



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN DIGITÁLNÍHO HLUKOMĚRU

DESIGN OF DIGITAL SOUND LEVEL METER

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Zuzana Anna Dudková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D.

BRNO 2016



## Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Studentka:	<b>Zuzana Anna Dudková</b>
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	<b>Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Design digitálního hlukoměru

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Cílem bakalářské práce je analýza a návrh designu digitálního hlukoměru. Návrh má splňovat obecné požadavky průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

#### **Cíle bakalářské práce:**

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové řešení
6. Konstrukčně technologické a ergonomické řešení
7. Barevné a grafické řešení
8. Diskuze
9. Závěr
10. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model

Typ práce: designérská

Účel práce: vzdělávání

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 - 20 stran textu bez obrázků).

Zásady pro vypracování práce: [http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP\\_DP/Zasady\\_VSKP\\_2016.pdf](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2016.pdf)

Šablona práce: [http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK\\_sablona\\_praci.zip](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip)

**Seznam literatury:**

Dreyfuss, H., Powell, E. (2012): Designing for People. Allworth, New York.

Fiell, C., Fiell, P. (2001): Designing the 21st Century. TASCHEN, Kolín nad Rýnem.

Johnson, M. (2002): Problem solved. Phaidon, Londýn.

Lidwell, W., Manacsa, G. (2008): Deconstructing product design. Rockport Publishers, Massachusetts.

Morris, R. (2009): The Fundamentals of Product Design. AVA Publishing SA, Lausanne.

Norman, D. A. (2004): Emotional Design. Basic Books, New York.

Pelcl, J., a kol. (2012): Design od myšlenky k realizaci. Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, Praha.

Thomson, R. (2011): The Manufacturing Guides, Product and Furniture Design. Thames & Hudson Ltd., Londýn.

Thomson, R. (2011): The Manufacturing Guides, Prototyping and Low-volume Production. Thames & Hudson Ltd., Londýn.

Tichá, J., Kaplický, J. (2002): Future systems. Zlatý řez, Praha.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 26. 11. 2015



prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan

---

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá designem digitálního hlukoměru. Cílem je doplnit stávající řadu produktů na trhu o vizuálně zajímavý výrobek s určitou přidanou hodnotou tak, aby byla zároveň zachována jeho funkčnost a technické parametry. Práce obsahuje část analytickou, kde se zabývá současným stavem trhu, dále část návrhovou, ve které jsou varianty řešení designu hlukoměru, závěrečná část se zabývá jednotlivými aspekty finálního designu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Digitální hlukoměr, zvuk, hluk, design, vibrace

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis deals with the design of a sound level meter. The major aim is to broaden the range of existing products and provide a visually appealing device with the respect of its functionality and technical parameters. The thesis comprises the analytical part which scans the present situation on the market, then follows the designing part, which presents variants of the design including the final one. The final part of the thesis deals with the individual aspects of the final variant.

## **KEYWORDS**

Digital sound level meter, sound, noise, design, vibrations

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

DUDKOVÁ, Z. A. *Design digitálního hlukoměru*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 47 s. Vedoucí diplomové práce Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D..



## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Design digitálního hlukoměru zpracovala samostatně s využitím zdrojů, které jsou řádně uvedené v seznamu literatury.

.....  
V Brně dne

.....  
Zuzana Anna Dudková





## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. arch. Vladimíru Haltofovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky ke zpracování tématu. Dále bych ráda poděkovala Ing. Zdeňku Vyhlídkovi z Českého metrologického institutu a Ing. Jiřímu Schimmelovi, Ph.D. za odborné konzultace, rady a poskytnutí materiálů k prostudování. Děkuji také Dominice za konstruktivní rady, kritiku a krásný model hlukoměru vyrobený z horalky. V neposlední řadě patří moje velké poděkování rodině za jejich nekonečnou podporu, důvěru a zcela nekonvenční smysl pro humor, bez kterých by tato práce nikdy nevznikla.



**OBSAH**

<b>ABSTRAKT</b>	<b>5</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>KEYWORDS</b>	<b>5</b>
<b>BIBLIOGRAFICKÁ CITACE</b>	<b>5</b>
<b>PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE</b>	<b>7</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ</b>	<b>9</b>
<b>OBSAH</b>	<b>11</b>
<b>1 ÚVOD</b>	<b>13</b>
<b>2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b>	<b>14</b>
2.1 Designérská analýza	14
2.1.1 Hlukoměr PCE-MSM2	14
2.1.2 Hlukoměr BS06	15
2.1.2 Hlukoměr 330C	15
2.1.2 Hlukoměr SL-451	16
2.2 Makretingová studie	17
2.2.1 Brüel & Kjær	18
2.2.2 Voltcraft	18
2.2.3 Marketingová strategie	19
2.2.4 SWOT analýza	19
2.3 Technická analýza	19
2.3.1 Zvuk	19
2.3.2 Hluk	20
2.3.2 Hlukoměr	20
<b>3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE</b>	<b>24</b>
<b>4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU</b>	<b>25</b>
4.1 Varianta 1 - minimalistická	26
4.2 Varianta 2 - tělesová	27
4.3 Varianta 3 - geometrická	27
4.4 Finální varianta	28
<b>5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>29</b>
5.1 Tvarové řešení	29
5.2 Kompoziční řešení	30
<b>6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>31</b>
6.1 Uspořádání přístroje	31
6.2 Rozměry	34
6.2.1 Ovládání	35
6.2.2 Materiály	35
6.3 Ergonomické řešení	35
<b>7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>36</b>
7.1 Barevné řešení	36
7.2 Grafické řešení	37
7.2.1 Displej	37
7.2.2 Ovladače	38
7.2.3 Vizuální identita	39

<b>8 DISKUZE</b>	<b>40</b>
8.1 Psychologické aspekty	40
8.2 Sociální aspekty	40
8.3 Ekonomické aspekty	40
<b>9 ZÁVĚR</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>47</b>
<b>PŘÍLOHA</b>	<b>48</b>

## 1 ÚVOD

**1**

---

Zvuk je každodenní součástí lidského života, se kterým se setkáváme a který nás obklopuje prakticky nepřetržitě. Lidský mozek je na zvuk natolik zvyklý, že většinu zvuků nevnímá a vědomě se jimi nenechá zaměstnávat, to ovšem neznamená jejich neexistenci. Nežádoucí či nechtěné zvuky, které člověka obklopují, je možné nazývat hluky a jejich hodnocení je do značné míry subjektivní. Co pro jednoho člověka může být zvukem libým, může mít pro někoho jiného zcela opačný význam. Hledisko subjektivní ovšem končí tam, kde má hluk přímý dopad na lidské zdraví. Aby bylo možné určit a případně eliminovat takovou kategorii zvuků, je třeba nějakým objektivním způsobem zvuk měřit a následně určit míru jeho únosnosti, a právě k tomuto účelu slouží hlukoměr.

V současné době se na trhu vyskytuje široké množství hlukoměrů, které se liší určením, cenou, kvalitou i vizuálním charakterem. Tato bakalářská práce se zabývá shrnutím momentální nabídky a následným návrhem hlukoměru, který bude současný stav nějakým způsobem reflektovat.

## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 2.1 Designérská analýza

Na trhu se v dnešní době objevuje nepřehledné množství digitálních hlukoměrů lišících se svou cenou, funkcemi a do jisté míry i potenciálním využitím. Pro účely této práce bylo vybráno několik hlukoměrů, které byly následně zanalyzovány z hlediska různých aspektů relevantních pro práci designéra. Vzaty v úvahu byly zejména celkový tvar a kompoziční řešení, barevnost, grafika a ergonomie, a technické parametry.

#### 2.1.1 Hlukoměr PCE – MSM 2

PCE, firma německého původu mající několik poboček po světě se orientuje zejména na euroamerický trh. Svou činnost zaměřuje především na laboratorní a měřicí techniku.

Hlukoměr PCE – MSM 2 je malý kapesní hlukoměr s jednoduchým ovládáním. Jeho tvar je na hlukoměr nezvykle organický, čímž navozuje dojem volnočasové elektroniky. Celkově vizáži dominuje oblý vajíčkový tvar uzavírající displej, v jehož špičce je strategicky umístěný spínač. Díky celkové koncepci tvaru tlačítko tvoří dominantu tvaru a uživatel si jej hned všimne. Barevnost je do velké míry součástí grafické identity firmy, jediným ozvláštňením je stříbrná kontura hlukoměru, která podporuje dojem „lifestylového“ přístroje. Grafika je poměrně přehledná, tlačítka jsou umístěna přehledně a v případě spínače i barevně odlišena. Svým organickým tvarováním přístroj respektuje ergonomii ruky a správného úchopu. Správnému uchopení napomáhají i prolisy na bočních stranách hlukoměru. [1]



Obr. 2-1 Hlukoměr PCE – MSM 2 [1]

### 2.1.2 Hlukoměr BS06

Hlukoměr BS06 patří stejně jako předchozí hlukoměr mezi přístroje kapesní. Vyrábí ho německá firma Trotec, která se zabývá výrobou nejrůznějších přístrojů a příslušenství využitelných zejména v průmyslové oblasti.

Hlukoměr BS06 je tvarován geometricky s absencí organických linií. Přístroj se směrem dopředu zužuje a tvar tak plynule navazuje na mikrofon v přední části. Černé úchopy na stranách a tlačítko na zapnutí jsou kompozičně uspořádány tak, že podporují celkový tvar a dominanci mikrofonu coby klíčového prvku přístroje. Barevnost opět vychází z grafické identity firmy, volba žluté a černé celkově odkazuje na průmyslové využití přístroje. Grafické řešení je klasické, tlačítka jsou barevně odlišena od těla přístroje, takže je uživatel nemusí hledat. Za zmínku stojí umístění i celková koncepce loga výrobce, které naprosto koresponduje s tvarovým řešením přístroje. Kvůli geometrickému pojetí výrobku jsou potlačeny ergonomické nároky úchopu, i když jsou na stranách přístroje umístěné výstupky, díky kterým nebude padat z ruky [2].



Obr. 2-2 Hlukoměr BS06 [2]

### 2.1.3 Hlukoměr 330C

Přístrojem 330C od australské firmy NDI se přesouváme do kategorie větších hlukoměrů. Výrobce zvolil pro tento model organické tvarování s mírným zúžením v uchopovací části. Na zúžení logicky reaguje skladba tlačítek, která je srovnaná do tvaru trojúhelníku a tak na tvar madla navazuje. Celý přístroj je vyhotoven v klasické šedé barvě, ovšem úchopy po stranách, a jednotlivé detaily mají jinou barevnost. Celkově vícebarevné provedení působí neotřele. Za úvahu pouze stojí, zda by nebylo vhodnější tlačítko na zapnutí barevně sjednotit s už použitými barvami a zda červená není příliš výrazná. Grafické značení tlačítek je přehledné a jednoznačné, jednoduše pochopitelné už při prvním užívání. Již dříve zmíněné zúžení ve spodní části

hlukoměru podporuje příjemný úchop a umožňuje, že se hlukoměr dá pohodlně držet v jedné ruce. Prolisy navíc zabraňují vypadnutí z ruky. Drážky a prolisy jsou i na jiných místech přístroje, kde slouží například k usnadnění odejmutí krytu. [3]



Obr. 2-3 Hlukoměr 330C [3]

---

#### 2.1.4 Hlukoměr SL - 451

Německá firma Voltcraft se specializuje na výrobu a distribuci měřicích a testovacích výrobků a napájecích technologií, patří mezi jednu z nejrozšířenějších značek.

Hlukoměr SL-451 je jedním z hlukoměrů, které má firma v nabídce. Celkový tvar těla přístroje je opět zúžený, tento dojem ještě umocňují úchopy po stranách přístroje. Zajímavá je kompozice tlačítek, která jsou umístěna podle toho, jak často budou užívána a svým dělením respektují i logické uspořádání do kategorií. Za povšimnutí stojí, že spínač je umístěn neobvykle na nenápadném místě, ovšem jeho důležitost je podtržena barevným odlišením od zbytku tlačítek. Spínač patří k jedinému ozvláštnění barevnosti výrobku, který je jinak řešen klasickým způsobem, v bílé a šedé barvě. Ergonomie je respektována citlivě, zúžená část je pro uchopení jednou rukou vhodná, příjemnému držení napomáhají také pogumované okraje těla hlukoměru. Za zmínku stojí nevšední výbava hlukoměru, která ho výrazně odlišuje od konkurenčních výrobků. SL-451 má integrovaný malý stativ, který se vysouvá z těla přístroje, což je u hlukoměrů ojedinělé. Kromě toho je součástí příslušenství i prodlužovací třímetrový kabel na mikrofon, díky kterému se může pohodlně nahrávat i v nepřístupných místech. [4]





Obr. 2-4 Hlukoměr Voltcraft SL - 451[4]

Tab. 2-1 Technické specifikace hlukoměrů[1, 2, 3, 4]

Typ	PCE MSM2	BS06	330C	SL-451
Rozměry v mm (š x v x h)	144 x 55 x 38	140 x 56 x 34	207×61×40	76 x 278 x 50
Hmotnost v g	90	135	112	350
Váhové filtry	A	A	A/C	A/C
Rozsah měření	30 - 130 dB	40 - 130 dB	30 - 130 dB	30 - 130 dB
Přesnost měření	± 1,4 dB	± 3,5 dB	± 1,5 dB	± 1,4 dB
Funkce rychle/pomalů	Ano	Ano	Ano	Ano
Indikace max./min. hodnoty	Ano	Ano	Ano	Ano
Automatické vypnutí	Ano	Ano	Ano	Ano
Podsvícení displeje	Ano, automatické	Ano, automatické	Ano, tlačítko	Ano, tlačítko
Napájení	Baterie 9 V	Baterie 9 V	Baterie 9 V	Baterie 9 V, akumulátor
Paměť	integrovaná	integrovaná	integrovaná	integrovaná
Ostatní	-	-	-	USB rozhraní

## 2.2 Marketingová studie

Marketing v dnešní době neodmyslitelně patří k prodeji produktu. Tento pojem zahrnuje celou škálu činností, které vedou ke správnému zanalyzování trhu a následně nabídce výrobku, který splňuje požadavky a přání zákazníka a zároveň splnění záměrů společnosti. [5]

Ruční hlukoměr se používá od sedmdesátých let dvacátého století, kdy došlo ke zvýšení zájmu o negativní účinky hluku a následně i jeho měření. [6]

Za dobu existence se hlukoměry měly možnost etablovat, a kromě některých firem, které mají v nabídce celou řádku měřících přístrojů, existují i firmy, které se zaměřují výhradně na výrobu a servis spojený s hlukoměry a patří na úplnou špičku výrobců. Tato studie se zcela účelně bude zabývat dvěma příklady firem, které patří každá do zcela jiné kategorie výrobců – zatímco firma firma Brüel & Kjær první hlukoměr na trh přinesla a dodnes vyrábí nejkvalitnější a nejdražší výrobky s hlukem spojené, firma Voltcraft se zabývá výrobou mnoha typů měřící techniky a cílí na nejběžnější uživatele.

---

### 2.2.1 Brüel & Kjær

Brüel & Kjær patří ke špičce ve světě měření a diagnostiky zvuku a vibrací, kromě měřících přístrojů se zabývá i výrobou a vývojem doprovodného vybavení. Firma funguje již přes sedmdesát let a má pobočky po celém světě, včetně České republiky. Její produkty jsou kvalitní přístroje určené pro profesionální použití, a od toho se odvíjí i marketingové počínání firmy. Firma se zaměřuje hlavně na specialisty a profesionály v oboru, nesnaží se dostat do povědomí široké veřejnosti. Jak již bylo zmíněno, má v nabídce i kompletní příslušenství hlukoměrů, včetně kalibrační techniky a softwarů určených pro analýzu zvuku. Kromě „hardwaru“ spadá do nabídky firmy i kompletní zaškolení a sestavení produktů. Na svých webových stránkách firma uvádí, že je absolutně orientovaná zákazníka a reaguje na jeho aktuální požadavky, dokonce se podílela na vypracování několika projektů spolu se zákazníkem. Společnost dále uveřejňuje odborné články a studie na téma měření zvuku a pořádá různé semináře, kurzy a webináře na toto téma. Na druhou stranu, vizuální dojem přístrojů a jejich design je konzervativní, s nevýraznou barevností a celkovým vzhledem. [7]

---

### 2.2.2 Voltcraft

Voltcraft je na trhu od roku 1982 a má poněkud širší nabídku než firma Brüel & Kjær – nabízí celou řadu měřící a nabíjecí techniky. Kromě České republiky má pobočky ještě v dalších evropských zemích. Na rozdíl od firmy Brüel & Kjær nabízí hlukoměry druhé a třetí třídy, tedy se zcela liší i její marketingové počínání na trhu. V první řadě, kromě obchodního zastoupení v Česku, jsou v provozu i webové stránky v češtině, jejichž součástí je i e-shop, zákazníkovi tedy nic nebrání v přímém objednání produktu. Voltcraft je součástí vývojového centra firmy Conrad v Německu, která je významnou zasilatelskou společností elektroniky a měřící techniky, a která zaštiťuje propagaci produktů i v rámci svých webových stránek a poboček. Hlavní politikou firmy Voltcraft je tedy zacílit na běžného uživatele hlukoměrů, proto také zdůrazňuje, že se zaměřuje na co nejlepší poměr kvality a ceny. Stejně jako firma Brüel & Kjær nabízí i poskytnutí informací zákazníkovi, nicméně v tomto případě se jedná spíše o technickou podporu v podobě konzultací a zodpovídání dílčích dotazů. Určitá snaha dostat se do povědomí veřejnosti a docílit zapamatovatelnosti produktů je charakteristická také na jednotnosti designu přístrojů.

Voltcraft používá stejnou barevnost produktů sestávající z červené, bílé a antracitové, které korespondují i s barevností loga. [8, 9]

### 2.2.3 Marketingová strategie

2.2.3

Protože není možné uspokojit všechny zákazníky na trhu, navržený digitální hlukoměr bude patřit do druhé kvalitativní třídy hlukoměrů, které spadají například do sortimentu firmy Voltcraft. Od konkurenčních produktů se bude odlišovat zejména propracovaným designem, kde většina výrobců digitálních hlukoměrů zaostává. Rozhodující je také vhodně zvolená barevnost, která by v ideálním případě určovala barevnost celé značky a jejích produktů. Další konkurenční výhodou bude přidaná hodnota v podobě přidaného příslušenství – například integrovaného stojánku.

Distribuce a prodej by probíhal přes obchodní zastoupení firmy v daných zemích, které by mohly zároveň poskytovat servis a opravy výrobků. Vhodná forma propagace je také skrz účast na veletrzích a předváděcích akcích.

### 2.2.4 SWOT analýza

2.2.4

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
<ul style="list-style-type: none"> <li>Široké pole využití</li> <li>Přesnost měření</li> <li>Uchovávání dat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velká konkurence</li> <li>Cena produktu</li> </ul>
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
<ul style="list-style-type: none"> <li>Technologická vylepšení</li> <li>Příslušenství a servis výrobků</li> <li>Vylepšení designu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativní způsoby měření hluku</li> </ul>

Obr. 2-5 SWOT analýza hlukoměru

## 2.3 Technická analýza

2.3

### 2.3.1 Zvuk

2.3.1

Zvukem rozumíme mechanické vlnění šířící se kapalinami, plynnými a pevnými látkami. V kapalném či plynném prostředí dochází k šíření zvuku prostřednictvím podélného vlnění (částice kmitají ve směru postupu vlny), případně kombinace příčného (částice kmitají kolmo na směr postupu vlny) a podélného vlnění v tuhých látkách. [10]

Ta část tohoto kmitání, která se pohybuje v rozmezí frekvencí 16 Hz – 20 kHz, se projevuje jako slyšitelný zvuk, vyvolávající zvukový vjem. Zvuky nad slyšitelnou

hranici se označují jako ultrazvuk (do 50 kHz), zvuky pod slyšitelnou hranici se označují jako infrazvuk (0,7 – 16 Hz). [11]

V souvislosti se zvukem je velmi důležité zmínit pojem *bel*, což je jednotka intenzity (hlasitosti) zvuku. Intenzitu zvuku lze vypočítat pomocí následujícího vzorce:

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

kde  $I$  je intenzita zvuku a je definována jako podíl výkonu zvukového vlnění  $P$  a plochy  $S$ , kterou vlnění prochází, a  $I_0$  je nejmenší intenzita zvuku, kterou lidské ucho vnímá, a platí:  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .

Jak již bylo zmíněno, jednotkou intenzity zvuku je *bel*, ale jedná se o jednotku poměrně velkou, v praxi se tedy častěji používá jednotka *decibel* – dB. [12]

---

### 2.3.2 Hluk

V souvislosti se zvukem je také třeba definovat hluk. Hlukem se rozumí jakýkoli nepříjemný či rušivý zvuk, který je pro člověka nežádoucí. Vnímání hluku je do velké míry subjektivní a závisí na okolnostech, zda jedinec zvuk vyhodnotí jako hluk. Objektivně je možné zvuk označit jako hluk ve chvíli, kdy se jeho účinky začnou negativně podepisovat na lidském zdraví. Tyto nepříznivé účinky způsobují přímo poruchy činnosti sluchového aparátu anebo narušují jiné funkce organismu (kardiovaskulární systém, poruchy spánku). [13]

---

### 2.3.3 Hlukoměr

Hlukoměr je zařízení, které měří hladinu akustického tlaku vzduchu a tedy intenzitu zvuků v okolí měření.

#### Rozdělení hlukoměrů

Vedle hlukoměrů digitálních, kterými se zabývá tato bakalářská práce, existují také hlukoměry analogové, které jsou připojeny na zapisovací jednotku. Samozřejmě v dnešní době je tato technologie už dávno překonaná, a vyrábějí se pouze hlukoměry digitální, s těmi analogovými se můžeme ještě mezi uživateli setkat. Dále se hlukoměry mohou dělit na integrační a SPL hlukoměry. Zatímco SPL hlukoměry poskytují okamžité výsledky měření a hodnoty odečítají ihned na displeji, hlukoměry integrační provádějí měření po určité předem zvolené době a posléze uživateli poskytují hodnoty průměrné. [14] Poslední způsob dělení hlukoměrů je rozdělení na dvě tzv. „kvalitativní třídy“ z hlediska přesnosti měření jimi prováděných. Tyto přesnosti měření jsou definovány pro různá prostředí a různé vnější podmínky měření. Pro představu je v tabulce shrnuto základní toleranční schéma obou tříd hlukoměrů.

Kmitočet [ Hz]	Tolerance měření [ dB]	
	Třída 1	Třída 2
20 – 40	± 2,5	± 3,5
80 – 200	± 1,5	± 2
1000 – 1250	± 1,1	± 1,4
4000 – 5000	± 1,6	± 3,6
8000 – 10000	+ 2,1; - 3,1	± 5,1
16000 – 20000	+ 3,5; - 17	+ 6; -∞

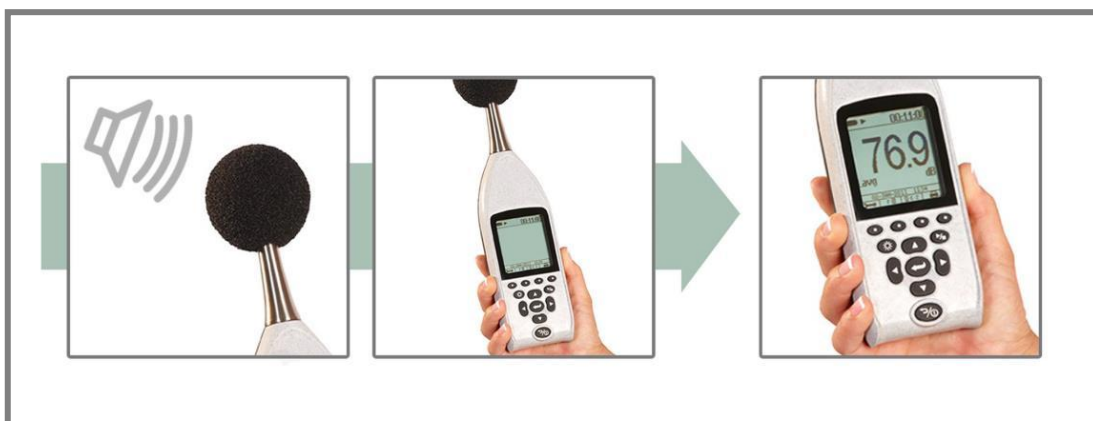
Obr. 2-6 Vybrané tolerance hlukoměrů [15]

Hlukoměry třídy 1 se používají k přesným laboratorním měřením prováděným například v akustických kancelářích atd. Na druhou stranu hlukoměry třídy 2 se používají tam, kde je měření není třeba s takovou přesností, anebo se používají jako hlukoměry čistě referenční.

### Váhové filtry

Protože lidské vnímání zvuku není lineární, tedy objektivní měřitelné charakteristiky neodrážejí přesně to, jak hlasitě lidské ucho daný zvuk vnímá – zvuky se stejnou frekvencí mohou vyvolávat jiný vjem hlasitosti. Proto se zařazují do hlukoměrů váhové filtry, které ke každé skutečně naměřené hodnotě přičtou zvukovou korekci a hodnotu zobrazí takovým způsobem, jak ji vnímá lidské ucho – subjektivně hlasitějšímu zvuku bude odpovídat vyšší číselná hodnota zobrazená na displeji zařízení. V mezinárodním měřítku se nejčastěji používají filtry A a C, existuje však i filtr D, který se využívá v leteckém průmyslu. [16]

### Schéma měření hlukoměrem



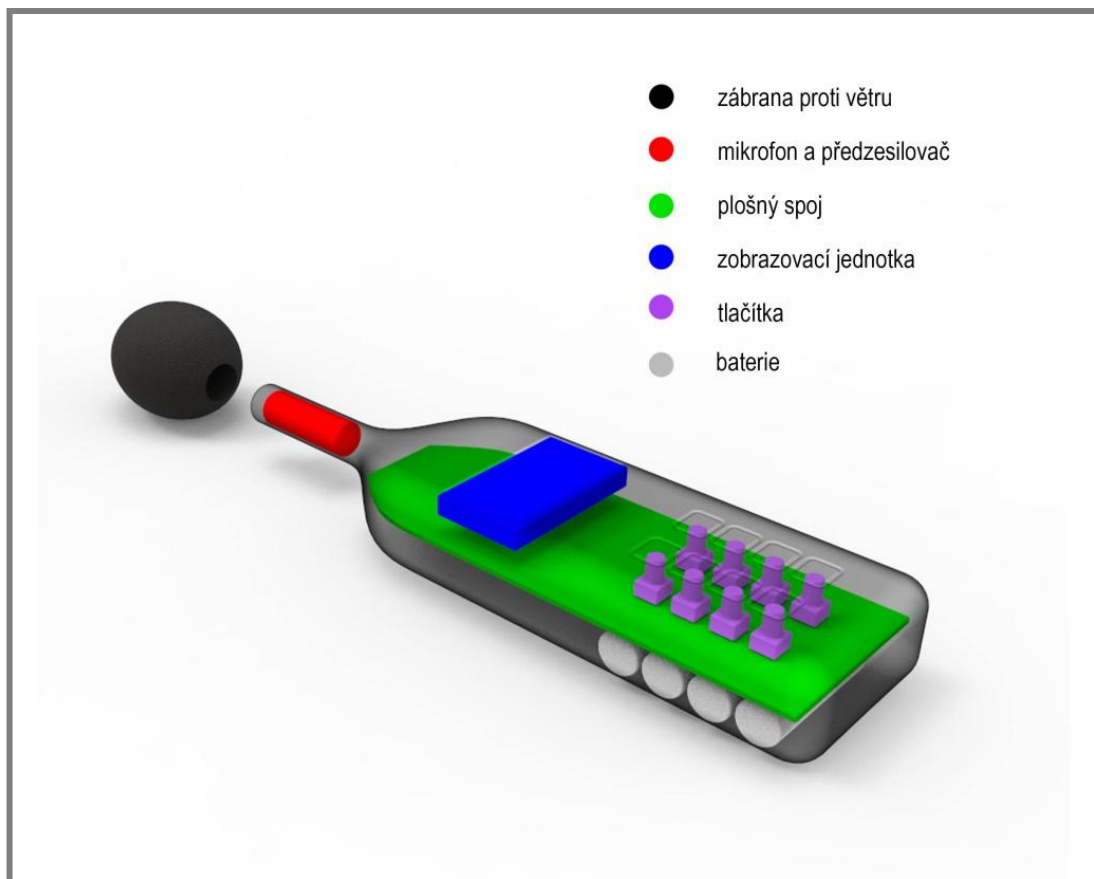
Obr. 2-7 Schéma měření hlukoměrem

Na obrázku je vyznačen základní proces měření hlukoměrem. Přístroj prostřednictvím mikrofону snímá tlakové změny vyvolané přítomností zvukového pole, které rozkmitají membránu mikrofónu. Mikrofon tlak zvukové vlny převádí na elektrický signál, a protože takový signál má většinou malou amplitudu,

bezprostředně za mikrofonom je umístěn zesilovač. Další částí hlukoměru jsou moduly, které umožňují různé druhy filtrací zvuku. Následně se naměřená hodnota objeví na zobrazovací jednotce, tedy displeji. [16]

### Schematické zobrazení jednotlivých částí hlukoměru

Na obrázku je pro větší ilustrativnost zobrazeno základní schéma hlukoměru a jednotlivé jeho součásti. Hlavními součástmi hlukoměru jsou mikrofون a předzesilovač, které z přístroje vystupují. V některých případech, zejména u hlukoměru vyšší třídy je mikrofون možné odšroubovat. Uvnitř hlukoměru je pak dále plošný spoj a ve spodní části jsou umístěny baterie. Ty mohou být vyměnitelné, často baterie typu AA nebo 9V. U některých hlukoměru se vyskytuje nabíjecí akumulátor, často u vyšších tříd hlukoměru. Samozřejmě pro uživatele je nepostradatelný displej a tlačítka.



Obr. 2-8 Schéma hlukoměru

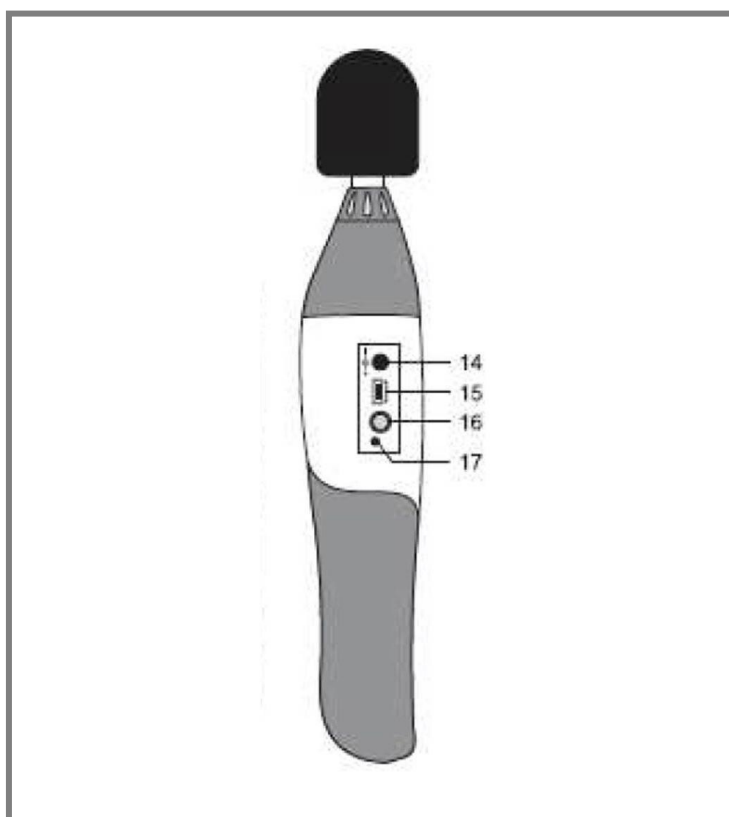
### Mikrofون

Základem pro měření hlukoměrem je mikrofон, který převádí tlak zvukové vlny na elektrický signál. Existuje několik typů mikrofونů, které se dělí na základě různých principů fungování. V hlukoměrech se obvykle využívají kapacitní mikrofony které jsou pro měřicí účely nejvhodnější díky konstantní citlivosti na vlnění v okolí.

Citlivost měření také nepřímo závisí na rozměrech mikrofonu. Standardně se vyrábějí rozměry 1/8", 1/4", 1/2" a 1". Pro měření zvuku hlukoměry jsou nejvhodnější rozměry mikrofonu 1/2". [17]

### Konektory

Nedílnou součástí hlukoměrů jsou i konektory hlukoměru. Základní hlukoměr střední třídy obsahuje alespoň USB konektor pro spojení s počítačem, kde může proběhnout následná analýza nebo přehrání naměřených hodnot. Pokud je možné hlukoměr napájet ze sítě, obsahuje také konektor pro napájení. Vhodným příkladem je uvést hlukoměr Voltcraft SL – 451, u kterého je tato stránka rozvinuta více než u jiných hlukoměrů v této cenové a uživatelské kategorii.



Obr. 2-9 Konektory hlukoměru –Voltcraft SL – 451 [4]

Pod číslem 14 je na obrázku vyobrazena zdířka pro napájecí adaptér hlukoměru, pod ní se nachází slot na mini USB kabel, pod číslem 16 je analogový výstup, který je určený na připojení sluchátek, spodní zdířka je potom na kalibrační šroub.

### Kalibrace

Stejně jako ostatní měřicí přístroje, i hlukoměry je třeba po jisté době kalibrovat. Kalibrátory hlukoměrů jsou běžně dostupné na trhu v různé kvalitě a přesnosti tak jako samotné hlukoměry.



### 3 ANALÝZA PROBLÉMŮ A CÍLE PRÁCE

Po důkladné analýze nabídky současných produktů je možné definovat problémy či stěžejní body, na které je vhodné při návrhu nového výrobku reagovat.

Současní výrobci hlukoměrů přicházejí na trh s určitými ustálenými technickými řešeními, která ne zcela vždy vhodně reflektují stav vývoje v této oblasti. Konkrétně se jedná zejména o baterie přístroje, v současné době jsou využívány hlavně AA baterie a 9V baterie. Dalším problémem je integrovaná paměť, kterou hlukoměry většinou mají.

Kromě technických řešení je problémem i design výrobků. Některé produkty na trhu mají vizuální podobu, která působí značně neaktuálně a zastarale. Vcelku běžným fenoménem je v této oblasti i jistá neodlišitelnost designu výrobků. Firma použije nějaké základní vizuální schéma a obmění pouze detaily a logo. Uživateli se tak velmi jednoduše může stát, že se setká se stejně vypadajícím produktem od několika různých firem.

Z výše popsaných problémů přímo vyplývají cíle této práce. Hlavním záměrem je návrh moderního hlukoměru přesnostní třídy 2, který bude vizuálně jednoduše odlišitelný nejen od konkurenčních výrobků, ale i jiných měřicích přístrojů. Zároveň je nutné brát v úvahu, že hlukoměr je přístroj, který uživatel používá i několik let, záleží na kategorii přístroje a počáteční investici uživatele. Proto je důležité zvolit design sice výrazný, ale vyhnout se přílišné módnosti a trendům, které se na trhu objevují.

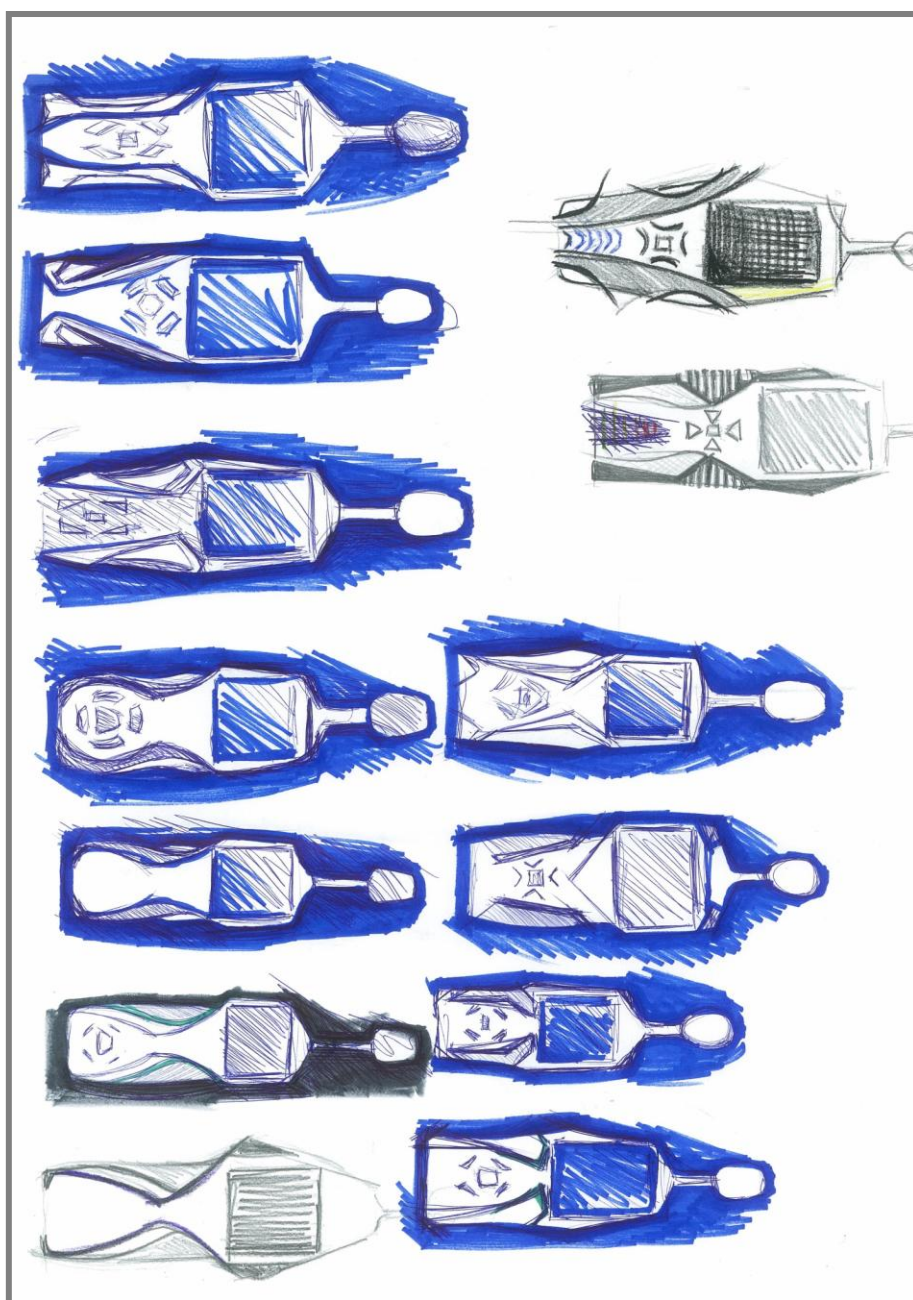
I proto, že je třeba uživateli nabídnout produkt, který bude využívat dlouhou dobu, je nutné ho technicky posunout dopředu. Nabízí se vyřešit baterii přístroje jiným způsobem, nejlépe dobíjecím akumulátorem s připojením přes microUSB. Integrovaní microUSB je výhodné, protože kromě připojení adaptéru bude fungovat i jako konektor k připojení k počítači. Logickým krokem kupředu v oblasti technologických vylepšení je i integrování microSD karty kvůli zvětšení paměťové kapacity přístroje.



## 4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

K procesu navrhování produktu přispěla v mnoha ohledech analytická část této práce, zejména v ujasnění technických parametrů výrobku, a definování vizuálních charakteristik, které by měl finální výstup mít. Jako klíčové vlastnosti designu byly určeny modernost a vizuální podoba, která výrobek na první pohled odliší od konkurenčních výrobků. Jelikož se jedná o přístroj, který je držen v ruce, je třeba vzít v návrhové části i v úvahu ergonomii výrobku.

Samotný návrhový proces začal vytvořením základní myšlenkové mapy, která jasně definovala asociace spojené s hlukoměrem jako takovým. Cílem dalšího snažení navrhování bylo tyto asociace nějakým způsobem zohlednit při vývoje samotných návrhů.



Obr. 4-1 Skici variantních návrhů



## 4.2 Varianta 2 - tělesová

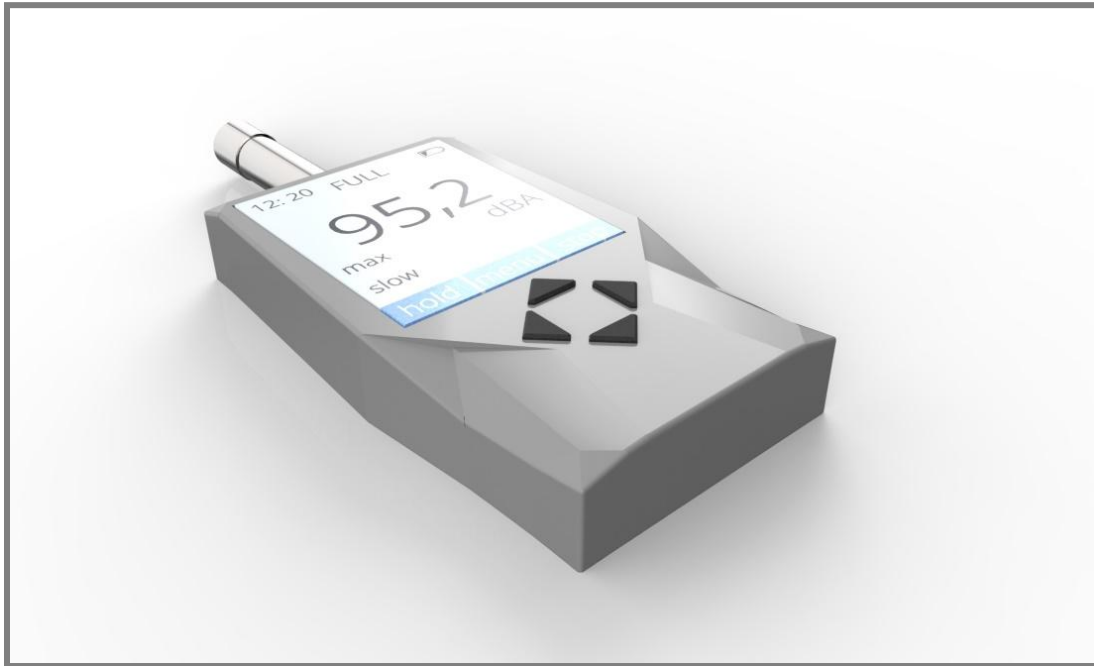
V tomto případě byl uplatněn zcela jiný přístup, než se obvykle v designu používá. Místo vystavění celkového tvaru přístroje by zvolena metoda obrácená. Varianta vychází z geometrického tělesa, válce, ze kterého je postupně ubíraná nepotřebná hmota a materiál. Tímto způsobem se lze dostat k zajímavým výsledkům a netradičním řešením. V případě této varianty vznikl poměrně charakteristický a zapamatovatelný design, což je jedním z cílů zadání. Nicméně tvarování je tak výrazné, že odvádí pozornost od toho, že se jedná hlavně o přístroj, který slouží k měření, a prioritou tedy je, aby design byl nerušivý a zcela podmíněn funkcí.



Obr. 4-4 Varianta 2

## 4.3 Varianta 3 – geometrická:

Tato varianta byla vytvořena pomocí láných ploch. Princip láných ploch se v současné době využívá hojně, zejména v průmyslu, kam hlukoměr svou podstatou patří. Jeho hlavní výhodou je, že dodá výrobku agresivní a dynamický charakter. V této variantě byly také upraveny proporce přístroje, které se v předchozích variantách ukázaly jako nevhodně zvolené.



Obr. 4-5 Varianta 3

#### 4.4 Finální varianta:

Finální varianta svým tvarem vychází z geometrické varianty tři. Došlo ke zjednodušení tvaru a geometrických prvků tak, aby nebyl narušený charakter návrhu, ve kterém dominuje zejména agresivita a dynamičnost. Byly přidány také funkční prvky, jako je pogumování na okrajích, které zvyšuje odolnost přístroje, a byl ustálen konečný počet tlačítek.



Obr. 4-6 Finální varianta – varianty pogumování

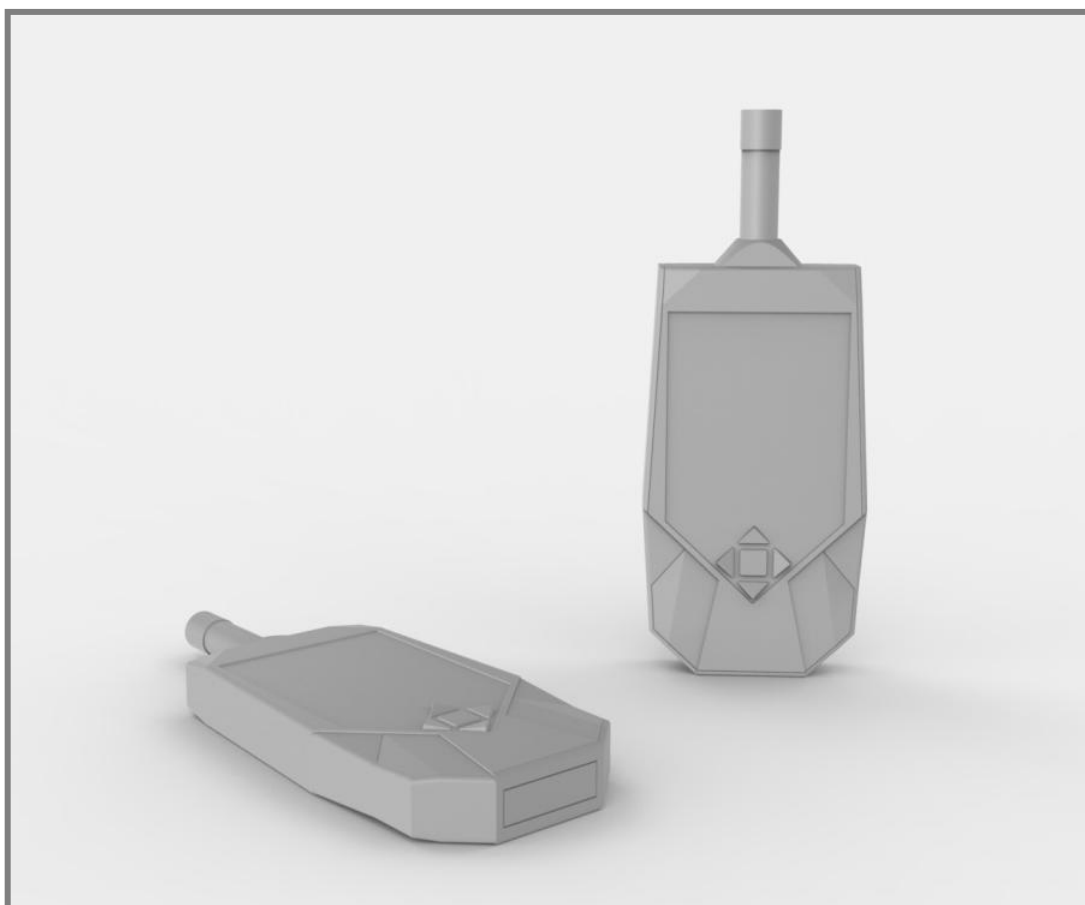
## 5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5

### 5.1. Tvarové řešení:

5.1

Jak bylo již zmíněno výše, výsledný design byl navržen pomocí lámaných ploch. Tato tvarová koncepce je vhodná zejména z toho důvodu, že odráží agresivitu a dynamičnost prostředí, ve kterém se hlukoměr bude používat.

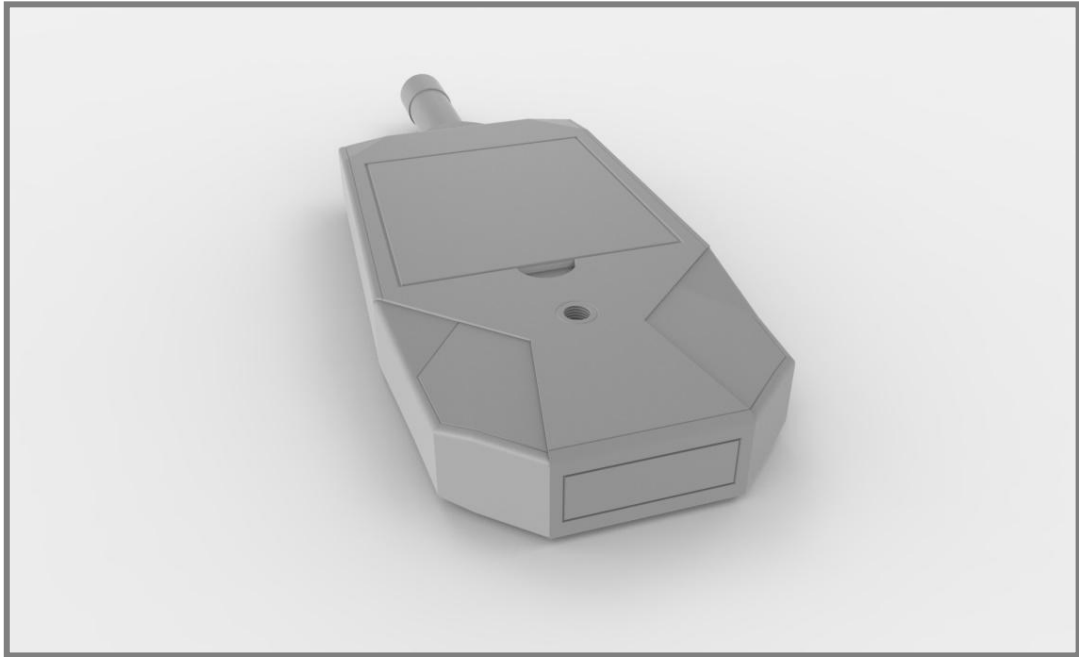


Obr. 5-1 Tvarové řešení

Při tvorbě zalomení byly použity zejména tvary trojúhelníků, a to především u úchopové části. Takový způsob lámání ploch výrobek v této části zúží a ulehčí uživateli jeho držení v ruce. Z trojúhelníků vychází také tvar tlačítek na přístroji, tedy kromě tlačítka prostředního. Toto tlačítko slouží k zapnutí a vypnutí hlukoměru, je tedy nejdůležitějším ovladačem, proto je vhodné jej vizuálně odlišit od tlačítek ostatních. Tlačítka i displej jsou mírně zahloubené, což má zejména u displeje funkční charakter – nebude tak docházet k jeho poškrábání při přenosu.

Na zadní straně se opakuje tvarové řešení přístroje z přední části, jinak jsou jejím dominantním prvkem dvířka na akumulátor a závit na stativ. Dvířka na akumulátor jsou tvarována tak, aby kopírovala tvar hlukoměru.



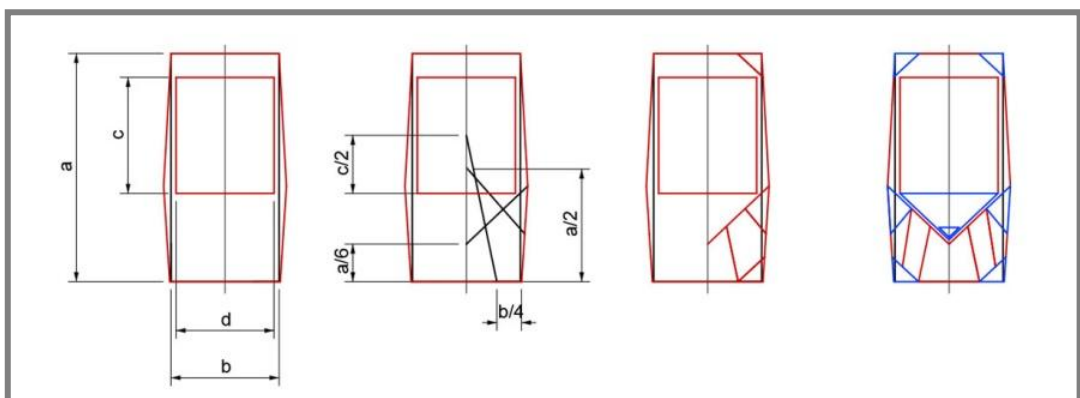


Obr. 5-2 Tvarové řešení, spodní strana

## 5.2 Kompoziční řešení:

Jelikož tvarování přístroje je poměrně obsáhlé, bylo třeba velice pečlivě zvolit celkovou kompozici a proporce přístroje tak, aby návrh nepůsobil na uživatele nahodile.

Návrh vychází z tvaru obdélníku, který je po stranách mírně rozšířený kvůli lepšímu úchopu. Na něj je umístěný vhodně displej. Ve čtvrtině spodní strany je umístěna příčka, která vede do středu displeje a která odděluje celou lámanou plochu přístroje. Postranní trojúhelníky vznikly pomocí příčky vedené z vrcholů rozšíření tak, aby protuly osu tvaru v jedné šestině jeho výšky. Druhá strana trojúhelníku vznikla spuštěním příčky ze středu obdélníku. Takto byl definován trojúhelník, který byl následně opakován v horních i spodních rozích přístroje, následně v zahloubení tlačítek a nakonec i ve tvaru tlačítek jako takových.



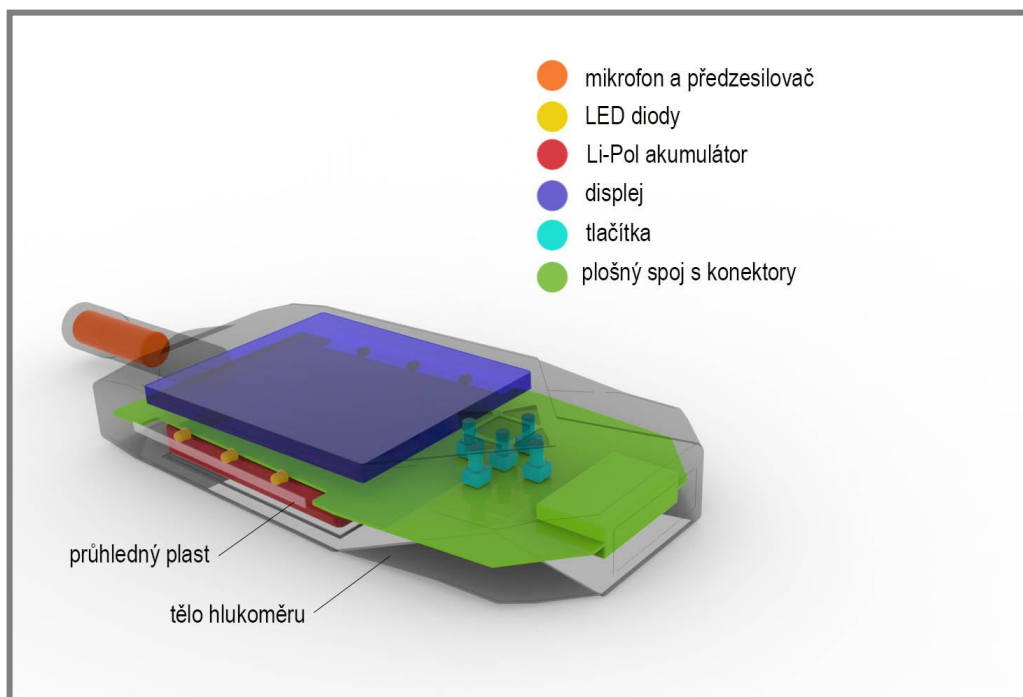
Obr. 5-3 Kompoziční řešení

## 6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

### 6.1. Uspořádání přístroje

6.1



Obr. 6-1 Uspořádání přístroje

Digitální hlukoměr se skládá z těla a mikrofonu s předzesilovačem. Hlavními součástmi těla je displej, tlačítka, plošný spoj, baterie, konektory a notifikační diody. Kvůli diodám jsou v těle hlukoměru umístěny proužky průsvitného plastu.

Mikrofon je standardní 1/2“ kondenzátorový vyskytující se téměř u všech hlukoměrů na trhu. Na něj se dle potřeby může nasunout zábrana proti větru.

Displej přístroje je barevný, jeho šířka je 6 cm a výška 7 cm. Slouží zejména k zobrazení výsledků měření, ale vzhledem k tomu, že navržený přístroj má celou řadu dalších funkcí, slouží displej i k jejich nastavení.



Obr. 6-2 Displej



Obr. 6-3 Nabídka funkcí přístroje

Ovládání a nastavování parametrů měření probíhá pomocí výběru z nabídky na displeji, je proto důležité definovat, kde uživatel jednotlivé funkce najde.

Pod záložkou „nastavení“ je možné si nastavit čas, datum, nahrávání měření do paměti, její následné mazání, podsvícení tlačítek a režim funkce diod na bocích. V oddílu „filtry“ je možné přepnout mezi váhovým filtrem A, C či zobrazit naměřené hodnoty bez korekce.

Ve složce „měřené hodnoty“ je možnost zobrazení minimálních a maximálních hodnot, které hlukoměr ukládá do paměti. Kromě těchto režimů je možné nastavit i běžný režim měření.

„Intervaly“ jsou určeny pro rozlišení mezi režimy „fast“ a „slow“, které určují, v jakém časovém intervalu probíhají jednotlivá měření. Režim „fast“ je vhodný k měření rychle se měnící hladiny zvuku a doba měření je 125ms. Naopak „slow“ je určené pro zvuky se stabilní intenzitou a doba měření je 1s.

Hlukoměr je opatřen dobíjecím akumulátorem Li-Pol, k připojení k adaptéru dochází pomocí mikroUSB. Port na mikroUSB a ostatní konektory jsou ve spodní části přístroje.

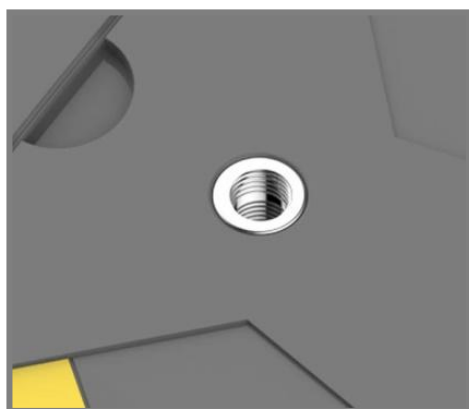


Obr. 6-4 Detail konektorů

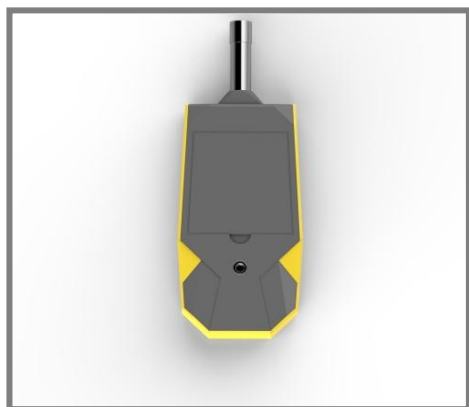
Kromě mikroUSB, přes které se připojuje nabíjecí adaptér a zároveň kabel pro přenos dat do počítače, má na spodní straně hlukoměr také slot na microSD kartu. Dalším konektorem je AC/DC výstup, do kterého se zapojují sluchátka. Posledním konektorem je zdiřka na kalibrační šroub. Zdiřky se nacházejí ve spodní části přístroje a před vnějšími vlivy jsou chráněné silikonovou záslenkou.



V zadní části hlukoměru jsou dvířka na vyndávání baterie a 1/4" normovaný závit, který slouží k upevnění hlukoměru na stativ.



Obr. 6-5 Detail závitu

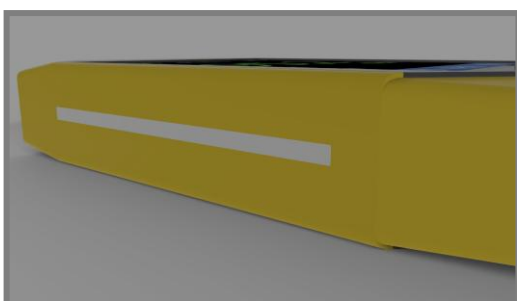


Obr. 6-6 Pozice závitu na zadní straně

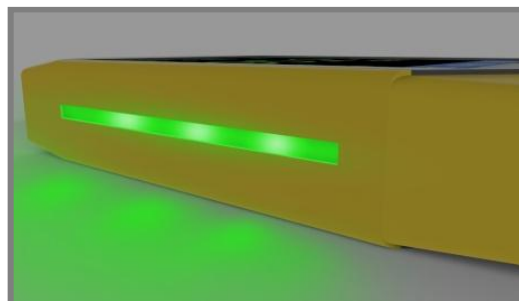


Obr. 6-7 Hlukoměr na stativu

Na boční straně přístroje je z každé strany umístěný pásek s LED diodami, které dle nastavení fungují pouze jako notifikační a rozsvítí se tedy při začátku měření, nebo mohou měnit intenzitu svícení dle intenzity naměřeného hluku.



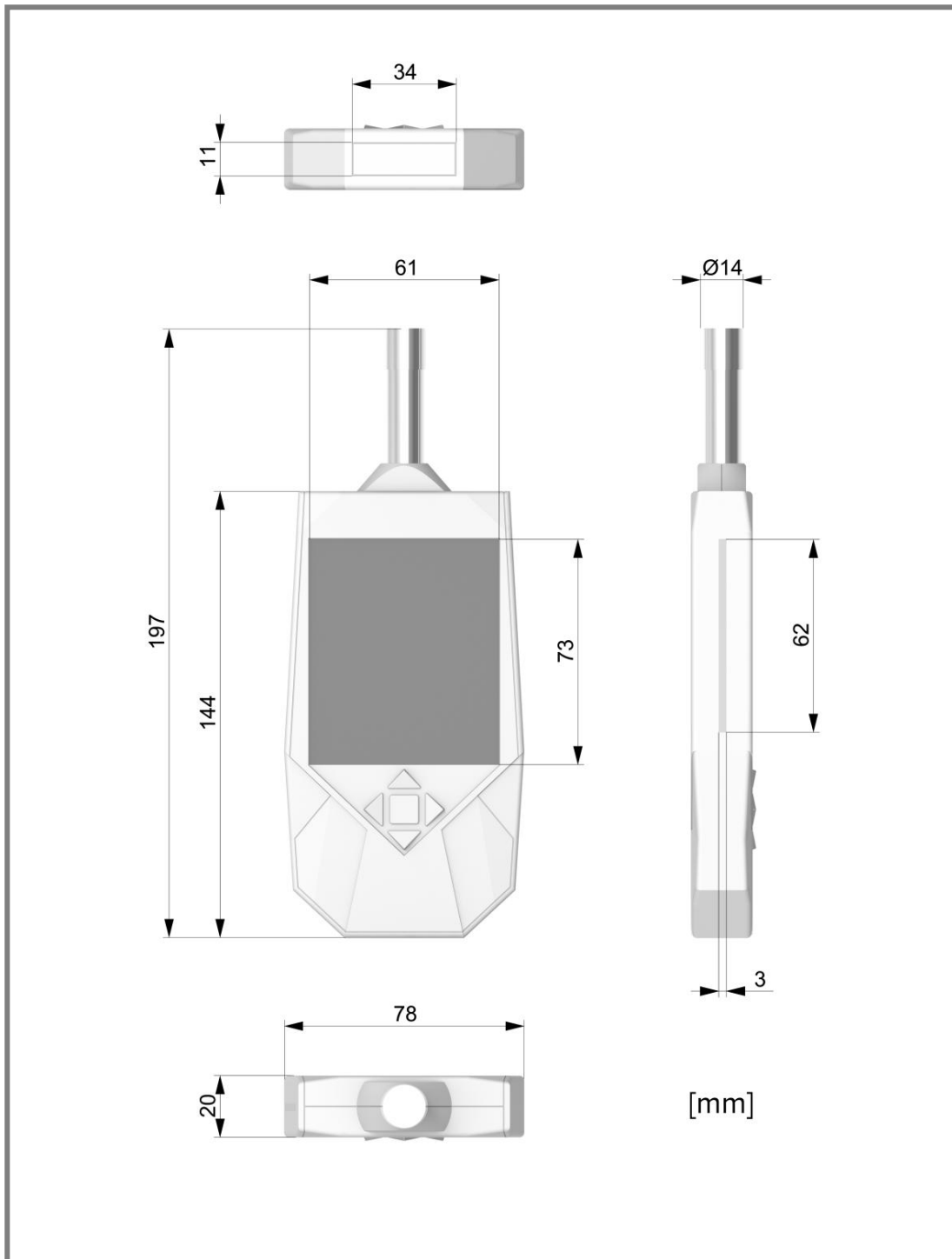
Obr. 6-8 Diody nesvíí



Obr. 6-9 Rozsvícené diody

## 6.2. Rozměry

Jelikož je hlukoměr přímo určený pro držení v ruce, jsou jeho rozměry do jisté míry limitovány ergonomií lidského úchopu, dále hrají roli také technické parametry přístroje. Dalším poměrně výrazně určujícím parametrem je rozměr displeje, který nesmí být příliš malý, aby bylo možné zobrazení všech podstatných charakteristik.



Obr. 6-10 Rozměry

### 6.2.1 Ovládání

6.2.1

Ovládání hlukoměru probíhá pomocí tlačítek umístěných ve středu přístroje. Středové tlačítko je určeno k zapnutí/vypnutí přístroje, šipky pro navigaci v nabídce a potvrzení či vyvrácení volby probíhá pomocí postranních tlačítek označených barevně. Tlačítka slouží hlavně pro orientaci v menu hlukoměru, které se zobrazuje na displeji.

### 6.2.2 Materiály

6.2.2

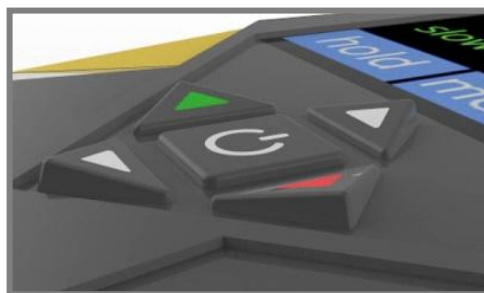
Tělo digitálního hlukoměru je vyrobené z ABS plastu pomocí vstřikování do formy. Postranní pogumování je vyrobeno ze silikonu a následně na tělo nasazené.

## 6.3. Ergonomické řešení

6.3



Obr. 6-11 Ergonomie hlukoměru



Obr. 6-12 Detail tlačítek - zahloubení

Tělo hlukoměru má šířku 78mm, což vyhovuje držení a ovládání předmětu v jedné ruce. Kvůli lepší ergonomii je v místě držení mírně rozšířený. Pro lepší uchopení a pohodlí slouží postranní pogumování, které uživateli zajistí ještě větší komfort při používání.

K ovládání přístroje slouží 5 tlačítek ve střední části, na které uživatel dosáhne pohodlně jednou rukou. Trojúhelníková tlačítka jsou navíc mírně svážená směrem ke středu, což uživateli ještě zjednoduší manipulaci s nimi.

## 7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

### 7.1 Barevné řešení



Obr. 7-1 Barevné řešení hlukoměru



Obr. 7-2 Barevné řešení hlukoměru, přední pohled

Jelikož je hlukoměr průmyslový nástroj, byla jako hlavní barevnost přístroje zvolena klasická průmyslová barevnost, kombinace černé a žluté barvy. Dalším důvodem zvolení výše zmíněné barevnosti je i fakt, že tato kombinace posiluje dojem agresivity a dynamičnosti. Pogumování na okrajích je zvoleno ve žluté barvě proto, aby uživatele ihned upoutalo. Zároveň v kombinaci s černo-zeleným displejem a šedým tělem je oživením návrhu. Naopak tělo hlukoměru je navrženo v barvě antracitové, protože působí nerušivě a nebude odvádět pozornost při provádění měření.



Obr. 7-3 Zelená barevná varianta



Obr. 7-4 Oranžová barevná varianta

## 7.2. Grafické řešení

7.2

---

### 7.2.1 Displej

7.2.1

---

Základním grafickým elementem je s ohledem na celkový charakter návrhu displej v černém provedení a hodnoty se na něm zobrazují kontrastní zelenou barvou. Použité písmo je bezpatkové a bez stínu, a z toho důvodu, že z dnešního hlediska působí aktuálněji než písma patková. Na obrázku jsou náhledy zobrazení displeje při měření a zobrazení nabídky. Vybraná položka je zvýrazněna negativně oproti ostatním položkám v menu.



Obr. 7-5 Displej při měření



Obr. 7-6 Detail nabídky

### 7.2.2 Ovladače

Grafika ovládacích prvků je navržena přehledně a jednoznačně. Kromě standardního tlačítka zapnout/vypnout se ovládá šipkami a potvrzovacími tlačítky. Ta jsou ve stejném grafickém stylu jako šipky, jen jsou barevně odlišena. Zachová se tak jednoduchost a přehlednost návrhu.



Obr. 7-7 Ovládací tlačítka hlukoměru

### 7.2.3 Vizuální identita

S návrhem nového produktu úzce souvisí i návrh vizuální identity a logotypu. Příklad nese název „Soundtronic“, což je sloučenina dvou anglických slov. První z nich – sound – znamená zvuk, a druhé z nich – electronics – je označení pro elektroniku. Kromě názvu jsou v logotypu grafické prvky označující šíření zvuku ve vlnoplochách. Logo je na přístroji umístěné v horní části přístroje nad zobrazovací jednotkou. Na tomto místě je logo dobře viditelné a není zakryto rukou při měření.



Obr. 7-8 Návrh logotypu pro hlukoměr

## 8 DISKUZE

---

### 8.1 Psychologické aspekty

Při prvním pohledu přístroj odráží svůj průmyslový charakter a uživateli je jasné, že se nejedná např. o přístroj využívaný v lékařství, ale o produkt určený do nepříznivějších podmínek. Za tímto účelem byla zvolena i typická průmyslová barevnost, tedy žlutá a antracitová barva, které se v průmyslu pro výrobky často používají. Díky svému pogumování a jisté robustnosti těla působí produkt na první pohled dojmem odolnosti, což je např. do prostředí průmyslové haly, kde se taková zařízení využívají, vhodné. Pogumování po stranách a ve trojúhelnících pod displejem navíc uživatele ihned navádí, jak a kde má předmět uchopit. Vizualně komunikovat s uživatelem mají také ovládací tlačítka. Tlačítko na zapnutí je jiného tvaru a větších rozměrů než tlačítka ostatní, okamžitě tedy upoutá uživatele pozornost. Tlačítka na potvrzení a zrušení volby jsou odlišené jenom barvou grafického symbolu, nicméně uživatel okamžitě pozná, k čemu které slouží.

### 8.2. Sociální aspekty

Na vývoj designu produktu měly vliv hlavně určení cílové skupiny a prostředí, ve kterém se přístroj používá, a následně i charakter produktu jako takového. V tomto konkrétním případě se jedná o hlukoměr 2. přesnostní třídy, které se nepoužívají k laboratorním účelům, ale jako hlukoměry referenční. Typickou cílovou skupinou, která s hlukoměry přijde nejčastěji do kontaktu, jsou především muži, a to zejména v prostředí průmyslovém, výrobním, někdy i venkovním (letišť, dálnice atd.). Proto byla jako hlavní prvek celkového výrazu zvolena určitá agresivita a dynamičnost, kterou výrobek reprezentuje. Na druhou stranu se jedná o přístroj měřící s určitými nároky na přesnost a přehlednost, z toho důvodu byl výše zmíněné agresivitě dán jakýsi řád v podobě přesně definované geometrické kompozice.

### 8.3. Ekonomické aspekty

Navržený hlukoměr spadá do kategorie hlukoměrů druhé přesnostní třídy, nejsou tedy tak vysoké nároky na kvalitu a ani na zpracování jeho měření. Cena takových přístrojů se většinou pohybuje na nižší úrovni než ceny hlukoměrů pro profesionální laboratorní měření a využití. Ovšem díky tomu, že v některých oblastech přesahuje ostatní hlukoměry svojí třídy – těmi oblastmi jsou například řešení napájení, přidaná microSD karta a diody – jeho cena bude samozřejmě stoupat. Určité zvýšení ceny se projeví i díky použití barevného displeje, což nebývá u této kategorie přístrojů zvykem.



## 9 ZÁVĚR

Zadáním této bakalářské práce bylo zpracování designu digitálního hlukoměru. Na základě úvodní analytické části byly definovány vlastnosti hlukoměrů a byly zhodnoceny některé příklady dnes běžně dostupných produktů různých firem. Tato úvodní část pomohla odhalit a definovat možné problémy, či návrhy na vylepšení designu hlukoměru.

Hlavním problémem při designu digitálního hlukoměru je bezesporu zachování průmyslového vzhledu, zároveň ale jeho výlučnost designu na dnešním trhu. To, při použití klasických barevností, znamená návrh designu, který bude vizuálně poutavý, zároveň však bude respektovat technologické a ergonomické nároky.

Návrhová část této práce se zabývá hlukoměrem přesnostní třídy 2, který bude využíván v běžné praxi, nejedná se o produkt vhodný k výzkumným měřením v akustických kancelářích. Kromě návrhu designu se práce zabývá i začleněním drobných technických vylepšení do návrhu.

V navrhování finální vizuální podoby hlukoměru hrálo klíčovou roli zahrnutí agresivity a průmyslovosti nástroje tak, aby jeho vzhled do jisté míry odrazil jeho funkci. Vzhledem k tomu, že jedná o přístroj měřicí, kde je důležitou charakteristikou přesnost a jednoznačnost, tyto charakteristiky byly zohledněny ve striktně geometrické konstrukci přístroje. Současně s tvarem bylo navrženo i barevné provedení a logotyp produktu.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Measuring Instruments: Sound Level Meter PCE-MSM 2. *PCE Instruments* [online]. 2016 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/sound-level-meter-noise-level-meter-pce-instruments-sound-level-meter-pce-msm-2-det\\_2202207.htm](https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/sound-level-meter-noise-level-meter-pce-instruments-sound-level-meter-pce-msm-2-det_2202207.htm)
- [2] Hlukoměr BS06. Trotec: At work [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://www.trotec24.cz/merici-zarizeni/hlucnost/hlukomer-bs06.html>
- [3] Digital Sound Level Meter 330C. NDI: Instruments and hand tools [online]. 2013 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [http://www.nditools.com.au/index.php?route=product/product&product\\_id=75](http://www.nditools.com.au/index.php?route=product/product&product_id=75)
- [4] Voltcraft SL-451 Hlukoměr. T.S. Bohemia [online]. 2016 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [https://www.tsbohemia.cz/voltcraft-sl-451-hlukomer-rozsah-mereni-30-az-130-db-a-c-presnost-1-4db-1khz-\\_d138712.html](https://www.tsbohemia.cz/voltcraft-sl-451-hlukomer-rozsah-mereni-30-az-130-db-a-c-presnost-1-4db-1khz-_d138712.html)
- [5] KOTÍKOVÁ, Halina a Jaroslav ZLÁMAL. *Základy marketingu*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1489-9.
- [6] Sound level meter. © 2014 ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA. *Encyclopædia Britannica* [online]. 2014 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/technology/sound-level-meter>
- [7] BRÜEL & KJÆR SOUND & VIBRATION MEASUREMENT A/S. *Brüel & Kjær: Beyond Measure* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.bksv.com>
- [8] *Voltcraft* [online]. ©2008-2015 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.voltcraft.cz>
- [9] *Conrad Elcetronics* [online]. 2015 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.conrad.cz>
- [10] SCHIMMEL, J. *Elektroakustika*. Elektroakustika. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2013.s. 1 – 167. ISBN: 978-80-214-4716-5.
- [11] Akustika, vznik a šíření zvuku, frekvenční analýza a syntéza, sluchový vjem zvukového signálu. *Anatomie varhan* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly\\_akustika.htm](http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm)
- [12] Encyklopedie fyziky. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com>
- [13] SCHAUER, Pavel. *Vybrané statě z akustiky* [online]. Brno, 2008 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [http://fyzika.fce.vutbr.cz/doc/vyuka\\_schauer/vybrane\\_state\\_z\\_akustiky.pdf](http://fyzika.fce.vutbr.cz/doc/vyuka_schauer/vybrane_state_z_akustiky.pdf)
- [14] BERGLUND, Birgitta a Thomas LINDVALL (eds.). *Community Noise* [online]. Stockholm: Jannes Snabbtryck, 1995 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.nonoise.org/library/whonoise/whonoise.htm#3.5.3>
- [15] ČSN EN 61672-1. *Elektroakustika - Zvukoměry - Část 1: Technické požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [16] YOUNG, Tom. Everything You Wanted To Know About Sound Level Meters (SLMs). *ProSound Web: News & Information for the Audio*

- Professional* [online]. 2012 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [http://www.prosoundweb.com/article/sound\\_level\\_meters\\_the\\_primer\\_what\\_how\\_why\\_techniques\\_more/](http://www.prosoundweb.com/article/sound_level_meters_the_primer_what_how_why_techniques_more/)
- [17] BERAN, Vlastimil. *Chvění a hluk*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-916-6.

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN**

mm	- milimetr
dB	- decibel
g	- gram
V	- volt
Hz	- hertz
LED	- light-emitting diode
USB	- universal serial bus
ABS	- akrylonitrilbutadienstyren
SD	- secure digital
Li-Pol	- lithium-polymer

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 2-1 Hlukoměr PCE – MSM 2 [1]	14
Obr. 2-2 Hlukoměr BS06 [2]	15
Obr. 2-3 Hlukoměr 330C [3]	16
Obr. 2-4 Hlukoměr Voltcraft SL - 451[4]	17
Obr. 2-5 SWOT Analýza hlukoměru	19
Obr. 2-6 Vybrané tolerance hlukoměru [15]	21
Obr. 2-7 Schéma měření hlukoměrem	21
Obr. 2-8 Schéma hlukoměru	22
Obr. 2-9 Konektory hlukoměru –Voltcraft SL – 451 [4]	23
Obr. 4-1 skici variantních návrhů	25
Obr. 4-2 myšlenková mapa	26
Obr. 4-3 varianta 1	26
Obr. 4-4 varianta 2	27
Obr. 4-5 varianta 3	28
Obr. 4-6 finální varianta	28
Obr. 5-1 tvarové řešení	29
Obr. 5-2 tvarové řešení, spodní strana	30
Obr. 5-3 kompoziční řešení	30
Obr. 6-1 uspořádání přístroje	31
Obr. 6-2 displej	31
Obr. 6-3 nabídka funkcí přístroje	31
Obr. 6-4 konektory	32
Obr. 6-5 detail závitů	33
Obr. 6-6 pozice závitů na zadní straně	33
Obr. 6-7 hlukoměr na stativu	33
Obr. 6-8 diody nesvíí	33
Obr. 6-9 diody svíí	33
Obr. 6-10 rozměry	34
Obr. 6-11 ergonomie hlukoměru	35
Obr. 6-12 detail tlačítek	35
Obr. 7-1 barevné řešení hlukoměru	36
Obr. 7-2 barevné řešení hlukoměru, přední pohled	36
Obr. 7-3 zelená barevná varianta	37
Obr. 7-4 oranžová barevná varianta	37
Obr. 7-5 displej při měření	38
Obr. 7-6 nabídka měření	38
Obr. 7-7 ovládací tlačítka hlukoměru	38
Obr. 7-8 návrh logotypu pro hlukoměr	39

---

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 2-1 Technické specifikace hlukoměrů [1, 2, 3, 4]

17

## **SEZNAM PŘÍLOH**

- zmenšený sumarizační poster A4
- sumarizační poster A1
- model v měřítku 1:1

## ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÍ POSTER



### soundtronic

#### Design digitálního hlukoměru

Návrh digitálního hlukoměru je zpracován tak, aby plně respektoval technické a ergonomické parametry. Návrh svým vzhledem odráží charakter prostředí, ve kterém se používá. To jsou zejména výrobní haly, letiště, dálnice atd. Jeho tvarosloví využívá přesně konstruovaných lámaných ploch, které vycházejí z přesně geometricky odvozených trojúhelníků. Konturu hlukoměru lemují pogumování kvůli lepšímu uchopení a kvůli zajištění větší odolnosti přístroje.



- mikrofon a předzesilovač
- LED diody
- Li-Pol akumulátor
- displej
- tlačítka
- plošný spoj s konektory

průhledný plast  
tělo hlukoměru



**T** FAKULTA Ústav STROJNÍHO konstruování INŽENÝRSTVÍ  
Zuzana Anna Dudíková  
3. ročník, 3ePDS  
Vedoucí práce: Ing. arch. Vladimír Haltof, Ph.D.  
Datum obhajoby: 23.6. 2016

Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta strojního inženýrství  
Ústav konstruování  
Oddělení průmyslového designu