



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 MĚŘIČE ÚROVNĚ ZVUKU

DESIGN OF SOUND LEVEL METER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Hana Škripeňová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2026

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Hana Škripeňová**
Studijní program: Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **akad. soch. Josef Sládek, ArtD.**
Akademický rok: 2025/26

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 měřiče úrovně zvuku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o přenosný typ přístroje k měření zvukové hladiny. Využívá se zejména pro měření hluku na pracovištích, veřejných místech, v dopravních koridorech a v domácnostech. Měřič by měl reflektovat funkci a užití v různorodých vnitřních prostředích a exteriérech i v těžko přístupných místech. Zvukoměr (na rozdíl od hlukoměru, zobrazujícího jediné souhrnné číslo v jednotkách decibelů) měří intenzitu zvuku pro zvolená frekvenční pásma. Žádoucí je přiměřeně robustní vzhled.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je design měřiče úrovně zvuku s organicky propojeným tělem s ovladači, displejem, mikrofonom a integrovaným závitem pro aretaci na stativ. Je určen pro profesionální měření bezpečnostními technikami i v obtížných podmínkách.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- identifikovat hlavní designérské přístupy a charakteristické prvky měřičů úrovně zvuku,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a výrobitelnost návrhu,
- realizovat fyzický model v měřítku 1:1.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

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

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2025/26

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca sa zaoberá dizajnom merača zvuku. Cieľom je vytvoriť nový dizajn zvukomeru, ktorý sa bude odlišovať od súčasných modelov na trhu ako z vizuálnej tak ergonomickej stránky, tak aby sa zachovala funkčnosť a technické parametre. Práca obsahuje analýzy zamerané na produkty na súčasnom trhu a na technickú stránku zvukomerov. Ďalej časť návrhovú, ktorá zobrazuje kreatívny proces od úplných začiatkov až po finálny produkt.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zvukomer, zvuk, vibrácie, priemysel, ergonómia

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the design of a sound meter. The goal is to create a new design of a sound meter that will differ from current models on the market both visually and ergonomically, while maintaining functionality and technical parameters. The thesis contains analyses focused on products on the current market and the technical side of sound meters. Furthermore, the design part shows the creative process from the very beginning to the final product.

KEYWORDS

Sound level meter, sound, vibration, industry, ergonomics

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠKRIPENOVÁ, Hana. *Design měřiče úrovně zvuku*. Bakalářská práce. Josef SLÁDEK (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2026.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto mieste by som rada poďakovala akad. soch. Josefovi Sládkovi Art.D a Ing. Dane Rubínovej Ph.D. za odborné rady a kritiku pri vypracovávaní tejto práce aj počas celého štúdia. Ďalej by som chcela poďakovať mojej rodine za to, že ma podporovali vo všetkých mojich rozhodnutiach a umožnili mi štúdium. V neposlednom rade ďakujem Filipovi, že ma počas celého štúdia podporoval a motivoval v štúdiu vytrvať.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, pod odborným vedením akad. Soch. Josefa Sládka ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	14
2	PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA	15
2.1	Dizajnérska analýza	15
2.1.1	ST Instruments ST-805L	15
2.1.2	Sauter SU 130	16
2.1.3	SOUND BEE	17
2.1.4	Testo 816-1	18
2.1.5	Voltcraft SL-451	19
2.1.6	Ermenrich Seek DS20	20
2.1.7	Ermenrich Seek DS10	21
2.1.8	Nor103	22
2.1.9	doseBadge	23
2.1.10	doseBadge 5	24
2.1.11	Porovnanie	25
2.2	Technická analýza	25
2.2.1	Zvuk, hluk a vibrácie	26
2.2.2	Vplyv zvuku na ľudský organizmus	27
2.2.3	Základné časti zvukomeru	27
2.2.4	Funkcie zvukomerov	29
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE	31
3.1	Analýza problému	31
3.2	Cieľ práce	31
3.3	Cieľová skupina	32
3.4	Základné parametre a legislatívne obmedzenia	32
3.5	Použité výrobné technológie, možný trh a cena	33
4	VARIANTNÉ ŠTÚDIE DIZAJNU	34
4.1	Začiatok navrhovania	34
4.2	Prvý variantný návrh	34
4.3	Druhý variantný návrh	35
4.4	Tretí variantný návrh	36

4.5	Tlačidlá a ovládanie	38
4.6	Rozpracovanie variantu číslo tri	38
5	TVAROVÉ RIEŠENIE	41
5.1	Výber finálneho tvarového riešenia	41
5.2	Ovládacie prvky a displej	44
6	KONŠTRUKČNE TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ RIEŠENIE	46
6.1	Popis	46
6.2	Rozmerové riešenie	47
6.3	Vnútorne mechanizmy a komponenty	48
6.3.1	Telo zvukomeru	48
6.3.2	Mikrofón a predzosilňovač	48
6.3.3	Batéria	49
6.3.4	Plošný spoj a konektory	49
6.3.5	Ochranné sklo	49
6.3.6	Tlačidlá	49
6.4	Materiálové riešenie a technológie	50
6.5	Ergonómia	50
6.6	Bezpečnosť a hygiena	52
6.7	Udržateľnosť	52
7	FAREBNÉ A GRAFICKÉ RIEŠENIE	54
7.1	Prvý variant	54
7.1.1	Použité farby	56
7.2	Druhý variant	56
7.2.1	Použité farby	57
7.3	Tretí variant	58
Posledný variant som začala v rovnakom duchu ako prvý a to tým, že som nechala vyniknúť detaily. Tento krát som ale ako farbu tela zvolila tmavo sivú, farbu protišmykovej podložky a nápisov čiernu a podložiek svetlo sivú. Tlačidlá zostávajú oranžové ako v prvej variante.		58
7.3.1	Použité farby	59
7.4	Logo	59
8	DISKUSIA	61
8.1	Psychologická funkcia	61

8.2	Sociálna funkcia	61
8.3	Ekonomická funkcia	61
8.4	SWOT analýza	62
9	ZÁVER	63
10	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	64
11	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN	67
11.1	Príklady použitých fyzikálnych veličín	67
12	ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOV	68
13	ZOZNAM TABULIEK	70
14	ZOZNAM PRÍLOH	71
	ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÝ POSTER	72

1 ÚVOD

Profesia bezpečnostných technikov vyžaduje spoľahlivé nástroje, ktoré dokážu presne merať akustické parametre aj v tých najnáročnejších podmienkach ako hlučné továrne haly alebo stavby. Súčasný trh ponúka širokú škálu zvukomerov, tie však často narážajú na limity v oblasti ergonómie, odolnosti alebo intuitívneho ovládania pri práci v teréne.

V tejto práci sa budem zaoberať návrhom zvukomeru, ktorý na tieto nedostatky reaguje. Hlavným cieľom bude zariadenie s organicky prepojeným telom, ktoré do jedného kompaktného a funkčného celku integruje ovládacie prvky, displej, mikrofón a závit pre stabilnú aretáciu na statíve. Zvláštny dôraz bude kladený na tvaroslovie a materiálové riešenie, ktoré musí užívateľovi zaistiť stopercentnú spoľahlivosť, ochranu citlivej elektroniky a pohodlie pri dlhodobom používaní v nepriaznivých podmienkach. Práca bude v jednotlivých fázach mapovať proces od rešerše, cez kreatívny proces až po finálny dizajn produktu.

2 PREHL'AD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA

2.1 Dizajnérska analýza

Na začiatku práce som vypracovala podrobnú rešerš súčasných produktov na trhu. Tieto produkty predstavím a opíšem v tejto analýze.

2.1.1 ST Instruments ST-805L



Obr. 2-1 Obrázok zvukomeru ST instruments [1]

Zvukomer ST instruments ST-805L je navrhnutý do profesionálnych prostredí, primárne pre bezpečnostných inžinierov a inžinierov zaoberajúcich sa kontrolou kvality zvuku. Frekvenčná charakteristika A zohľadňuje vnímanie hluku ľudským uchom a charakteristika C pre meranie skutočnej hladiny zvuku. Výhodou je elektrická kalibrácia, zobrazenie maximálnej nameranej hodnoty a automatické vypnutie. Súčasťou balenia je puzdro na prenos [1]. Tvar je klasický, ako pri iných zvukomeroch. Kvádrové telo, ktoré sa rozširuje v oblasti displeja a následne zužuje k mikrofónu. Pogumovanie z bokov zvukomeru môže byť praktické pre pevné uchopenie, rovnako môže ale rýchlo degradovať a znižovať tak kvalitu samotného produktu [1].

Umiestnenie tlačidiel mi z ergonomického hľadiska nepríde praktické. Tlačidlá majú malé rozmery a sú umiestnené blízko pri sebe, čo môže komplikovať obsluhu prístroja [1].

2.1.2 Sauter SU 130



Obr. 2-2 Obrázok zvukomeru Sauter SU 130 [2]

Rovnako ako predošlý model je navrhnutý do profesionálneho prostredia. Oproti predošlému má ale mimo frekvenčnej charakteristiky A a C aj F pre konštantnú úroveň zvuku. Prítomné sú funkcie TRACK, pre nepretržité nahrávanie v meniacom sa prostredí, a Peak Hold pre zachytenie špičkových hodnôt. Pamäť v sebe drží 30 meraní [2].

Tvar tela tvorí kváder, s menšou hrúbkou, oproti iným modelom. Klasicky sa ale zužuje smerom k mikrofónu. Farebne má oddelené nielen tlačidlá ale aj celú plochu, na ktorej ležia. Celý povrch produktu je z jedného materiálu bez prvkov, ktoré by pomáhali s úchytom. Napájanie je umiestnené z bočnej strany čo v prípade zapojenia káblov môže zabraňovať pevnému uchopeniu [2].

Tlačidlá sú dostatočne veľké, napriek tomu si myslím, že by prospelo ich o niečo zväčšiť. Farebné oddelenie je výrazné s dodaním tretej farby použitej na orámovanie. Problém, ktorý vidím je ale ich vnorenie do povrchu. Vôbec nevystupujú z produktu, čo núti užívateľa pozeráť sa na prístroj pri jeho obsluhovaní [2].

2.1.3 SOUND BEE



Obr. 2-3 Obrázok zvukomeru SOUND BEE [3]

SOUND BEE je navrhnutý do domácich a nie priamo profesionálnych prostredí. Tento zámer je povzbudený aj samotným dizajnom. Na rozdiel od profesionálnych zvukomerov je telo viac organické, rozmerovo drobnejšie, len s jednou frekvenčnou charakteristikou-A a funkciou Hold [3].

Ovládanie je zjednodušené úplne na minimum, a to prítomnosťou len jedného tlačidla na zapnutie a vypnutie, umiestnené intuitívne do stredu produktu a farebne aj výškovo oddelené od zvyšku tela.

Ergonomickými výhodami je určite pogumovanie celého povrchu na podporu pevného uchopenia, napriek menším rozmerom zariadenia. Uchopeniu okrem toho dopomáhajú aj prehĺbenia na stranách [3].

2.1.4 Testo 816-1



Obr. 2-4 Obrázok zvukomeru Testo 816-1 [4]

Určený je do priemyslu a do výroby. Frekvenčnú charakteristiku má A a C a pamäť na 31 000 nameraných hodnôt [4].

Testo 816-1 sa tvarovo výrazne odlišuje od klasických priemyselných zvukomerov, funkcie mu ale ostávajú takmer identické k predošlým príkladom.

Tvarovanie tela je viac organické a nesymetrické. Z môjho pohľadu je tento tvar podmienený skôr dizajnským ako konštrukčným krokom, keďže už na prvý pohľad je vidieť, že prístroj nie je optimalizovaný rovnako pre pravákov a ľavákov.

Ďalším menej zvyčajným prvkom je umiestnenie displeja do spodnej časti a tlačidla do hornej časti tela. Toto rozloženie môže ale zabráňovať viditeľnosti displeja počas ovládania, keďže užívateľ ho zakryje vlastnou dlaňou pri obsluhu tlačidiel, ktorých je tam, už tak, výrazne viac ako pri iných zvukomeroch.

2.1.5 Voltcraft SL-451



Obr. 2-5 Obrázok zvukomeru Voltcraft SL-451 [5]

Zvukomer, ktorý je marketovaný ako ideálna voľba pre meranie v najťažších podmienkach. Odôvodnené to je predajcami pogumovaným povrchom, vstavanému statívu a podsvietenému displeju [5]. Napriek týmto výhodám sa funkciami neodlišuje od iných profesionálnych zvukomerov, čiže prítomné sú zas frekvenčné charakteristiky A a C a pamäť, ktorá ukladá 32 000 meraní [5].

Z ergonomickej strany, nevidím v riešení závalu. Tlačidlá sú dostatočne veľké, oddelené od zvyšku tela zvýšením, farbou a materiálom.

Tvarové riešenie je viac menej identické k iným zvukomerom, s jednou obmenou a to je zúženie spodnej, úchytkovej, časti. V týchto odobraných bokoch sa skrýva statív, ktorý je určite výhodou.

2.1.6 Ermenrich Seek DS20



Obr. 2-6 Obrázok zvukomeru Ermenrich Seek DS20 [6]

Tento zvukomer sa odlišuje už samotnými funkciami. Je to multifunkčný prístroj, ktorý mimo merania hladiny hluku zvláda aj meranie vlhkosti a teploty ,ako vo vonkajších, tak vnútorných priestoroch. Určený do profesionálnych prostredí. Medzi jeho hlavné funkcie patrí automatické vypnutie, funkcie medznej hodnoty a samozrejme charakteristické frekvencie A a C [6].

Kvádrový tvar ochudobnený o typické zúženie hrdla smerom k mikrofónu, na druhú stranu je obohatený o nezvyčajný prvok a to je veko na uzavretie prístroja, ktoré nahrádza kufríky na prenos. Tieto kufríky sú väčšinou súčasťou balenia a zvyčajne sú väčších rozmerov, z toho dôvodu mi veko príde ako krok vpred.

Displej prístroja zaberá takmer celú prednú stranu tela. Jeho veľkosť určite zjednodušuje odčítavanie nameraných hodnôt a teda patrí medzi výhody modelu. Z druhej strany veľkosť displeja ubera miesto tlačidlám, ktoré sú menšie a natlačené blízko seba v dolnej časti čo môže sťažovať ovládanie [6].

2.1.7 Ermenrich Seek DS10



Obr. 2-7 Obrázok zvukomeru Ermenrich Seek DS10 [7]

Tento zvukomer, určený pre profesionálne meranie hladiny hluku v priestoroch budov a na kontrolu kvality zvukovej izolácie som vybrala kvôli tvarovému riešeniu. Z technického hľadiska je takmer identický k vyššie spomenutým modelom [7].

Tvar tohto modelu pripomína skôr mikrofón ako klasický zvukomer. Aj keď to vizuálne nie je môj favorit, bolo osviežujúce nájsť aj menej konvenčné riešenie. Celé to spočíva v zmene tvaru tela z kvádra na tenší, vyšší valec. Displej značne menší, zobrazujúci len nameranú hodnotu, a otočený na stranu. Systém tlačidiel je zjednodušený na tri farebne aj výškovo oddelené kusy [7].

Z ergonomického hľadiska mi toto riešenie príde príjemnejšie. Zvukomer sa zmestí do dlane, tlačidlá sú jednoducho prístupné. Otočenie displeju môže zhoršovať čitateľnosť nameraných hodnôt, ale veľkosť prístroja umožňuje jednoduché natočenie

2.1.8 Nor103



Obr. 2-8 Obrázok zvukomeru Nor103 [8]

Pre posledné príklady som sa rozhodla zahrnúť zvukomery, ktoré boli navrhnuté s väčšou myšlienkou, ako zvukomery klasicky dostupné u nás.

Nor103 sa prezentuje ako najmenší zvukomer prvej triedy na svete. Z technickej stránky zvláda všetko čo klasické zvukomery. Z rady vyčnieva ale kvôli svojej veľkosti [8].

Tvar sa pravdepodobne odvíjal od myšlienky vreckového, do dlane zmestiacceho sa, zvukomeru. Telo je tvorené z organických kriviek, celkovo pôsobí skôr ako malá hracia konzola. Rovnako ako pri konzolách, je k dispozícii silikónový obal so šnúrkou. Tento detail mi príde zbytočný, prístroj je určený do profesionálnych prostredí a tomu by mal odpovedať aj materiál, z ktorého je vyrobený. Z druhej strany je zaujímavý prvok farebných variant.

Tlačidlá sú farebne a výškovo oddelené od zvyšku s popisom taktiež farebne oddeleným [8].

2.1.9 doseBadge



Obr. 2-9 Obrázok zvukomeru doseBadge [9]

Original doseBadge od firmy Cirrus vznikol v roku 1995 a je braný za prvý, naozaj bezdrôtový zvukomer. Navrhnutý do najnáročnejších prostredí, alebo do prostredia kde je dôležitá nenápadnosť zvukomeru, napríklad pre hudobníkov [9].

Je navrhnutý ako drobný ihlan s rezaným vrchom, v ktorom sa nachádza mikrofón. Všetky tlačidlá a obrazovka sa nenachádzajú priamo na zvukomere, ale na ďalšom zariadení tzv. čítačka. Sparovanie aj kalibrácia prebieha prepojením zvukomeru a čítačky. Keď je všetko pripravené, čítačka už nie je potrebná. Zvukomer sa pripevní na rameno a začne sa merať. Keď meranie skončí, hodnoty sa jednoducho pretiahnu priamo do počítača [9].

Tvarové, ergonomické aj technické riešenie je v tomto prípade úplne odlišné od klasických zvukomerov. Absencia tlačidiel aj obrazovky umožnila vyrobiť zvukomer omnoho menších rozmerov a nižšej hmotnosti. Pripevnenie na rameno zas vyriešilo všetky ergonomické problémy klasických modelov, keďže k obsluhu nie je potrebné produkt držať v rukách. Detailnejšie sa k tomuto riešeniu dostanem v nasledujúcej kapitole [9].

2.1.10 doseBadge 5



Obr. 2-10 Obrázok zvukomeru doseBadge 5 [10]

Predošlý model bol z roku 1995, tak som sa rozhodla zahrnúť aj ich najnovší model z roku 2016 pre porovnanie.

DoseBadge 5 sa na rozdiel od originálu napája cez Bluetooth a nie cez IR link. Napojenie cez Bluetooth umožňuje vidieť dáta v reálnom čase, bez potreby preťahovania meraní do počítačového programu [10].

Z dizajnového hľadiska sa líši takmer všetkým. Telo mikrofónu je väčšie ale zároveň nižšie a užšie. Popruh na prichytenie na rameno je priamo pripojený ku zvyšku. Všetko nastavovanie prebieha už bez potreby pôvodnej čítačky, prebieha v aplikácii, ktorá je k zvukomeru prípustná [10].

Aj keď sa mi osobne páči originál viac, nedá sa poprieť, že pokrok a vývoj tohto produktu mu len pomohol. Dosiahlo sa tak úplne bezkáblového drobného zvukomeru, s rovnakým výkonom a všetkými výhodami ako majú klasické zvukomery [10].

2.1.11 Porovnanie

Na základe vedomostí nazbieraných z tejto Analýzy som vytvorila graf pre jednoduchšie porovnanie vybraných zvukomerov. Túto tabuľku budem využívať v ďalších kapitolách k výberu vlastností môjho návrhu.

MODEL	HOLD	MIN/MAX	FAST/SLOW	HISTORY	FILTRE	ROZSAH
ST Instruments ST-805L	Áno	Max	Áno	Nie	A, C	30-130 dB
Sauter SU 130	Áno	Max	Áno	Áno	A, C, F	30-130 dB
SOUND BEE	Áno	Max	Nie-automatically	Nie	A	30-130 dB
Testo 816-1	Áno	Min/Max	Áno	Áno	A, C	30-130 dB
Voltcraft SL-451	Áno	Max	Áno	Áno	A, C	30-130 dB
Ermenrich Seek DS20	Áno	Min/Max	Nie-Automatically	Nie	A, C	30-130 dB
Ermenrich Seek DS10	Áno	Min/Max	Nie-Automatically	Nie	A	30-130 dB
Nor103	Áno	Min/Max	Áno	Áno	A, C, Z	20-140 dB
doseBadge	Nie	V softvéri	Áno	Áno	A, C, Z	70-130dB
doseBdge5	Nie	V aplikácii	Nie-Automatically	Áno	A, C, Z	60-140dB

Obr. 2-11 Obrázok porovnania funkcií zvukomerov z analýzy

2.2 Technická analýza

Pre správne pochopenie zadania a fungovania zvukomeru, som sa rozhodla v tejto kapitole priblížiť základné definície zvuku, hluku a akustiky. Ďalej sa budem venovať zvukomeru samotnému trochu bližšie, ako funguje, aké komponenty ho tvoria a aké druhy poznáme.

2.2.1 Zvuk, hluk a vibrácie

Hluk a vibrácie sú súčasťou našich životov, sú to javy sprevádzajúce všetky výrobné procesy, dopravu, elektrospotrebiče atď., na ľudí aj iné živé organizmy pôsobia negatívne. Nevieme ich z našich životov úplne odstrániť, preto je dôležitá kontrola a redukcia hluku a vibrácií na prijateľné hodnoty.

Zvuk vzniká chvením pružných telies a šíri sa každým pružnom prostredí, je to mechanické vlnenie viazané na pohyb častíc v prostredí. Ak uvažujeme spôsob šírenia zvuku vo vzduchu, tak ak vznikne určitý rozruch, napríklad rana, vo vzduchu, dochádza k striedavému zahusteniu a zrednutiu častíc vzduchu, ktoré postupuje na všetky strany určitou rýchlosťou [11, s.9].

Hlukom nazývame akýkoľvek nežiadúci, obťažujúci a rušivý zvuk. Rôzne zvuky môžu na každého pôsobiť inak, pre niekoho môže byť daný zvuk príjemný a pre druhého k nevydržaniu. Záleží teda na vzťahu človeka k danému zvuku, čo spôsobuje ťažšiu definovateľnosť hluku. Používame teda označenie zvuk ako všeobecnejší pojem pre hluk [12, s.5].

Pri pôsobení zdroja zvuku dochádza ku kmitaniu častíc vzduchu, vzniká striedavé zahusťovanie a zriedňovanie častíc, takže sa tlak prostredia v určitom časovom okamžiku líši od referenčného tlaku (p_0) o veľkosť p . Veličina p (akustický tlak) má taktiež striedavý priebeh a teda hodnoty maximálneho akustického tlaku a efektívneho tlaku [11, s. 10].

Na vyjadrenie akustického tlaku využívame logaritmické vyjadrenie v decibeloch a určujeme ho týmto vzťahom pre hladinu akustického tlaku :

$$1 \text{ dB} = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

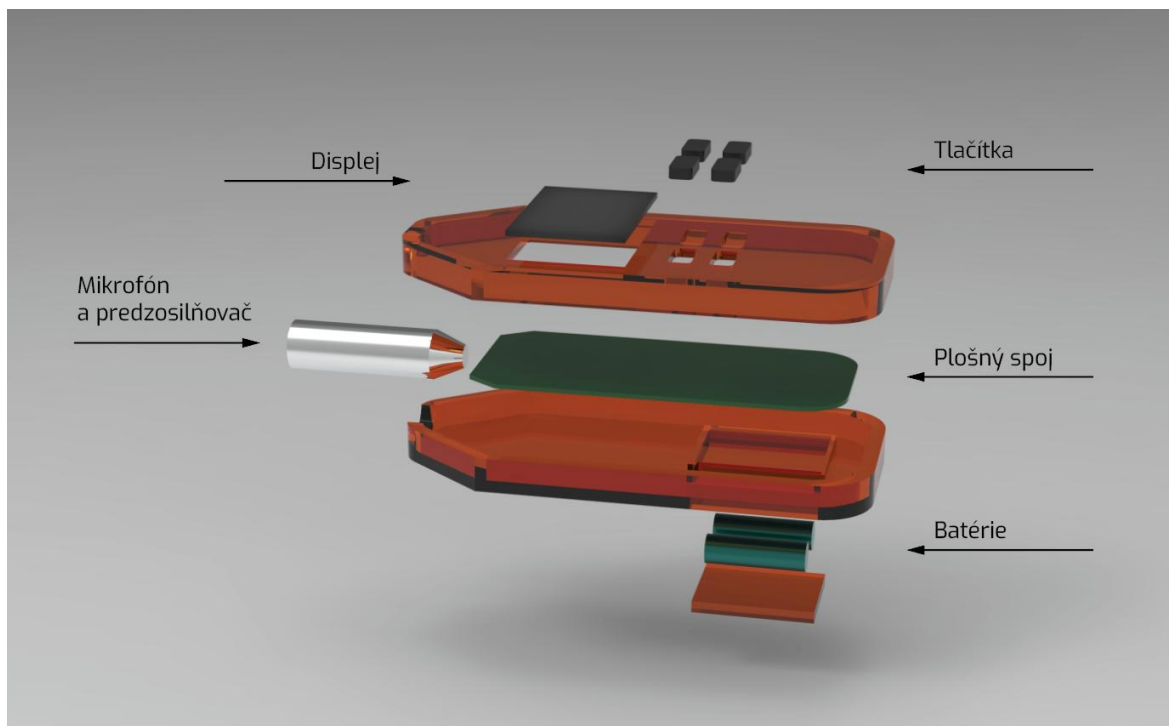
[11, s. 10]

2.2.2 Vplyv zvuku na ľudský organizmus

Ľudský organizmus nemá pre registráciu mechanického kmitania špeciálny zmyslový orgán, takže ho vníma inými zmyslami. Celkové kmity s frekvenciou 0,15-0,3 Hz zasahujú vestibulárne funkcie, do 1 Hz človek vníma kmity zrakom, do 10Hz vestibulárnym systémom a do 20 Hz vníma človek kmity sluchom. V dôsledku vibrácií dochádza k dynamickému namáhaniu častí ľudského tela a jeho vnútorných orgánov. To má za následok zhoršenie obehového systému ľudského organizmu, prejavujúce sa najskôr ako únava a neskôr ako poruchy vegetatívnej nervovej sústavy [12, s.6].

2.2.3 Základné časti zvukomeru

Zvukomer, v úplnej jednoduchosti, meria hladinu akustického tlaku v pascaloch a prevádza ju na decibely (dB). Skladá sa len z pár základných častí : mikrofón, predzosilňovač, signálny procesor a displej [13].



Obr. 2-11 Obrázok rozpadu zvukomeru

Mikrofón

Mikrofón zvukomeru prevádza zvukové vlny na elektrické signály. Na ochranu mikrofónu pred prachom a vodou sa používajú veterné clony, ktoré zachovávajú integritu a presnosť meraní v rôznych podmienkach. Mikrofónov existuje viacero druhov, v našom prípade sa najviac využívajú kondenzátorové mikrofóny. Využívajú sa pre ich vysokú citlivosť [13].

Predzosilňovač a signálový procesor

Predzosilňovač hladiny zvuku zosilňuje signály z mikrofónu na úroveň vhodnú pre spracovanie signálovým procesorom. Toto zosilnenie je potrebné na presné meranie zvuku a zabezpečuje, že signál môže byť správne analyzovaný pre rôzne metriky zvuku, vrátane časových a frekvenčných váh [13].

Displej

Displej poskytuje informácie o nameraných hladinách v reálnom čase, zobrazuje hladiny akustického tlaku v decibeloch a frekvenčnú analýzu v hercoch. Toto vizuálne znázornenie umožňuje okamžité posúdenie a analýzu hladín zvuku, čo uľahčuje meranie v rýchlo meniacich sa prostrediach [13].

Rozdelenie zvukomerov

Zvukomery delíme na základe presnosti a výkonnostných parametrov na prvú a druhú triedu. Hlavný rozdiel spočíva v presnosti merania, toleranciách frekvenčnej odozvy a šírke frekvenčného rozsahu [13].

Nominálna frekvencia (Hz)	Priateľné limity (dB)	
	Trieda	
	1	2
16	+2,0,-4,0	+5,0,-∞
20	±2,0	±3,0
31,5	±1,5	±3,0
1000	±0,7	±1,0
4000	±1,0	±3,0
8000	+1,5,-2,5	±5,0
12 500	+2,0,-5,0	+5,0,-∞
16 000	+2,5,-16,0	+5,0,-∞

Obr. 2-12 delenie zvukomerov na prvú a druhú triedu presnosti

2.2.4 Funkcie zvukomerov

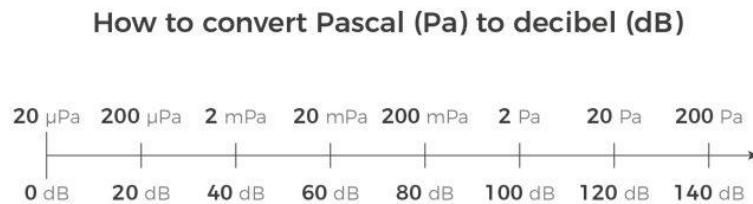
Zvukomery majú len pár základných vlastností a parametrov podľa ktorých ich rozdeľujeme. Medzi hlavné parametre patrí už vyššie spomínaná trieda presnosti a hneď po nej nasleduje frekvenčné váženie, časové váženie a kalibrácia [13].

Frekvenčné váženie

Frekvenčné váženie rozdeľujeme na A,C a Z. Váženie A (dBA) je najčastejšie používané, simuluje odozvu ľudského ucha a je vhodné pre environmentálne merania. Váženie C (dBC) je používané na meranie špičkových hodnôt a meranie veľmi vysokých hladín hluku. Ako posledné spomeniem váženie Z (lineárne), je to lineárna odozva bez váženia, meria skutočný akustický tlak [13].

Časové váženie

Časové váženie určuje ako rýchlo zvukomer reaguje na zmeny hluku. Rozdeľujeme ho do troch kategórií a to rýchlo (fast), pomaly (slow) a impulzné (impulse). Fast pre rýchlo meniaci sa zvuk, slow pre ustálenejšie zvuky a impulse pre krátke a nárazové zvuky [13].



Obr. 2-12 Obrázok prevodu pascalov na decibely [13]

Kalibrácia

Kalibrácia je dôležitý akustický proces nastavenia zvukomeru, ktorý prebieha v rámci vyžadovaných noriem a zabezpečuje, že zvukomer poskytuje presné merania. Vykonáva sa pomocou zvukového kalibrátora, ktorý na tento účel produkuje zvuk s určitou frekvenciou a amplitúdou [13].

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE

3.1 Analýza problému

Problémy, ktoré som našla na súčasných riešeniach zvukomerov som rámcovo popísala v podkapitole Dizajnerská analýza, z dôvodu prehľadu ich tu ešte raz zopakujem a pridám ďalšie moje postrehy a úvahy.

3.2. Analýza, interpretácia a zhodnotenie poznatkov z rešerše

Takmer všetky zvukomery na súčasnom trhu pôsobia ako by boli navrhované bez väčšieho zamyslenia a bez túžby po pokroku. Z môjho pozorovania vyšla ergonomická stránka dizajnu ako najdôležitejšia časť návrhu schránky. Pri existujúcich zvukomeroch som ale pozorovala neprispôsobenie tvarov tela pre ľavákov, alebo kohokoľvek kto má zariadenie používať. Tlačidiel sa tu nachádza, z môjho pohľadu, zbytočne moc, umiestnené sú síce vizuálne upratane, ale neintuitívne a často sú buď ťažko dostupné, či už kvôli veľkosti alebo umiestneniu, alebo pri pohybe prstov k tlačidlu používateľ zakryje rukou samotný displej. Celkový dizajn zvukomerov mi pripadá veľmi jednoliato; jednotlivé modely vieme rozlíšiť viac menej len za pomoci loga a použitej farby. Taktiež, z veľkej časti, pôsobia zastaralo a neodpovedajú moderným štandardom, akoby sa vývoj zastavil s dovŕšením funkčného zvukomeru.

K technickej stránke som našla dve hlavné nevýhody, ktoré môžu komplikovať používanie. Prvou z nich je napájanie, kedy súčasné zvukomery stále fungujú na batérie – buď AA alebo 9V. Jednoduchšie riešenie by mohlo byť pridanie portu na nabíjanie, ktorý by zároveň mohol slúžiť na napojenie do počítača alebo iných zariadení. Druhou, menšou, nevýhodou by mohla byť pamäť. Zvukomery si v priemere dokážu zapamätať úctyhodných 30 000 nameraných hodnôt, čo by sme však ešte dokázali mnohonásobne navýšiť prepojením na aplikáciu alebo počítačový program, ktorý by prijímal namerané hodnoty zo zariadenia a ukladal ich do svojej pamäti.

3.2 Cieľ práce

V mojej práci by som sa chcela zamerať na vytvorenie zvukomeru, ktorý bude z technickej strany spracovaný modernejšie a viac prispôsobený technologickému pokroku. Ako ďalšie by som sa chcela zamerať na intuitívny dizajn, redukovat' množstvo tlačidiel a pozmeniť ich usporiadanie tak aby nepôsobili tak dominantne.

Ako posledné by som chcela zvukomer vizuálne spracovať tak, aby sa na prvý pohľad vizuálne odlišoval od konkurenčných zvukomerov na trhu. Chcela by som dosiahnuť modernejšieho a zároveň nadčasového dizajnu, ktorý bude relevantný dlhšiu dobu, z toho dôvodu, že ľudia si nekupujú nový zvukomer v krátkych časových intervaloch. Chcela by som aby mali z výrobku užívateľa radosť, a aby sa s ním pracovalo príjemne, bez zbytočných nepríjemností a obtiaží tak aby to nebol zvukomer, ale výsledky načo sa používateľ sústreďí.

3.3 Cieľová skupina

Cieľová skupina pre tento zvukomer sa odvíja od prostredia, do ktorého bude navrhovaný. Zvukomer v tejto práci sa zameriava na profesionálne prostredia, čím myslím priemyselné haly, dielne, stavby. Pracovníci na týchto pozíciách, napríklad bezpečnostní inžinieri a inžinieri na kontrolu kvality zvuku, sú teda mojou cieľovou skupinou. Tvoria ju štatisticky prevažne muži, ženy ale nie sú výnimkou. Zvukomer teda musí pasovať do ruky čo najväčšiemu spektru ľudí, musí mať intuitívne nastavovanie aby nezdržoval prácu a nesmie byť moc krehký ale prispôsobený tomuto prostrediu.

3.4 Základné parametre a legislatívne obmedzenia

Základné parametre, ako trieda presnosti a požiadavky na kalibráciu, podliehajú v českej republike prísny normám a to normám IEC, ktoré sú súčasťou sústavy českých technických noriem (ČSN). Medzi hlavné normy, ktorým zvukomery podliehajú sú ČSN IEC 61672, ČSN IEC 651 A ČSN IEC 804 [14].

ČSN IEC 61672 je hlavná aktuálna norma, podľa ktorej rozdeľujeme prístroje so prvej alebo druhej triedy. Nahradila tak staršie, vyššie spomenuté, normy 651 a 804 [14].

3.5 Použité výrobné technológie, možný trh a cena

Možný trh som už okrajovo spomenula vyššie, keďže výsledok tejto práce má byť určený do profesionálnych prostredí a nie do domácností, trh tomuto odpovedá. Cena profesionálnych zvukomerov prvej triedy sa pohybuje od 100 do 500 eur a vyššia trieda záznamových zvukomerov od 500 do 1000 eur. Cena sa samozrejme odvíja od použitých materiálov, funkcií ktoré zvukomer má a značky [15].

Čo sa týka výrobné technológie, navrhovala by som vstrekovanie plastov. Z môjho pozorovania súčasných zvukomerov som vyvodila vstrekovanie ako najčastejšie používanú technológiu. V mojej práci ale budem výrobnú technológiu riešiť v neskorších kapitolách a budem sa odvíjať od zvoleného materiálu.

4 VARIANTNÉ ŠTÚDIE DIZAJNU

4.1 Začiatok navrhovania

Po ukončení rešerše a spísania všetkých poznatkov, dôležitých bodov, ktorých sa chcem v práci držať, som začala skicovať. Začínala som od základných geometrických tvarov a následne pridávala alebo uberala. Na konci som vybrala pár variant, ktoré mi vyhovovali najviac a začala detailnejšie skice, z ktorých následne vzniklo niekoľko variantných návrhov. Tieto návrhy som následne vymodelovala a začala testovať ergonomické vlastnosti ako úchop, dosah, rozmery a celkovú manipuláciu s prístrojom. Výsledkom tohto procesu sú tri variantné návrhy, ktoré predstavím v tejto kapitole.

4.2 Prvý variantný návrh



Obr. 4-1 Obrázok prvého variantného návrhu

Prvý variant je veľmi jednoduchý, ale poslúžil mi ako východzí bod pre ďalšie návrhy. Vychádzala som z kvádra, z ktorého som následne, pomocou elipsy, odrezala boky a vrch. Týmto krokom som dosiahla viac ergonomického tvaru v oblasti uchopenia a vytvorilo mi to plochu vhodnú na ďalšiu úpravu ako napríklad pogumovanie, v oblasti mikrofónu mi vykrojenie pomohlo samotný mikrofón vnoriť do tela zvukomeru viac prirodzene a organicky. Displej je mierne vnorený do povrchu, napriek tomu si zachováva veľké rozmery, oproti iným zvukomerom čo bol jeden z cieľov mojej práce. Napriek tomu, že je návrh minimalistický a jednoduchý tak na mňa pôsobí až moc obyčajne až nudne a nespĺňa jeden z hlavných cieľov tejto práce a to vytvorenie zvukomeru výzorom odlišného od konkurenčných.

4.3 Druhý variantný návrh



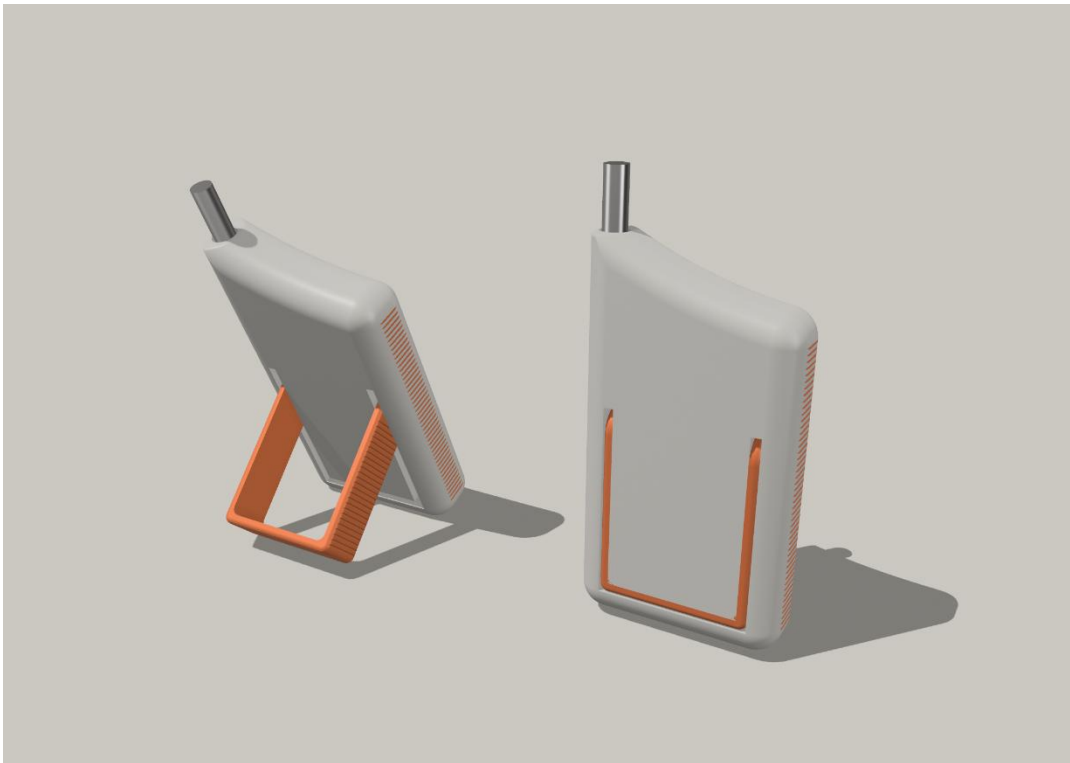
Obr. 4-2 Obrázok druhého variantného návrhu

Pri tomto návrhu som taktiež začínala kvádom, oproti prvej variante som odobraný materiál zo strán pretransformovala do statívu. Tento prvok pridáva ďalšiu výhodu voči konkurenčným zvučným zariadeniam, ktoré majú väčšinou len závit na statív. Takto vieme používať veľký statív aj malý vstavaný podľa potreby. Displej si zachováva veľké rozmery a mikrofón je vnorený do vrchnej strany prístroja. Tento variant bol zo začiatku môj obľúbený. Je jednoduchý ale nie obyčajný ale odlišiteľný od klasických zvučných zariadení. Dostatočne sa ale neodlišuje od iných zariadení podobného typu. Toto zakomponovanie statívu je u iných dizajnov bežné a z návrhu nejde na prvý pohľad spoznať o aké zariadenie sa jedná. Statívu som sa ale nechcela vzdať tak som rozmýšľala nad inými riešeniami a výsledkom bolo vytvorenie tretieho návrhu.

4.4 Tretí variantný návrh



Obr. 4-3 Obrázok tretieho variantného návrhu, predná strana



Obr. 4-4 Obrázok tretieho variantného návrhu, zadná strana

Tretí návrh má viac organický nádych, ktorý som docielila väčším zaoblením hrán tela zariadenia a vnoreného displeju, ktorý je oproti predošlým trochu hlbšie. Taktiež je to prvý návrh, ktorý je asymetrický. Mikrofón nie je uložený v strede hornej strany ale na strane, ktorá je pomocou pridania materiálu k základnému kváдру vyvýšená. Táto asymetria ma oslovila hlavne z funkčného hľadiska. Prístroj totiž vieme lepšie namieriť alebo s ním jednoduchšie manipulovať v menších alebo ťažko prístupných priestoroch. Ako som spomínala vyššie, statívu som sa nevzdala ale zakomponovala som zo zadnej strany. Takto keď nie je potrebný je schovaný v tele a nestrháva na seba pozornosť, ktorá patrí iným komponentom zvukomeru. Celkový tvar viac odpovedá funkcií zariadenia, línia smerom k mikrofónu pridáva viac dynamický dojem ako predošlé viac statické návrhy a umožňuje tak viac intuitívne používanie a prirodzené namierenie na meraný objekt alebo miesto.

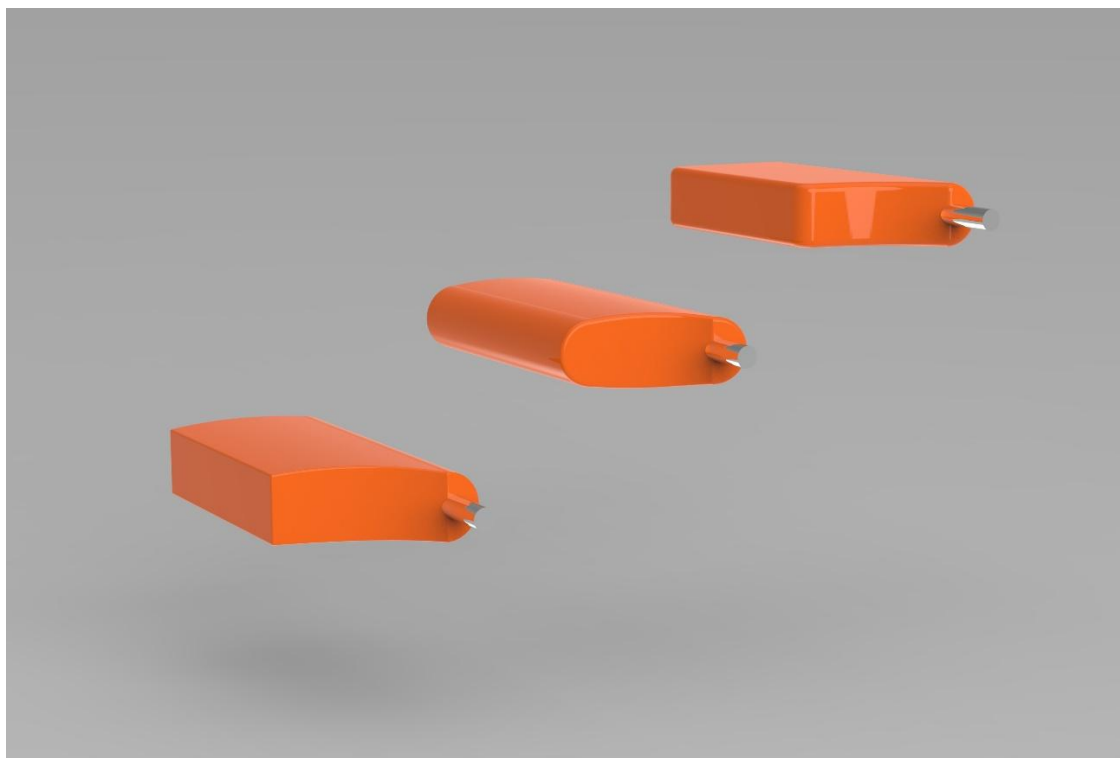
4.5 Tlačidlá a ovládanie

Tlačidlá som sa rozhodla riešiť jednotlivo. Často vídané riešenie sú tlačidlá len smerové, ktorými sa človek pohybuje na obrazovke, na ktorej prebieha všetko nastavovanie. Chcela som sa tomuto riešeniu vyhnúť a navrhnúť tlačidlá pre všetky funkcie samostatne, aby sa časom zariadenie stalo intuitívne a nastavovanie prebiehalo jednoduchšie. Celkovo si myslím, že toto riešenie prináša pre pracovníka jednoduchšie, prirodzenejšie a rýchlejšie zoznamovanie a prácu s prístrojom pre pochopenie aj bez manuálu. Taktiež som sa pokúsila vybrať len tie najdôležitejšie a najviac používané funkcie aby prístroj nepôsoobil chaoticky a odradzujúco pre nového vlastníka.

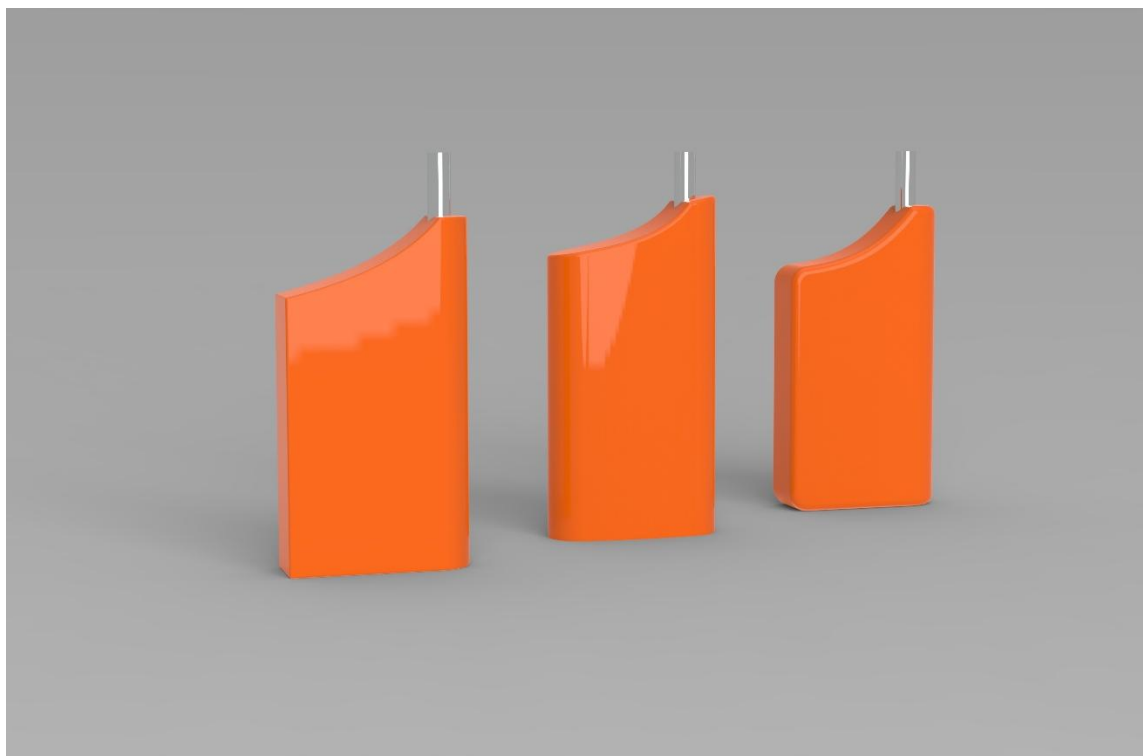
4.6 Rozpracovanie variantu číslo tri

Po vytvorení prototypov padlo rozhodnutie na variant číslo tri. Páčil sa mi nápad s asymetriou a výraznejšou organikou, nebola som ale presvedčená o kvádri ako základnom tvare.

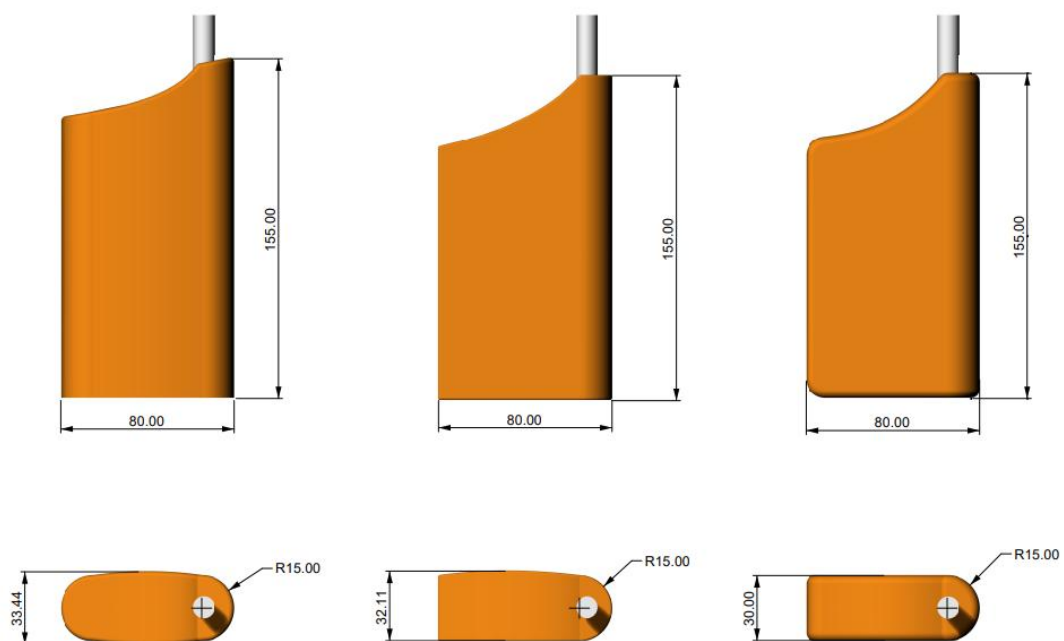
Začala som zmenou základného tvaru z kvádra na spojenie kvádra a valcu. Toto obmenenie mi umožnilo vytvoriť prirodzenejšie miesto pre mikrofón. Jeho uloženie tak zapadá do prístroju viac organicky a stavia sa tak do popredia voči zvyšku zvukomeru. Valec z boku prístroja taktiež vytvára príjemnejšiu plochu pre držanie keďže oproti kváдру prirodzenejšie kopíruje tvar dlane. Skúsila som tiež model z kvádra s valcom na každej strane. Toto usporiadanie mi dovolilo z podstavy urobiť elipsu a tak sa mi vytvorilo mierne vydutie z oboch strán. Toto vydutie malo poslúžiť na ešte lepšie zapadnutie do dlane. Po vytvorení prototypu som si ale uvedomila o koľko mi to znižuje plochu, ktorú som mala vyhradenú pre ovládacie prvky. Ako ďalší model teda som nechala vydutie len na zadnej strane. Odkúšanie prototypu mi ale ukázalo, že tento detail je tak jemný, že nepridáva taký komfort aký som očakávala a len mi bude komplikovať ďalší vývoj a tak som obe tieto varianty zavrhol.



Obr. 4-5 Obrázok rozpracovaných variantov, podstava



Obr. 4-6 Obrázok rozpracovaných variantov, čelná strana



Obr. 4-7 Výkres rozpracovaných variantov



Obr. 4-8 Zobrazenie uchopenia rozpracovaných variantov

5 TVAROVÉ RIEŠENIE

5.1 Výber finálneho tvarového riešenia

Rozhodla som sa teda použiť spojenie valca s kvádom, s vyrezaným profilom pre pridanie dynamiky. Voči variantným návrhom som zmenšila rozmery, ako šírky tak hĺbky, pre príjemnejšie zapadnutie do dlane a dosah na ovládacie prvky. Kvôli zmenšeným rozmerom som sa rozhodla vynechať z návrhu statív. Nechcela som aby prístroj kvôli nemu pôsobil zbytočne mohutne.



Obr. 5-1 Finálne riešenie, čelná strana

Rozhodla som sa teda použiť spojenie valca s kvádom, s vyrezaným profilom pre pridanie dynamiky. Voči variantným návrhom som zmenšila rozmery, ako šírky tak hĺbky, pre príjemnejšie zapadnutie do dlane a dosah na ovládacie prvky.



Obr. 5-2 finálne riešenie zadná strana



Obr. 5.3 finálne riešenie, perspektívny pohľad



Obr.5-4 finálne riešenie, bočný pohľad



Obr. 5-5 finálne riešenie, zobrazenie na statíve

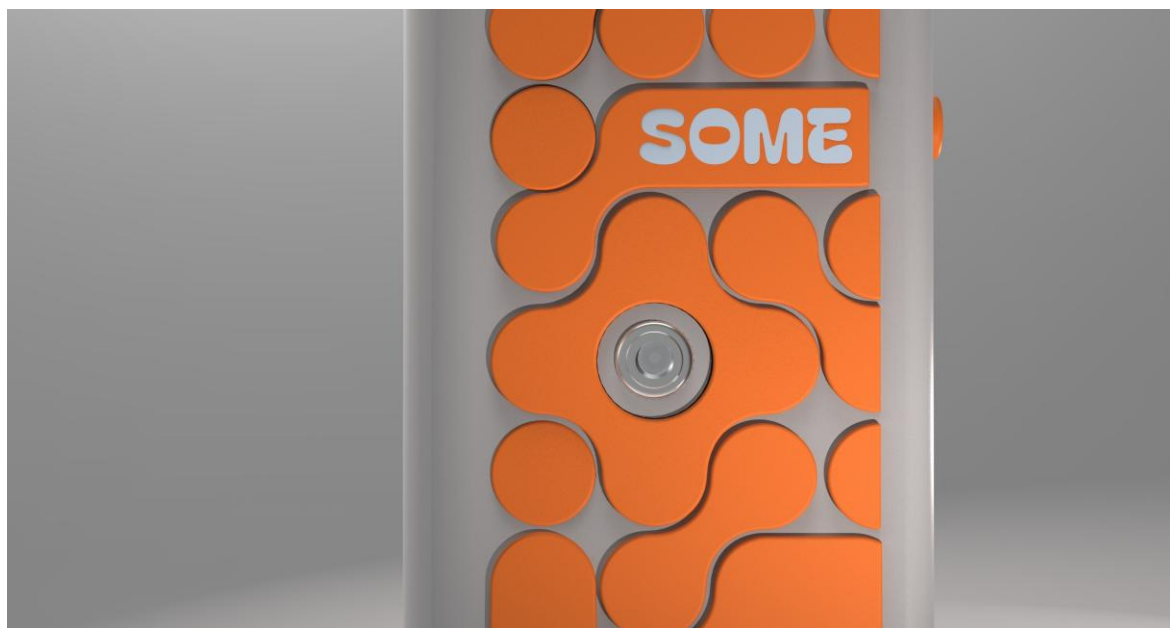
5.2 Ovládacie prvky a displej

Tlačidlá som sa rozhodla riešiť jednotlivo. Často vídané riešenie sú tlačidlá len smerové, ktorými sa človek pohybuje na obrazovke, na ktorej prebieha všetko nastavovanie. Chcela som sa tomuto riešeniu vyhnúť a navrhnúť tlačidlá pre všetky funkcie samostatne, aby sa časom zariadenie stalo intuitívne a nastavovanie prebiehalo jednoduchšie. Celkovo si myslím, že toto riešenie prináša pre pracovníka jednoduchšie, prirodzenejšie a rýchlejšie zoznamovanie a prácu s prístrojom pre pochopenie aj bez manuálu.

Umiestnenie tlačidiel je na spodnej polovici čelnej strany hneď pod displejom pre dosiahnutie jednoduchšej manipulácie bez zakrývania dát na displeji rukou. Tlačidlo pre zapínanie je ako jediné umiestnené v hornej časti zvukomeru na bočnej strane aby sa predišlo náhodnému vypnutiu.

Displej, ako je spomenuté vyššie, je umiestnený v hornej polovici čelnej strany. Pre ozvláštnenie kompozície a potvrdenie celkového tvaru tela som zvolila zaoblený štvorcový tvar s jemne vydutým ochranným sklom.

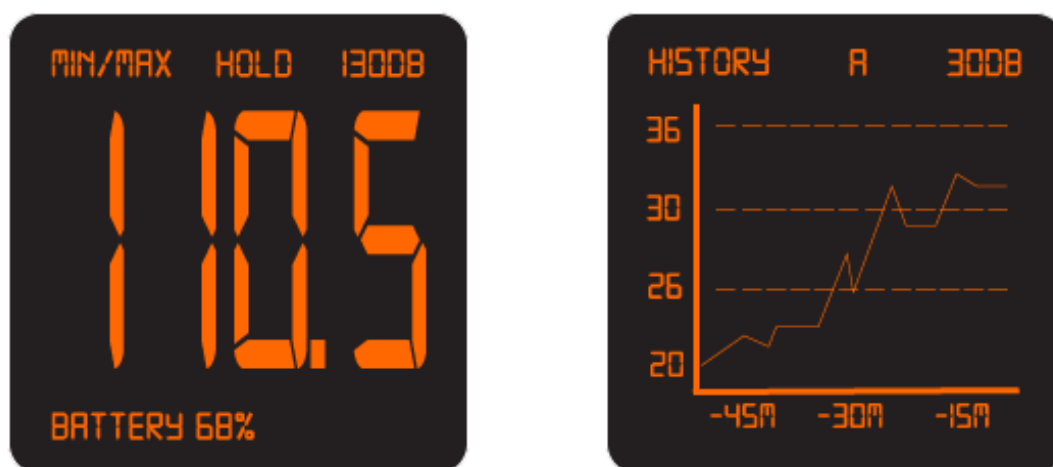
Na Zadnej strane sa tiež nachádza závit na statív.



Obr. 5-6 finálne riešenie, zobrazenie závitú na statív



Obr. 5-7 finálne riešenie, zobrazenie detailu tlačidiel



Obr. 5-8 finálne riešenie, detail zobrazení displeju

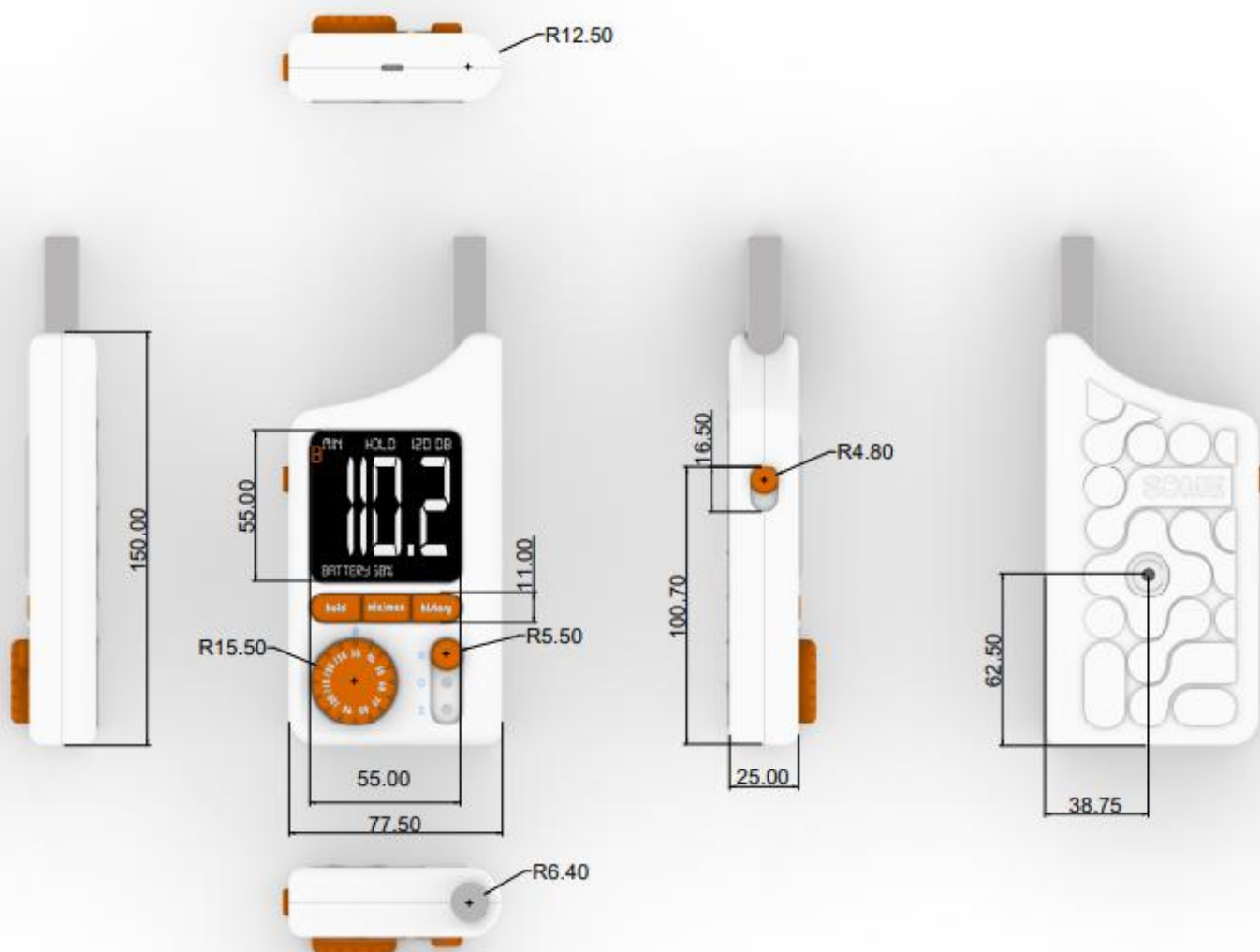
6 KONŠTRUKČNE TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ RIEŠENIE

6.1 Popis

Výsledný návrh zvukomeru je navrhnutý do priemyslu, teda profesionálneho prostredia. Slúžiť teda má na meranie hladiny zvuku na pracovisku alebo v teréne. Je vybavený kondenzátorovým mikrofónom $\frac{1}{2}$ ", ktorý je súčasťou väčšiny zvukomerov na trhu. Prítomný je displej a tlačidlá, na prednej strane a bočnej strane zariadenia, závit na statív v zadnej a USB-C port v spodnej časti, ktorý slúži ako na nabíjanie tak na prenos dát do počítaču, pre lepší prehľad nameraných hodnôt.

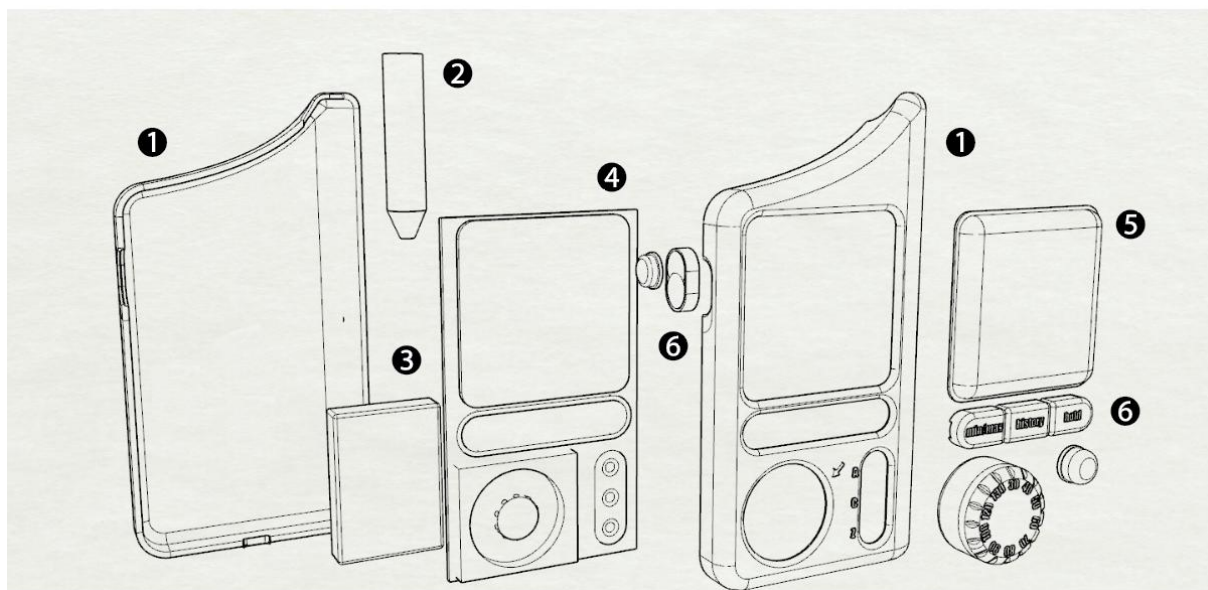
Tlačidlá a displej som navrhla vo väčších rozmeroch ako býva pri zvukomeroch zvykom aby som dosiahla lepšiu čitateľnosť a jednoduchšie ovládanie. Displej s ochranným sklom je umiestnený v hornej polovici čelnej strany a v základnom nastavení zobrazuje tri riadky. Horný a spodný riadok je informačný, ukazuje aké nastavenia sú aktívne a úroveň batérie, prostredný riadok zaberá väčšinu displeju a zobrazuje aktuálne merané hodnoty. Po stlačení tlačidla history sa na displeji zobrazí graf s nameranými hodnotami za poslednú trištvrtinu hodinu. Ďalšími tlačidlami vieme nastaviť vychytávanie minimálnych alebo maximálnych hodnôt, vieme meranie zastaviť na aktuálnej hodnote, kruhovým otáčavým ovládačom nastavíme interval decibelov, v ktorých chceme merať a posuvným tlačidlom vyberieme váhový filter A, C alebo Z. Celý zvukomer zapneme a vypneme posuvným tlačidlom na strane zariadenia. Vzhľadom k týmto funkciám sa navrhnutý zvukomer radí do kategórie zvukomerov druhej triedy presnosti.

6.2 Rozmerové riešenie



Obr. 6-1 Výkres finálneho riešenia

6.3 Vnútorné mechanizmy a komponenty



Obr. 6-2 Rozpad komponent finálneho riešenia

1. Telo zvukomer
2. Mikrofón a predzosilňovač
3. Li-Pol batéria
4. Plošný spoj a konektory
5. Ochranné sklo
6. Tlačidlá

6.3.1 Telo zvukomeru

Skladá sa z dvoch častí, prednej a zadnej. V prednej časti máme miesto na displej a vloženie tlačidiel a ochranného skla. Zhora je vytvorený otvor pre uloženie mikrofónu. V zadnej časti je jemne zapustený vzor pre pogumovanú vrstvu.

6.3.2 Mikrofón a predzosilňovač

Ako som spomínala v úvode tak mikrofón je kondenzátorový $\frac{1}{2}$ ". Predzosilňovač v spodnej časti mikrofónu slúži na zosilnenie prijatého elektrického signálu .

6.3.3 Batéria

Li-pol batéria je umiestnená v spodnej časti hneď za plošným spojom. Nabíja sa cez USB-C kábel, pre ktorý je port v strede spodnej strany zvukomeru.

6.3.4 Plošný spoj a konektory

Slúži na spracovanie signálu a aplikáciu filtrov. Umiestnený je na ňom displej a konektory pre tlačidlá. Rozvádza energiu z batérie do celého zariadenia.

6.3.5 Ochranné sklo

Vyrobené z plexiskla, slúži ako ochrana displeju.

6.3.6 Tlačidlá

Funkcie :

1. Hold – zastavenie merania na aktuálnej hodnote
2. Min/max – vychytávanie minimálnych a maximálnych hodnôt
3. History – zobrazenie histórie merania za posledných 45 minút
4. Zapnutie/ vypnutie – umiestnené na bočnej strane
5. Nastavenie váhového filtra :
 - A – simuluje citlivosť ľudského ucha
 - C – zdôrazňuje nízke frekvencie, ktoré môžu byť škodlivé pre sluch
 - Z – Lineárna, nevážená frekvenčná charakteristika

[13]

6. Nastavenie meraných dB:

- 30 – 20-36 dB
- 40 – 30-46 dB
- 50 – 40-56 dB
- 60 – 50-66 dB
- 70 – 60-76 dB
- 80 – 70-86 dB
- 90 – 80-96 dB
- 100 – 90-106 dB

- 110 – 100-116 dB
- 120 – 110-126 dB
- 130 – 120-136 dB

[13]

6.4 Materiálové riešenie a technológie

Použité materiály ani výrobné technológie som sa snažila navrhnúť čo najjednoduchšie, aby bol výrobný proces jednoduchý a materiáli boli odolné s dlhou životnosťou ale aby nezvyšovali zbytočne cenu.

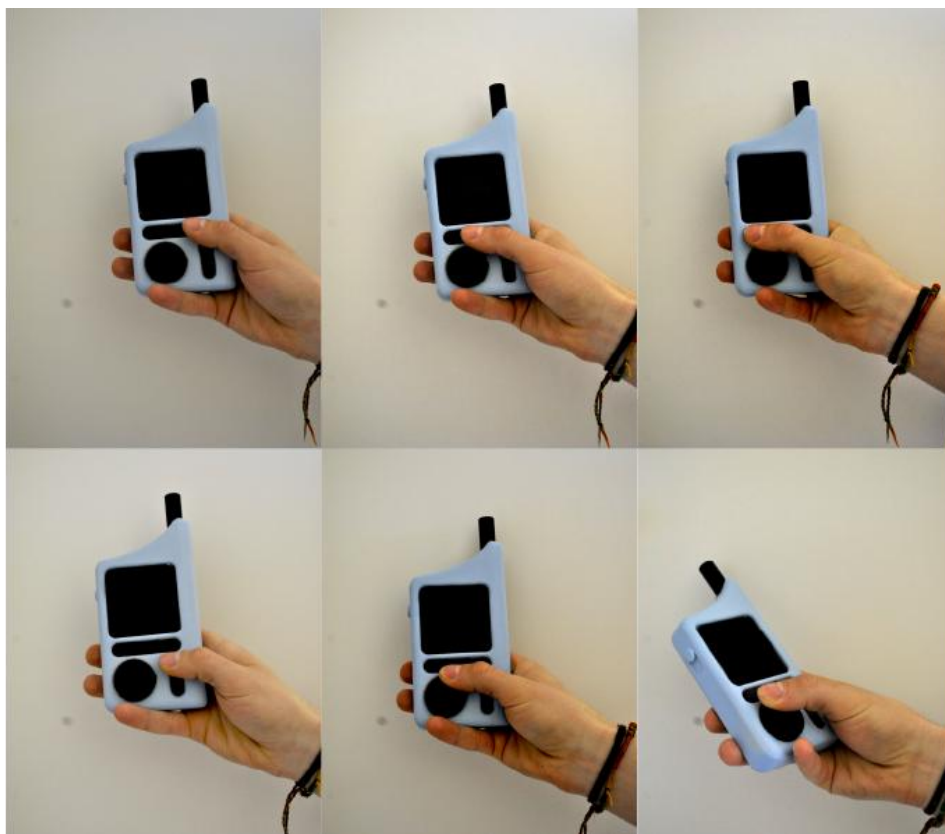
Telo zvukomeru a tlačidlá budú vyrobené z ABS plastu. Protišmyková podložka a detaily na tlačidlách sú navrhnuté z termoplastického elastoméru. Ako výrobná technológia bude použitý overmolding teda dvojzložkové vstrekovanie. ABS a termoplastický elastomér sa na túto technológiu využívajú často a preto je overená funkčnosť tohto rozhodnutia [16].

Ochranné sklo je navrhnuté v plexiskla, ktoré má vysokú odolnosť a aj pri väčšej hrúbke si zachováva bezfarebnosť. Na ochranné sklá zariadení sa používa pravidelne.

6.5 Ergonómia

Rozmery tohto návrhu sú prispôsobené priemernej ľudskej dlani, ako ľavej tak pravej. Všetky tlačidlá sú v úplnom dosahu, farebne aj výškovo odlišené od zvyšku tela. Jednotlivé tlačidlá sú navrhnuté tak aby sa zvukomer dal používať prípadne aj bez pomoci zraku. Displej je dostatočne veľký a font aj veľkosť písma je čitateľná [17].

Podľa ergonomickej normy ISO 9241 je pre čitateľnú vzdialenosť okolo 75 cm potrebná výška textu 2.9 až 3 mm, čo môj návrh splňuje. Nápis na tlačidlách majú všetky minimálnu výšku 3.02mm, na displeji v hornom a spodnom riadku 4mm a v prostrednom 35mm. Čo sa týka veľkosti tlačidiel, tá istá norma hovorí o minimálnom rozmere pre bruško prsta 10- 25mm, čo rovnako spĺňam s rozmerom najmenšieho tlačidla 10mm a všetkými ostatnými, ktoré majú rozmery väčšie [18].



Obr. 6-3 Zobrazenie ovládania v pravej ruke



Obr. 6-4 Zobrazenie ovládania v ľavej ruke

6.6 Bezpečnosť a hygiena

Na zadnej strane je pripevnená protišmyková podložka, ktorá zabezpečuje bezpečnému uloženiu na akýkoľvek povrch a zabraňuje tak možnosti pádu. Zvukomer má všetky hrany zaoblené, nehrozí tak porezanie alebo nepríjemne otláčenie. Nevýhodou môžu byť malé časti ako sú tlačidlá. Sú síce pevne uchopené v celej konštrukcii, pri jej rozobratí ale môže hroziť náhodné prehltnutie.



Obr. 6-5 Zobrazenie protišmykovej podložky

6.7 Udržateľnosť

Zvukomer som navrhla s pevných a odolných materiálov, tak aby vydržal čo najdlhšie. Snažila som sa ho navrhnuť tak aby, ako technologicky, tak vizuálne, ostal relevantný čo najdlhšie aby sa predišlo opakovanému nakupovaniu.

Životnosť ABS plastu sa pohybuje od 10 do 25 rokov pri nie moc častom používaní. Pri pravidelnom používaní sa životnosť skracuje, najmä vplyvom UV žiarenia, na približne 5 rokov. Degradácií sa ale dá predísť starostlivosťou o zvukomer [19].

Rovnako je na tom aj termoplastický elastomer so životnosťou 5-10 rokov pri každodennom používaní [20].

7 FAREBNÉ A GRAFICKÉ RIEŠENIE



Obr. 7-1 Zobrazenie troch farebných variant

7.1 Prvý variant

V prvom variante som nechala vystúpiť detaily. Telo zvukomeru je sivej farby, tlačidlá a protišmyková podložka oranžovej a podložky pod tlačidlami a nápisy blede modrej.

Návrh z môjho pohľadu aj napriek farebnosti nepôsobí voľnočasovo a stále si zachováva profesionalitu, napriek tomu sa výrazne odlišuje od súčasných modelov na trhu.



Obr. 7-2 Zobrazenie prvého farebného variantu, predná strana



Obr. 7-3 Zobrazenie prvého farebného variantu, zadná strana

7.1.1 Použité farby



Obr. 7-4 RAL vzorkovník prvého variantu

7.2 Druhý variant

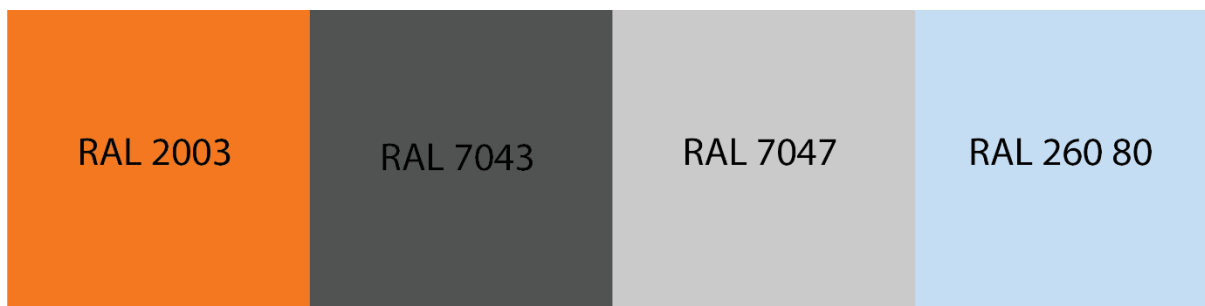


Obr. 7-5 Zobrazenie druhého farebného variantu, predná strana



Obr. 7-6 Zobrazenie druhého farebného variantu, zadná strana

7.2.1 Použité farby



Obr. 7-7 RAL vzorkovník druhého variantu

7.3 Tretí variant

Posledný variant som začala v rovnakom duchu ako prvý a to tým, že som nechala vyniknúť detaily. Tento krát som ale ako farbu tela zvolila tmavo sivú, farbu protišmykovej podložky a nápisov čiernu a podložiek svetlo sivú. Tlačidlá zostávajú oranžové ako v prvej variante.



Obr. 7-8 Zobrazenie tretieho farebného variantu, predná strana



Obr. 7-9 Zobrazenie tretieho farebného variantu, zadná strana

7.3.1 Použité farby



Obr. 7-10 RAL vzorkovník tretieho variantu

7.4 Logo

Tento návrh som nazvala SOMO od anglického pomenovania sound meter. Ako logo som použila font Bagel Fat One v reze regular. Pripomínal mi celkový tvar zvukomeru a vzbudzoval vo mne presne ten pocit, ktorý som sa snažila mojou prácou dosiahnuť.

Logo som umiestnila v zadnej časti do vzoru protišmykovej podložky a oddelila som ho materiálom aj farbou. Farby používam rovnaké ako pri variantoch samotných modelov.



Obr. 7-11 Logo a jeho farebné varianty



Obr. 7-12 Umiestnenie loga na výrobku

8 DISKUSIA

8.1 Psychologická funkcia

Prístroj svojim tvarom, hrubosťou a aj farebnosťou odráža, že jeho miesto je v priemysle. Na nového používateľa má pôsobiť prívetivo a neodstrašujúco. Umiestnenie, tvar aj popisy tlačidiel priamo navádzajú na korektné používanie. Celý dizajn pôsobí intuitívne a nerušivo. Celkovou robustnosťou tela a aj prítomnosťou pogumovania nepôsobí krehko a človek by sa nemal počas používania o zariadenie báť. Farebnosť produktu si drží charakter priemyslu, napriek tomu, že sa odlišuje od súčasných modelov konkurencie. Farby sú výrazné, nie jemné ani pastelové, ktoré by mohli naznačovať príslušnosť k lekárskeym alebo voľnočasovým prístrojom.

8.2 Sociálna funkcia

Dizajn zvukomeru sa odvíjal od cieľového prostredia a cieľovej skupiny, teda priemyslu a pracovníkom v ňom. Hlavnou myšlienkou za týmto dizajnom bolo vytvoriť produkt, pri ktorom sa počas používania človek bude sústrediť len na výsledky na displeji a nebude zbytočne vnímať produkt samotný viac ako je potrebné. Zvukomer by nemal brať pozornosť od práce, na ktorú slúži a preto na ňom nie sú umiestnené žiadne rušivé prvky a všetko je dané jasne a intuitívne.

8.3 Ekonomická funkcia

Navrhnutý zvukomer sa radí do skupiny zvukomerov druhej triedy. Tieto zvukomery majú spravidla nižšiu cenu ako zvukomery prvej triedy, ktoré sú určené do laboratórnych prostredí a na ktoré sú kladené väčšie nároky ako na presnosť merania tak výroby. Zvukomer bol navrhnutý tak aby cenu nezdvíhali materiály ani spôsob výroby. Pracovala som s rovnakými podmienkami s akými boli navrhované konkurenčné výrobky a cena by sa teda nemala výrazne líšiť.

8.4 SWOT analýza



Obr. 8-1 Swot analýza

9 ZÁVER

Zadaním tejto práce bolo navrhnutie zvukomeru s organicky prepojeným telom s ovládačmi, displejom, mikrofónom a integrovaným závitom pre aretáciu na statív. Skrz rešerše, dizajnérsku a technickú analýzu som definovala hlavné problémy zvukomerov na súčasnom trhu a vytvorila si bližšiu predstavu o tom čo chcem v práci docieľiť.

Výsledkom práce je zvukomer druhej triedy, prispôsobený na prácu v priemysle. Vďaka svojmu tvaru aj prispôsobeniu pre držanie v oboch rukách je ideálny pre prácu v neprívetivých podmienkach.

Designom som splnila sebou stanovené ciele aj ciele zadania. Tlačidlá, mikrofón aj displej sú navrhnuté intuitívne a organicky zapadajú do tela zvukomeru. Zariadenie sa tvarovo aj graficky odlišuje od súčasných modelov.

10 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] *ST-805L (SL-100) digitální hlukoměr*. Online. Kondik.cz. Dostupné z: <https://www.kondik.cz/st-805l-digitalni-hlukomer/?srsId=AfmBOooOfpBd4fwr4eC09SSf44jbgp523lDuNqHlieuRIrhNzU-6nOol>. [cit. 2026-05-21].
- [2] *Sauter hlukoměr datový záznamník SU 130 30 - 130 dB 20 Hz - 12500 Hz RS-232*. Online. Conrad Electronic. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/cs/p/sauter-hlukomer-datovy-zaznamnik-su-130-30-130-db-20-hz-12500-hz-rs-232-1676540.html>. [cit. 2026-05-21].
- [3] *Sound level meter SOUND BEE 31.2003*. Online. TFA Dostmann. Dostupné z: <https://www.tfa-dostmann.de/en/product/sound-level-meter-sound-bee-31-2003/>. [cit. 2026-05-21].
- [4] *Testo 816-1 - hlukoměr*. Online. Testo. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/testo-816-1/p/0563-8170>. [cit. 2026-05-21].
- [5] *Voltcraft SL 451*. Online. Asset conrad. Dostupné z: <https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/cs/000105031ML01/navod-k-obsluze-a-bezpecnostni-pokyny-105031-voltcraft-hlukomer-sl-451-30-130-db-315-hz-8-khz-usb.pdf>. [cit. 2026-05-21].
- [6] *Ermenrich Seek DS20 Digital Sound Level Meter*. Online. Buy from the Ermenrich official website in Europe. Dostupné z: <https://eu.ermenrich.com/catalogue/environmental-meters/ermenrich-seek-ds20-digital-sound-level-meter/>. [cit. 2026-05-21].
- [7] *Ermenrich Seek DS10 Digital Sound Level Meter*. Online. Buy from the Ermenrich official website in Europe. Dostupné z: <https://eu.ermenrich.com/catalogue/environmental-meters/ermenrich-seek-ds10-digital-sound-level-meter/>. [cit. 2026-05-21].
- [8] *Nor103*. Online. Scantekinc. Dostupné z: <https://scantekinc.com/wp-content/uploads/2025/04/Nor103-Instruction-Manual.pdf>. [cit. 2026-05-21].

[9] *Original doseBadge*. Online. Cirrus Research. Dostupné z: <https://cirrusresearch.com/product/dosebadge-noise-dosimeter/>. [cit. 2026-05-21].

[10] *DoseBadge5 Personal Noise Dosimeter*. Online. Cirrus Research. Dostupné z: <https://cirrusresearch.com/product/dosebadge5-personal-noise-dosimeter/>. [cit. 2026-05-21].

[11] SVOBODA, Jiří a BRDA, Jiří. *Elektroakustika do kapsy*. 1-. Praha: SNTL, 1978.

[12] MÍŠUN, Vojtěch. *Vibrace a hluk*. Brno: Fakulta strojní VUT, 1998. ISBN 80-214-1262-3. Dostupné také z: <https://kramerius.techlib.cz/kramerius-web-client/uuid/uuid:74037270-f3e9-11e4-b939-0800200c9a66>.

[13] *Sound Level Meter*. Online. SVANTEK - Sound and Vibration. Dostupné z: <https://svantek.com/academy/sound-level-meter/>. [cit. 2026-05-21].

[14] ČSN EN 61672-1 ED.. *Elektroakustika - Zvukoměry - Část 1: Technické požadavky*. Online. Technor. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/podrobne.aspx> [cit. 2026-03-04].

[15] *Výsledky na dotaz: hlukoměr*. Online. Heureka.cz. Dostupné z: <https://www.heureka.cz/?h%5Bfraz%5D=hlukom%C4%9Br&f=5>. [cit. 2026-05-21].

[16] *Co je materiál TPE? Vlastnosti, typy a běžná použití*. Online. Dostupné z: <http://cz.hlc-metalparts.com/news/what-is-tpe-17498392301249536.html>. [cit. 2026-05-21].

[17] ČSN EN 894-3+A *Bezpečnost strojních zařízení - Ergonomické požadavky pro navrhování sdělovačů a ovládačů - Část 3: Ovládače*. Online. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/Vysledky.aspx> [cit. 2026-04-24].

[18] ČSN EN ISO 12100 *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. Online. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/Vysledky.aspx> [cit. 2026-04-24].

[19] *Jaká je životnost ABS plastu?* Online. Chengsen. Dostupné z:
<https://cz.absmanufacturer.com/info/what-is-the-lifespan-of-abs-plastic-17801468925207552.html>. [cit. 2026-05-21].

[20] *Termoplastické elastomery*. Online. Chemické listy. Dostupné z:
http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_01_23-29.pdf. [cit. 2026-05-21].

11 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN

11.1 Príklady použitých fyzikálnych veličín

<i>cm</i>	centimeter
<i>mm</i>	milimeter
<i>R</i>	polomer
<i>dB</i>	decibel
<i>Hz</i>	hertz
min	minimum
max	maximum

12 ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOV

Obr. 2-1 Obrázok zvukomeru ST instruments [1].....	15
Obr. 2-2 Obrázok zvukomeru Sauter SU 130 [2].....	16
Obr. 2-3 Obrázok zvukomeru SOUND BEE [3].....	17
Obr. 2-4 Obrázok zvukomeru Testo 816-1 [4].....	18
Obr. 2-5 Obrázok zvukomeru Voltcraft SL-451 [5]	19
Obr. 2-6 Obrázok zvukomeru Ermenrich Seek DS20 [6]	20
Obr. 2-7 Obrázok zvukomeru Ermenrich Seek DS10 [7]	21
Obr. 2-8 Obrázok zvukomeru Nor103 [8].....	22
Obr. 2-9 Obrázok zvukomeru doseBadge [9]	23
Obr. 2-10 Obrázok zvukomeru doseBadge 5 [10]	24
Obr. 2-11 Obrázok porovnania funkcií zvukomerov z analýzy	25
Obr. 2-11 Obrázok rozpadu zvukomeru.....	27
Obr. 2-12 delenie zvukomerov na prvú a druhú triedu presnosti.....	29
Obr. 2-12 Obrázok prevodu pascalov na decibely [13]	30
Obr. 4-1 Obrázok prvého variantného návrhu	34
Obr. 4-2 Obrázok druhého variantného návrhu	35
Obr. 4-3 Obrázok tretieho variantného návrhu, predná strana	36
Obr. 4-4 Obrázok tretieho variantného návrhu, zadná strana	37
Obr. 4-5 Obrázok rozpracovaných variantov, podstava.....	39
Obr. 4-6 Obrázok rozpracovaných variantov, čelná strana	39
Obr. 4-7 Výkres rozpracovaných variantov	40
Obr. 4-8 Zobrazenie uchopenia rozpracovaných variantov	40
Obr. 5-1 Finálne riešenie, čelná strana	41
Obr. 5-2 finálne riešenie zadná strana	42
Obr. 5.3 finálne riešenie, perspektívny pohľad	42
Obr.5-4 finálne riešenie, bočný pohľad.....	43
Obr. 5-5 finálne riešenie, zobrazenie na statíve	43
Obr. 5-6 finálne riešenie, zobrazenie závitů na statív	44
Obr. 5-7 finálne riešenie, zobrazenie detailu tlačidiel.....	45
Obr. 5-8 finálne riešenie, detail zobrazení displeju.....	45
Obr. 6-1 Výkres finálneho riešenia	47
Obr. 6-2 Rozpad komponent finálneho riešenia.....	48
Obr. 6-3 Zobrazenie ovládania v pravej ruke.....	51
Obr. 6-4 Zobrazenie ovládania v ľavej ruke	51
Obr. 6-5 Zobrazenie protišmykovej podložky	52
Obr. 7-1 Zobrazenie troch farebných variant	54
Obr. 7-2 Zobrazenie prvého farebného variantu, predná strana.....	55
Obr. 7-3 Zobrazenie prvého farebného variantu, zadná strana	55
Obr. 7-4 RAL vzorkovník prvého variantu	56
Obr. 7-5 Zobrazenie druhého farebného variantu, predná strana.....	56
Obr. 7-6 Zobrazenie druhého farebného variantu, zadná strana	57
Obr. 7-7 RAL vzorkovník druhého variantu	57
Obr. 7-8 Zobrazenie tretieho farebného variantu, predná strana.....	58
Obr. 7-9 Zobrazenie tretieho farebného variantu, zadná strana	58
Obr. 7-10 RAL vzorkovník tretieho variantu	59
Obr. 7-11 Logo a jeho farebné varianty	59
Obr. 7-12 Umiestnenie loga na výrobku	60

Obr. 8-1 Swot analýza	62
-----------------------------	----

13 ZOZNAM TABULIEK

14 ZOZNAM PRÍLOH

- Zmenšený sumarizačný poster (A4)

Samostatné prílohy

- Sumarizačný poster (A1)
- Model (M 1:1)
- Portfólio

