODIVOST

0,040 W/(m·K) dle DIN 52612 při 10 °C

TEPLOTNÍ STABILITA

-40 °C do +100 °C

HOŘLAVOST ZÁKLADNÍHO VÝROBKU

- FMVSS 302, DIN 75200
- ISO 3795, rychlost hoření < 100 mm/min



ZÁKLADNÍ VÝROBEK

471 NK: bez samolepu

DALŠÍ VARIANTY VÝROBKU

471 SK: rubová strana se samolepem

471 SBF SK: rubová strana je opatřena bitumenovou těžkou fólií (viz technická data SBF) se samolepem

471 KF: rubová strana laminovaná textilií pro případné uchycení na suchý zip

ROZMĚRY, NESÁMOVANÝ<sup>\*)</sup>

PRODUKTY	TLOUŠTKY (mm)	DESKOVÝ MATERIÁL (mm)	ZBOŽÍ V ROLÍCH (mm)
471	10, 20, 30, 40, 50	1500 X 1000 1500 X 2000	dělnka: do max. 60 bm (v závislosti na tloušťce) šíře: 1500
471 SBF	12, 22, 32, 42, 52	1000 X 1000	není k dispozici

Jiné tloušťky / rozměry na žádost

Tvary a rozměry dle výkresů či zadání zákazníka

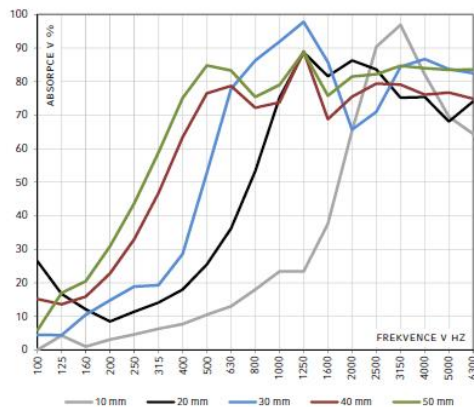
SKLADOVÁNÍ

- v suchých a uzavřených místnostech
- u samolepicí úpravy skladovací doba max. 6 měsíců
- 471 SBF SK: max. 3 měsíce

NÁŠ TIP

K utěsnění hran vám doporučujeme Cello® lepicí pásy.

ABSORPCE ZVUKU V IMPEDANČNÍ TRUBICI DLE DIN 10 534-2



<sup>\*)</sup>nesámoVANý: využitelná šířka je garantována, některé vrstvy (např. rouno, fólie, pěna) mohou částečně tuto šířku přesahovat.

STAV 07/16

DBEJTE NAŠICH „POKYŇŮ PRO PRÁCI SE SAMOLEPICÍMI MATERIÁLY“

Všechny údaje představují průměrné hodnoty a jsou uvedeny na základě nejlepších vědomostí. Jsou však nezávazné a v každém případě vylučují ručení za škody a újmy, ať už jsou jakéhokoliv druhu i co se týče ochranných práv třetích osob. Uvedené informace nezavazují zákazníka povinnosti vyzkoušet materiál speciálně pro zamýšlený účel použití a prostředí. Poslední verzi datového listu naleznete na našich webových stránkách.

Cellofoam CZ s.r.o.

T +420 381 522 544  
E sales@cellofoam.cz  
I www.cellofoam.cz

## Cello® 1116 ALG

### POPIS VÝROBKU

Složení Cello® 1116 ALG: prošívaná skleněná vlákna laminovaná hliníkovou fólií.

Cello® 1116 ALG je dvouvrstvý izolační materiál. Vrchní vrstvu tvoří prvotřídní hliníková fólie pro efektivní odrážení tepelného záření. Spodní vrstva je složena z prošívaných skleněných vláken, která vykazují tepelněizolační a akustické vlastnosti.

### TYPICKÉ OBLASTI POUŽITÍ

V oblastech s vysokými teplotami: stroje a zařízení, kompresory, stavební stroje, užitková vozidla, autobusy, kolejová vozidla

### TEPLOTNÍ STABILITA

Při mechanickém uchycení: - 40°C do + 600°C  
Bez mechanického uchycení: - 40°C do + 120°C

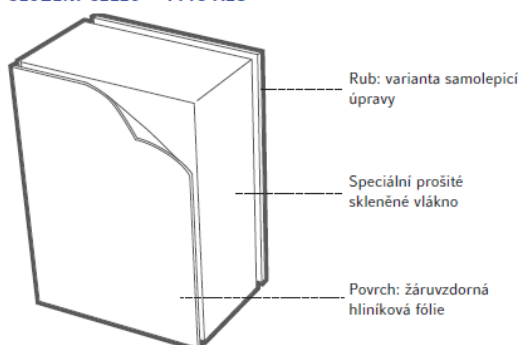
### HOŘLAVOST

- FMVSS 302, DIN 75200
- ISO 3795, rychlost hoření < 100 mm/min
- ECE R-118, příloha 6, 7 a 8 (7 mm)
- EN 45545-2 2013: R1, HL 3 (SK)

### TEPELNÁ VODIVOST DLE DIN 52612

- 10°C 0,037 W/(m·K)  
0°C 0,038 W/(m·K)  
+ 10°C 0,039 W/(m·K)  
+ 20°C 0,041 W/(m·K)

### SLOŽENÍ CELLO® 1116 ALG



### HLAVNÍ VÝHODY

- vysoká tepelná odolnost
- velmi dobrá tepelná izolace
- hliníková fólie nabízí ochranu proti pronikání a usazování prachu, vody, oleje, atd.
- jednoduchá přeprava a manipulace díky minimální hmotnosti

### ROZMĚRY

VÝROBEK	TLOUŠŤKA [mm]	DESKY [mm]	HMOTNOST [g/m <sup>2</sup> ]
1116 ALG	4,0 ± 1,5	2000 X 1000 1300 X 1000	800
	7,0 ± 1,5	2100 X 1000	1600
	13,0 +1/-2	2100 X 1000 1100 X 1000	2900

Jiné rozměry na žádost.  
Tvary a rozměry dle výkresů či zadání zákazníka.

### NEPROPUSTNOST TESTOVÁNA DLE ECE R-118.01, DODATEK 9

Nafta, olej a voda, které se dostanou do kontaktu s povrchem, neposáknou do materiálu.

### ZÁKLADNÍ VÝROBEK

1116 ALG NK: bez samolepu

### DALŠÍ VARIANTY VÝROBKU

1116 ALG SK: rubová strana se samolepem

### SKLADOVÁNÍ

- v suchých a uzavřených místnostech
- u samolepicí úpravy skladovací doba max. 6 měsíců

## Cello® BBA Cello® BBA HLFR

### POPIS VÝROBKU

Cello® BBA je širokopásmový zvukový absorbér. Je složený ze dvou vrstev - samolepicí vrstva a zvukově izolační vrstva, která je zároveň dekorativní.

Cello® BBA HLFR je speciální ohnivzdorná varianta s protipožární těžkou fólií HL FIRESTOP R.

### FUNKČNÍ CHARAKTERISTIKA

Základní vrstva Cello® BBA představuje rezonanční absorbér v kombinaci vibrační fólie (těžká vrstva) a tlumící vrstvy (etherová pěna). Dekorativní vrstva je vyrobena z vysoce kvalitní zvukově-absorpční pěny.

### Cello® BBA

Složení základní vrstvy: syntetická těžká fólie (Cello® EVA) s etherovou pěnou (Cello® 461/0)

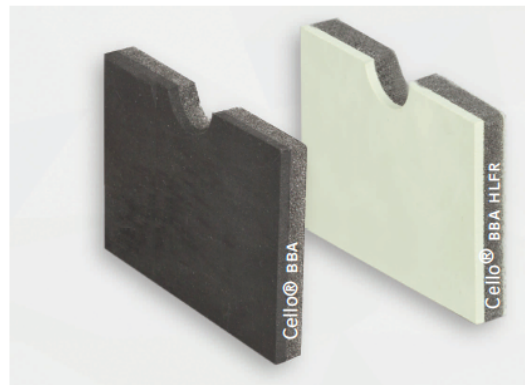
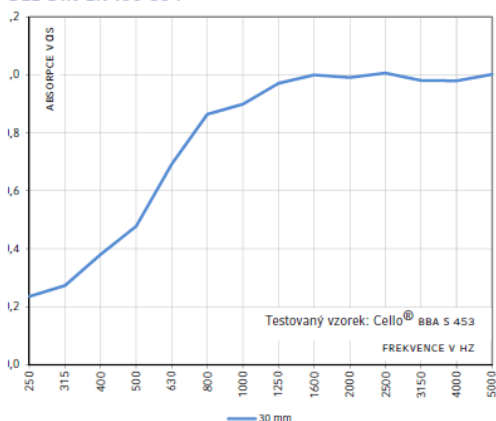
Složení dekorativní vrstvy: akustická PUR-etherová pěna antracitové barvy, laminovaná zvukově-absorpční šedou polyesterovou netkanou textilií (Cello® 453). Další varianty dekorace jsou možné.

### Cello® BBA HLFR

Složení základní vrstvy: protipožární těžká fólie (Cello® HL FIRESTOP R) s etherovou pěnou (Cello® 461/0)

Složení dekorativní vrstvy: měkká pěnová hmota na melaminové bázi, laminovaná zvukově-absorpční černou polyesterovou netkanou textilií (Cello® HR 290 VLC)

### ABSORPCE ZVUKU V DOZVUKOVÉ KOMOŘE DLE DIN EN ISO 354



### TYPICKÉ OBLASTI POUŽITÍ

Topení / ventilace / klimatizace, kabiny / kryty / kapoty, strojírenství, výroba lodí

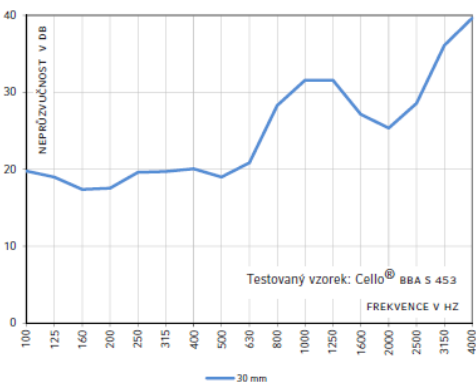
### HLAVNÍ VÝHODY

- optimální koordinace dle požadavků zákazníka
- ideální řešení pro tlumení širokopásmového spektra s rozdílnými frekvencemi (nízké/střední/vysoké)
- mechanicky stabilní povrch, odolný vůči olejům, vodě a palivům
- optický designový povrch
- vhodný pro použití ve vysoce vlhkém prostředí (etherová pěna má ve vysoce vlhkém prostředí delší životnost než esterová pěna)

### HOŘLAVOST

- FMVSS 302, DIN 75200
- ISO 3795, rychlost hoření < 100 mm/min

### NEPRŮZVUČNOST DLE DIN EN ISO 10140-2



## Příloha č. 2 - Tabulky naměřených hodnot

MA - mostový jeřáb malý č.1

frekvence (Hz)	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
měření																			
MA1	-21	-24,1	-17,5	-5,8	-4,1	0,3	8,4	17,2	20,9	23,5	30,5	34,4	33,2	36,9	40,3	49,8	55,5	55,7	58,1
MA2	-14,2	-12,5	0,3	3,1	12,3	12,9	15,1	21,4	26,2	30,8	31	36,6	36,1	39,1	44,5	49,9	55,8	56,8	57,2
MA3	-24,9	-19,3	-10,8	-3,5	1,1	8,6	13	22	27,9	31	35,8	36,7	37,5	39,3	44,3	48,9	53	58,2	63,2
MA4	-17,7	-17,5	-6,3	-6,9	-0,8	7,9	9,9	20,5	26,5	30,7	35,5	35,5	36,3	40	47,5	50,1	53,9	58,5	64,4
MA5	-20,1	-18,5	-9,6	-3	-0,4	9,5	12,3	22,4	26,7	30,5	35,3	36,5	38,2	39,8	44,1	52,7	58,8	59,5	63,7
MA6	-14,5	-15,8	-12,3	-7,3	-1,3	7,5	11,6	20,1	26,1	30,2	35,4	34,9	35,6	38,7	44,6	52,6	58,8	60,8	65,6
MA7	-31,4	-24,3	-13,5	-3,8	0	9,6	12,9	21,8	26,9	30,6	34,3	38,6	37,6	39,5	44,1	51,6	56,7	59,9	63
MA8	-21,9	-18,5	-6,9	-5,8	3,2	9,4	10,1	18,3	25,8	29	34,9	34,3	35	39,3	46,1	51,8	56,3	59,2	64,7
průměr	-20,7	-18,8	-9,6	-4,1	1,3	8,2	11,7	20,5	25,9	29,5	34,1	35,9	36,2	39,1	44,4	50,9	56,1	58,6	62,5

500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
65,4	62,3	62,1	63	63,3	62,5	61,3	64	61,6	58	56,6	56,1	55,1	52,3	48,8	44,2	39,3
61,1	62,3	61,7	62,4	63,9	62,9	62,5	65,1	62,4	57,7	55,7	53,8	52,3	46,4	41,4	36,2	32,7
63,3	65,2	67,5	67,4	66,8	67	63,9	63,2	59,1	56,5	53,9	50,2	49,8	45,8	38,7	34,6	32,1
64,7	66,5	68,2	71	71,9	72	68,5	68,3	62,5	57,9	55,1	49,8	49,8	45,8	38,6	34,5	32
65,3	67,1	68,3	68,2	68,2	68,3	67	69,9	67,4	62,4	61	58,4	56,1	53,8	49,5	44,4	38,8
67,2	67,9	69,3	71,2	72,2	72,4	69,3	71,1	66,7	60,6	57,5	52,4	47,3	45,6	37,9	34,7	32,6
66,7	66,8	67,8	67,6	67,5	68,1	65,7	70,1	66,2	59,8	57,5	53,9	50,9	46,9	39,9	35,3	32,4
65,4	66,4	68,6	70,8	71,4	71,7	68,2	70	65,3	58,8	56,6	52,7	50,5	46,9	39,9	35,1	32,1
64,9	65,6	66,7	67,7	68,2	68,1	65,8	67,7	63,9	59,0	56,7	53,4	51,5	47,9	41,8	37,4	34,0

MD - mostový jeřáb č.2

frekvence (Hz)	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
měření																			
MA1	-23,9	-16,7	-12,7	2,3	14,9	19,9	29,6	28,5	33,7	40,2	39,8	47,5	45	44,6	52,9	60,1	70,7	68,7	69
MA2	-27,8	-18,5	-16,8	1,3	11,8	17,4	21,4	27,9	30,2	36,9	35,6	44,6	42,8	41,5	51,1	59,8	68,8	68,1	69,1
MA3	-21,4	-12,2	-10,9	5,9	17,8	24,3	25,9	28,4	33,9	41,1	38,8	46,6	45	43,7	53,4	61,6	69,5	70,5	70,7
MA4	-19,5	-12,2	-7,2	4,3	15,5	19	26,3	30,4	32,7	39,3	38,6	46,6	43,7	43,6	53,8	60,7	67,2	69	69,7
MA5	-23,2	-16,2	-12,1	3,8	15,1	18,7	24,2	28	32,7	38,6	39,3	45,6	43,3	43,3	53,1	61,1	68,1	70,3	69,5
MA6	-15,7	-10,3	-8,2	6,2	16,2	18,2	24,7	27,8	32,9	38,7	39,2	46	45,1	44,1	52,9	58	62,9	66,1	67,5
MA7	-23	-14,9	-11,1	-0,1	14,6	21	23,4	28,1	32	39,3	36,8	43,5	44,2	43,1	51,5	57,5	58,3	63,1	63,6
MA8	-16,6	-12	-9,9	4,6	14,2	19,3	24,1	27,9	32,6	38,5	39,1	46,9	44,3	42,8	51,5	59	67,5	66	68,7
průměr	-21,4	-14,1	-11,1	3,5	15,0	19,7	25,0	28,4	32,6	39,1	38,4	45,9	44,2	43,3	52,5	59,7	66,6	67,7	68,5

500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
71,2	72	72	70,4	71,6	69,5	68,9	67,7	66,7	63,7	60,6	58,2	51,5	45,4	39,5	34,5	32,5
69,9	71,3	70,6	70,5	71,1	69	68,1	67,1	65,8	62,5	58,5	56,4	48	41,8	36,7	33,5	32,3
72	73,4	72,2	73,4	72,3	71,2	70,3	68,9	70,3	66,3	62,8	61,8	54,6	44,9	38,6	34,2	32,3
70,3	71	70,3	70,5	71,4	69,2	68,9	67,4	66,5	64,2	60,8	60,4	51,4	43,2	37,5	33,9	32,2
71,2	71,8	70,6	70,8	72,1	70,7	69,7	68,4	68	66	62,7	63,3	61,3	44,1	39,6	37,5	32,5
68,6	69,3	67,9	68,5	69,9	67,7	68,2	67,1	66,1	63,8	61,9	61	59,6	55,7	52,1	48,9	43,9
65,2	66,1	65,5	67,6	69,8	65,4	66	64,9	64,5	59,1	55,6	53,7	49,4	45,1	40,3	35	32,6
69,1	71,3	70	70,2	71,6	69,2	68,8	67,4	66,9	63,4	61,6	59,5	55,4	50,6	44,1	37,3	33
69,7	70,8	69,9	70,2	71,2	69,0	68,6	67,4	66,9	63,6	60,6	59,3	53,9	46,4	41,1	36,9	33,9

ME - sloupový jeřáb č.3																			
frekvence (Hz)	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
měření																			
MA1	-24,6	-28	-18,5	-9,9	-9,6	0,8	8,4	17,5	18,6	23,5	26,1	29,9	38,2	37,2	41,9	55	49,2	52,6	60,3
MA2	-37,3	-22,4	-17,5	-11,2	-7,7	0,2	12,8	16,4	17	23,2	24,1	29,5	37,3	40,3	42,4	56,5	50,6	53,5	61,5
MA3	-40,3	-27,6	-19,2	-13,3	-7,2	2,1	16,6	17,1	23,6	25,2	26,6	34,1	37,9	39,4	42,5	57,5	51,1	54	61,8
MA4	-32,8	-26,3	-17	-11,2	-6,1	2,2	13,2	19,6	14,8	20,1	25,1	27,5	39,2	36,2	45,8	56,4	49,1	54,2	59,5
MA5	-33,8	-23,2	-13,6	-9	-5,2	5,5	11,3	21,3	14,8	21,7	26,2	27,3	40,7	36,6	42,8	58,7	51,9	54,8	61,8
MA6	-37,3	-28,9	-15,2	-9	-7,1	-0,9	12,8	22,1	20,3	20,7	24,7	29	39,1	40,6	48,8	57,8	54,7	59,6	64,8
MA7	-33,5	-25,5	-16,6	-9,2	-4	-0,4	8,6	18,3	14,2	22,7	31,3	32,5	39,2	40	50,8	51,7	51,2	64,4	65,6
MA8	-32,8	-26,3	-17	-11,2	-6,1	2,2	13,2	19,6	14,8	20,1	25,1	27,5	39,2	36,2	45,8	56,4	49,1	54,2	59,5
průměr	-34,1	-26,0	-16,8	-10,5	-6,6	1,5	12,1	19,0	17,3	22,2	26,2	29,7	38,9	38,3	45,1	56,3	50,9	55,9	61,9

	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
	61,6	63,6	63,3	65,9	64,4	62,8	61,7	63,6	62,7	60,2	56,7	54,9	52,1	48,8	44,6	40,2	37,4
	61,9	64,2	64,2	66,2	64	61,7	62	65,4	62,9	60,2	57,3	52,7	48,8	44,5	40	37	36,7
	62,7	65	65,4	65,9	64	61,8	63	65,5	63,2	60,1	56,9	53,1	47,8	43,2	38,8	36,1	36,5
	61,3	63,7	64,4	63,8	62,6	61	60,9	63,4	61,9	59,6	55,3	51,2	46,7	41,9	38,2	35,9	36,1
	62,9	66,2	66,6	66,9	65,4	64	62,7	65,6	64,1	61,8	59,7	58	55,6	52,3	48,4	43,2	38,9
	68,1	69,1	67,1	66,3	66,2	64	62,6	65,1	63,2	60,3	56,9	53,5	50,7	45,9	41,6	38	37
	67,4	73,8	71,3	67,5	67,4	63,6	61,2	63,2	62,4	59,2	54,2	51,9	47,1	43,2	38,3	36,1	36,4
	61,3	63,7	64,4	63,8	62,6	61	60,9	63,4	61,9	59,6	55,3	51,2	46,7	41,9	38,2	35,9	36,1
	63,4	66,2	65,8	65,8	64,6	62,5	61,9	64,4	62,8	60,1	56,5	53,3	49,4	45,2	41,0	37,8	36,9

MF - motorový vozík č.4																			
frekvence (Hz)	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
měření																			
MA1	-33,5	-20,6	-10,4	-1,6	12,6	20,3	24,2	29,8	29	33,4	39,3	40,8	44,6	49	52,8	56,9	54,1	56,1	67
MA2	-38,9	-20,5	-14,5	0	16,7	23,7	27,6	29,8	32,3	38,9	41,7	44,1	50,1	53,2	57	60,5	57,2	57,3	65,7
MA3	-39,7	-27,2	-9,5	-8,1	7,5	16,8	32	44,4	54,5	66,1	41,3	53,2	62,8	54,4	67,3	77,2	68,3	66,6	74,1
MA4	-34,2	-20,7	-9,9	3,6	16,1	18,6	22,1	30,2	31,6	33,1	38,3	42,5	44,8	48,1	53	56,9	54,5	56,6	63,9
MA5	-39,7	-20,7	-10,5	-8,2	8,7	18,3	35,6	46,3	47,9	39	46,6	52,3	55,6	53,4	59,6	63,5	63,4	64,9	70,1
MA6	-30,4	-23,9	-6,8	3,9	22,4	28	33,3	32,5	35,9	41,7	45,7	49,2	53,8	54,4	58,5	64,6	64,9	71,4	73,2
MA7	-36,8	-30,2	-10,5	-7,2	2,3	22,3	37,1	42,1	36,2	41,7	46,6	52,5	54,2	53,8	59,4	63,5	63	65,1	70,1
MA8	-34,2	-22,6	-11,4	-0,8	10,2	14,9	19,9	22,9	24,4	29,3	28,8	33,8	39,9	43,3	50,9	55,9	54,2	58,7	64,7
průměr	-35,9	-23,3	-10,4	-2,3	12,1	20,4	29,0	34,8	36,5	40,4	41,0	46,1	50,7	51,2	57,3	62,4	60,0	62,1	68,6

	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
	67,2	66,5	66,3	69,7	75,2	70,6	70,2	68,3	62,8	59,7	56,1	53,7	46,9	42,1	39,4	34,9	32,3
	69,1	70,3	69,2	73	76,9	72,4	71,3	68,6	65,1	61,7	58	54,8	48,8	43,7	38,8	35,1	32,3
	75,6	75,7	77,2	78,8	81,4	80	77,4	76,1	72,9	70,6	67,2	63,4	58,7	53,8	49,2	43,6	38,3
	66,6	66,7	67,3	68,8	74	70,2	69,6	67,2	62,8	60,2	58,5	55,8	50,4	45,4	39,2	34,2	31,9
	73,3	73,4	76,7	77,6	80,4	77,6	75,4	73,5	70,5	67,3	64,1	61,2	57,4	53,8	50,3	45	38,1
	84,5	78,9	87	89,4	89,7	85,5	82,5	80,4	79,5	77,2	73,8	69,9	64,2	57,8	51,8	45	38,4
	75,3	75,4	77,7	79,9	81,5	79,3	76,3	74	71,8	68,6	65	61,8	56,9	52,7	48,3	42,6	36,5
	70,9	69,3	71,5	76,9	78,8	73,8	72	69,7	68,3	64	62	58,9	55	51,5	47,9	41,4	35,7
	72,8	72,0	74,1	76,8	79,7	76,2	74,3	72,2	69,2	66,2	63,1	59,9	54,79	50,10	45,61	40,23	35,44

MC - paletový vozík č.5

frekvence (Hz)	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	
měření																				
MA1	-20,6	-20	-14,1	-12,3	-5,9	-2,2	6	9,7	16,2	22,8	30,3	41,9	41,6	48,7	48,5	52,6	57,7	62,7	64,8	
MA2	-19,4	-16,9	-8,3	-6,1	4,4	3,1	9,9	11,1	26,4	30,1	30,6	39,9	40,4	44,1	47,9	53,1	57,4	64	66,7	
MA3	-37,7	-27,4	-13	-8,9	1,3	-3	1,7	10,9	17,1	22,6	30,2	40,6	41,5	49,3	51,7	53,8	59,6	66,2	68,6	
MA4	-16,3	-9	0,7	-0,4	7,3	8,7	13,9	16,5	20,6	26,5	32,5	36,8	41,5	45,5	49,5	53,4	57,1	64,7	68,1	
MA5	-41,4	-31,1	-25,9	-13,4	-1,1	-7,4	-1,3	12,4	15,6	23,5	38	40,6	39,7	47,5	48,2	53,9	55	59,3	63,9	
MA6	-18,4	-21,2	-16,9	-12	-4,9	-5,6	1,4	10,7	15,6	22,1	30,6	35	39,3	45,3	49,5	52,6	55,5	61,3	64,3	
MA7	-37,9	-25,8	-23,1	-14,4	-13,8	-8,3	-0,9	7,9	15,3	21,7	26,5	37,8	41,2	48,3	50,9	57	62,6	66,7	67,2	
MA8	-39	-27,6	-18,1	-12,5	6	-5,8	1,6	11,2	16	22,7	33,2	38	40,8	46,4	51,2	54,4	57,9	65,8	68,7	
průměr	-28,8	-22,4	-14,8	-10,0	-0,8	-2,6	4,0	11,3	17,9	24,0	31,5	38,8	40,8	46,9	49,7	53,9	57,9	63,8	66,5	

500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
64,3	69,3	70,9	67,4	69,2	69	68,2	65,7	64,2	63,8	61,6	58,2	54,4	49,8	47	44,3	39,3
66,4	71	73,1	69,5	72,1	72,6	72	69,3	68,6	67,9	65,2	61,8	57,7	53,8	51,3	45,6	41,3
67,2	71,8	74,1	71,8	73,1	73,9	72,7	70	69	68,8	66	62,2	58,4	53,5	50,9	48,4	42,4
67,1	72,7	74,1	71,6	72,8	72,8	72,4	70,4	69,5	68,9	66,2	62,6	58,4	53,8	51,3	45	40,5
61,5	67,8	68	66,4	67,5	66,9	65,5	63,3	62,4	63,7	62	58,4	55,4	51,6	47,6	46,6	40,4
65,2	69,4	72,1	69,2	71,4	72,1	72,1	70,9	70,5	69	67	62,8	58,3	53,8	51,6	45,4	41
67,4	70,7	73,3	70,9	72,8	74,2	73,5	71,5	71,6	70,6	68,7	65,2	61,3	56,3	52,3	50	43,7
67,8	74,2	74,7	72,3	74,4	74,7	74,8	73,2	72,6	72,1	69	64,8	61,2	56,7	54,5	47,9	43,3
65,9	70,9	72,5	69,9	71,7	72,0	71,4	69,3	68,6	68,1	65,7	62,0	58,1	53,7	50,8	46,7	41,5

MB - měření před halou č.6

frekvence (Hz)	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	
měření																				
MA1	-29,5	-23,9	-14,6	-8,4	-7,2	1,7	5,7	5,7	20,9	22,1	28,9	30,6	36,4	44,1	36,9	42,5	40,5	45,7	47,7	
MA2	-23,4	-18,1	-9,5	-1,6	3,3	5,6	9,2	11,7	22,6	23,5	23	26,2	30,6	35,1	35,4	38,4	42	44,1	44,9	
MA3	-26,6	-21	-12,1	-5	-1,3	2,1	7,3	9,6	21,1	19,4	20,4	26	26,9	33,1	38,8	37,8	36,4	41,8	39,5	
MA4	-24,6	-18,5	-9,6	-3,4	0,7	6	10,9	11,9	19,5	19,8	20,9	26,3	26,4	30,8	34,1	36	40,9	43,7	42,9	
MA5	-26,5	-16,1	-8,9	-3,8	-0,3	5,1	7,3	8,8	20,7	19,8	19,1	25,7	28,4	31,9	33,8	34,2	37,2	36,6	37,5	
MA6	-26,3	-18,6	-13,4	-6,1	-0,9	2,9	7,2	9,8	19	19,2	21,5	27,4	31,6	35,3	34,7	36,8	42,6	42,5	42,9	
MA7	-32,9	-24,6	-14,4	-7,9	-4,4	0,1	4,8	6,8	18,7	17,4	20,1	26	29,7	30,7	31,6	33,5	34,8	33,4	36	
MA8	24,5	-17	-10,2	-5,4	-2,8	4,2	10,4	11,1	21,5	20,9	23,6	29,4	30,6	32,3	32,9	35,2	39,1	41,4	40,3	
průměr	-20,66	-19,73	-11,59	-5,20	-1,61	3,46	7,85	9,43	20,50	20,26	22,19	27,20	30,08	34,16	34,78	36,80	39,19	41,15	41,46	

500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
43,6	43,9	43,6	43,6	46,3	43,2	42,1	42,1	40,5	41,1	40,3	40,3	37,6	35,6	33,6	32	31,1
42,8	44,8	48	46,7	48,7	49,3	46,8	49,5	47,9	45,7	41,3	42,6	39	37,1	33,8	32,1	31,2
38,4	41,4	41	42,1	45,7	43,8	43,3	44,8	45,6	45,7	45,1	43	41,7	38,7	35,8	33	31,3
40,4	41,9	41,5	43,4	40	39,6	38,4	38,2	37,6	39,6	39	38,7	37,4	35,3	33,8	32	31,1
37,1	38,4	39,3	37,5	37,8	38,1	35,7	36	35,5	37,6	37,5	40	37,1	34,9	33,4	31,9	31
38,6	40,8	42,8	42,7	41,5	40,8	39,2	38,6	37,5	38,5	37,8	38,2	37,2	34,8	33,2	31,9	31
35,4	37,4	37,6	39,3	40,9	41,4	43,3	41,2	41,3	42,5	42,5	41	40,1	38,2	36,1	33,4	31,4
38,8	42,1	40,9	40,5	40	40,1	38,9	38,6	39,1	38,9	38,8	36,2	35,7	34,2	33,1	32	31
39,39	41,34	41,84	41,98	42,61	42,04	40,96	41,13	40,63	41,20	40,29	40,00	38,23	36,10	34,10	32,29	31,14