

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B0715A270013 – Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Hodnocení mobilních aplikací pro měření hluku a osvětlení

Autor: **Vojtěch Kolářik**  
Vedoucí práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**

Akademický rok 2023/2024

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2023/2024

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

Jméno a příjmení: Vojtěch KOLÁŘÍK  
Osobní číslo: S20B0165P  
Studijní program: B0715A270013 Strojní inženýrství  
Specializace: Průmyslové inženýrství a management  
Téma práce: Hodnocení mobilních aplikací pro měření hluku a osvětlení  
Zadávající katedra: Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Zásady pro vypracování

- Úvod do řešené problematiky
- Měřicí zařízení
- Návrh experimentu
- Provedení experimentu a sběr dat
- Vyhodnocení experimentu
- Závěr

Rozsah bakalářské práce: **30-40**  
Rozsah grafických prací: **–**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

#### Seznam doporučené literatury:

1. CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. Praha: ČVUT, 2013, 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
2. SHORROCK, Steven, WILLIAMS, Claire. Human Factors and Ergonomics in Practice: Improving System Performance and Human Well-Being in the Real World. CRC Press, 2017, 456 s. ISBN 9781472439253.
3. FILO, Petr. Nové metody v ergonomii. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita, 2013. 104 s. ISBN 978-80-7375-870-7.
4. KROEMER-ELBERT, Katrin, KROEMER, Henrike, KROEMER-HOFFMAN, Anne. Ergonomics-How to design for ease and efficiency. 3<sup>rd</sup> edition. Elsevier Science Publishing, 2018, 756 s. ISBN 978-0-128-13296-8.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Ilona Kačerová, Ph.D.**  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2024**

L.S.

---

**Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**  
děkan

---

**Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Úvodem bych rád srdečně poděkoval všem, kteří mě provázeli a podporovali při mém studiu a při zpracování této bakalářské práce.

Především bych chtěl poděkovat Ing. Markovi Burešovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce, za poskytnutí mnoha hodnotných informací v průběhu psaní této práce a za poskytnutí a vypůjčení všech zařízení potřebných k provedení experimentu.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat také svým rodičům a blízkým za morální podporu po dobu studia.

## ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Kolářik	<b>Jméno</b> Vojtěch		
<b>STUDIJNÍ PROGRAM</b>	B0715A270013 Strojní inženýrství			
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Bureš, Ph.D.	<b>Jméno</b> Marek		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU – FST – KPV			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Hodnocení mobilních aplikací pro měření hluku a osvětlení			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2024
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	49	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	49	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Hlavní cílem bakalářské práce bylo zjištění, zda současná mobilní zařízení dokáží zajistit správné měření intenzity osvětlení a hluku pomocí nainstalovaných mobilních aplikací. Po představení jednotlivých mobilních zařízení, nainstalovaných aplikací a kalibrovaných přístrojů se přešlo k provedení experimentu. Naměřily se hodnoty intenzity osvětlení a hluku a následovalo vyhodnocení naměřených hodnot. Závěrem byly představeny vyhovující mobilní aplikace.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Ergonomie, technika prostředí, mobilní zařízení, mobilní aplikace, kalibrované měřáky, intenzita osvětlení a hluku, luxmetr, hlukoměr

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Kolářik	<b>Name</b> Vojtěch	
<b>STUDY PROGRAMME</b>	B0715A270013 Mechanika Engineering		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Ing. Bureš, Ph.D.	<b>Name</b> Marek	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU – FST – KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Evaluation of mobile applications for measuring noise and lighting		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2024
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	49	<b>TEXT PART</b>	49	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b> <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The main objective of the bachelor thesis was to determine whether current mobile devices can provide correct measurement of light intensity and noise using installed mobile applications. After introducing the different mobile devices, the installed applications and the calibrated devices, we proceeded to perform the experiment. The illuminance and noise values were measured followed by the evaluation of the measured values. Finally, the compliant mobile applications were presented.
<b>KEY WORDS</b>	Ergonomics, environmental technology, mobile devices, mobile apps, calibrated meters, light and noise intensity, luxmeter, noise meter

## Obsah

1	Úvod do problematiky.....	8
1.1	Ergonomie .....	8
1.2	Technika prostředí.....	9
1.2.1	Mikroklima.....	10
1.2.2	Prašnost .....	11
1.2.3	Hluk.....	11
1.2.4	Světlo a osvětlení .....	14
1.2.5	Vibrace .....	15
2	Měřicí zařízení.....	17
2.1	Hlukoměr Extech HD600.....	17
2.2	Luxmetr Extech HD450 .....	18
2.3	Mobilní zařízení .....	19
2.3.1	Samsung Galaxy S23 .....	20
2.3.2	Samsung Galaxy TAB A7.....	20
2.3.3	iPhone SE 2022 .....	21
3	Návrh experimentu .....	22
3.1	Kritéria experimentu pro měření intenzity světla (osvětlení).....	22
3.1.1	Využité aplikace .....	22
3.2	Kritéria experimentu pro měření hluku .....	23
3.2.1	Váhové filtry .....	23
3.2.2	Využité aplikace .....	24
3.3	Postup měření intenzity osvětlení .....	25
3.4	Postup měření hluku.....	27
4	Provedení experimentu a sběr dat .....	29
4.1	Měření intenzity osvětlení.....	29
4.2	Měření intenzity hluku .....	33
5	Vyhodnocení experimentu .....	39
5.1	Vyhodnocení měření intenzity osvětlení.....	39
5.2	Vyhodnocení měření intenzity hluku .....	42
6	Závěr.....	46
7	Použitá literatura .....	47



## **Přehled použitých zkratk a symbolů**

GPS	(Global positioning systém), satelitní navigační systém
IEA	Mezinárodní Ergonomická Asociace
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
PEL	Přípustný expoziční limit
Hz	Hertz
dB	Decibel
LAeq	Ekvivalentní hladina akustického tlaku
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
lx	Lux
fc	Lumeny

## Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Oblast slyšení [19].....	12
Obrázek 1-2: Zátkové chrániče [21].....	14
Obrázek 1-3: Sluchátkové chrániče [22].....	14
Obrázek 1-4: Protihluková přilba [23] .....	14
Obrázek 1-5: Rozložení barev světla podle příslušné vlnové délky [25].....	14
Obrázek 2-1: Hlukoměr Extech HD600 [35] .....	17
Obrázek 2-2: Luxmetr Extech HD450 [36].....	18
Obrázek 2-3: Samsung Galaxy S23 [37].....	19
Obrázek 2-4: Samsung Galaxy TAB A7 [38] .....	19
Obrázek 2-5: iPhone SE 2022 [39] .....	19
Obrázek 3-1: Fletcherovy-Munsonovy křivky [43] .....	24
Obrázek 3-2:Měření se zařízením Samsung Galaxy TAB A7 v prvním prostředí .....	25
Obrázek 3-3:Měření se zařízením Samsung Galaxy S23 v prvním prostředí .....	25
Obrázek 3-4:Měření se zařízením Samsung Galaxy TAB A7 ve druhém prostředí .....	26
Obrázek 3-5:Měření se zařízením iPhone SE 2022 ve druhém prostředí za použití difuzéru .....	26
Obrázek 3-6:Měření se zařízením iPhone SE 2022 ve třetím prostředí za použití difuzéru .....	26
Obrázek 3-7:Měření se zařízením Samsung Galaxy S23 ve třetím prostředí .....	26
Obrázek 3-8:Postup měření intenzity hluku v prvním prostředí .....	27
Obrázek 3-9:Postup měření intenzity hluku ve druhém prostředí.....	27
Obrázek 3-10:Patriot AVO180 pro nasimulování hluku.....	27
Obrázek 3-11:Postup měření intenzity hluku ve třetím prostředí .....	28
Obrázek 4-1:Měření aplikace Photone – Grow Light Meter na iPhone SE 2022 .....	29
Obrázek 4-2:Aplikace difuzéru na mobilní zařízení Samsung Galaxy S23 .....	29
Obrázek 4-3:Měření aplikace Light Meter LM-3000 na iPhone SE 2022.....	30
Obrázek 4-4:Měření aplikace Lux Light Meter Pro na iPhone SE 2022 .....	31
Obrázek 4-5:Měření aplikace Lux Light Meter Pro na Samsung Galaxy S23.....	32
Obrázek 4-6:Měření aplikace Měřič světla na Samsung Galaxy S23 .....	33
Obrázek 4-7:Měření aplikace Decibel X – Pro Sound Meter na Samsung Galaxy S23 .....	34
Obrázek 4-8:Měření aplikace Sound Meter na Samsung Galaxy S23 .....	35
Obrázek 4-9:Měření aplikace Měřič Hladiny Zvuku na iPhone SE 2022.....	36
Obrázek 4-10:Měření aplikace NIOSH Sound Level Meter na iPhone SE 2022 .....	36
Obrázek 4-11:Měření aplikace Sound Meter na Samsung Galaxy S23 .....	37
Obrázek 4-12:Měření aplikace Sound Meter – Decibel Levels na Samsung Galaxy S23 .....	38

Obrázek 5-1:Souhrn naměřených hodnot pro intenzitu osvětlení.....	40
Obrázek 5-2:Graf s výchozí hodnotou 430 [lx] pro Extech HD450 v prostředí PS1.....	41
Obrázek 5-3:Graf s výchozí hodnotou 360 [lx] pro Extech HD450 v prostředí PS2.....	41
Obrázek 5-4:Graf s výchozí hodnotou 4250 [lx] pro Extech HD450 v prostředí PS3.....	42
Obrázek 5-5:Souhrn naměřených hodnot pro intenzitu hluku .....	43
Obrázek 5-6:Graf s výchozí hodnotou 34 [dB] pro Extech HD600 v prostředí PH1 .....	44
Obrázek 5-7:Graf s výchozí hodnotou 61 [dB] pro Extech HD600 v prostředí PH2 .....	44
Obrázek 5-8:Graf s výchozí hodnotou 74 [dB] pro Extech HD600 v prostředí PH3 .....	45

## Seznam tabulek

Tabulka 1-1:Lehmanova tabulka intenzity .....	13
Tabulka 2-1:Parametry přístroje Extech HD600.....	17
Tabulka 2-2:Parametry přístroje Extech HD450.....	18
Tabulka 2-3:Parametry Samsung Galaxy S23 .....	20
Tabulka 2-4:Parametry Samsung Galaxy TAB A7 .....	20
Tabulka 2-5:Parametry iPhone SE 2022 .....	21
Tabulka 3-1:Využití mobilních aplikací pro měření intenzity osvětlení.....	22
Tabulka 3-2:Využité mobilní aplikace pro měření zvuku.....	24
Tabulka 4-1:Naměřené hodnoty pro aplikaci Photone – Grow Light Meter .....	30
Tabulka 4-2:Naměřené hodnoty pro aplikaci Light Meter LM-3000 .....	31
Tabulka 4-3:Naměřené hodnoty pro aplikaci Lux Light Meter Pro.....	31
Tabulka 4-4:Naměřené hodnoty pro aplikaci Lux Light Meter Pro.....	32
Tabulka 4-5:Naměřené hodnoty pro aplikaci Měřič světla .....	33
Tabulka 4-6:Naměřené hodnoty pro aplikaci Decibel X – Pro Sound Meter .....	34
Tabulka 4-7:Naměřené hodnoty pro aplikaci Sound Meter .....	35
Tabulka 4-8:Naměřené hodnoty pro aplikaci Měřič Hladiny Zvuku .....	36
Tabulka 4-9:Naměřené hodnoty pro aplikaci NIOSH Sound Level Meter.....	37
Tabulka 4-10:Naměřené hodnoty pro aplikaci Sound Meter .....	37
Tabulka 4-11:Naměřené hodnoty pro aplikaci Sound Meter – Decibel Levels.....	38

## Seznam rovnic

Rovnice 1-1: Výpočet hluku .....	12
Rovnice 1-2: Intenzita osvětlení.....	15

## Úvod

Mobilní technologie se již v dnešním světě staly důležitou a neodmyslitelnou součástí našeho života. Každý den se lidé za pomoci nejrůznějších aplikací připojují k internetu a ovládají jimi takřka cokoliv. Mobilní zařízení se postupem času vyvinula ve výkonné výpočetní stroje vybavené různými funkcemi, které se každodenně používají, jako je např. telefonování a psaní SMS, použití kamer, mikrofonů, sledování polohy pomocí systému GPS, senzory přiblížení a světla. S neustále se vyvíjejícím hardwarem vývojáři nabízejí i mnoho softwarových aplikací pro měření různých fyzikálních faktorů (osvětlení, hluk, atd.). Díky tomu nastává příležitost použít již tato zmíněná zařízení v praxi. Jednou z nich je experimentální měření fyzikálních veličin. [1]

Účelem této práce je posoudit, zda současná mobilní zařízení jsou schopna zajistit správné měření osvětlení a hluku, a tedy zda by jimi bylo možné nahradit drahé, těžké a robustní přístroje, které se navíc dají použít pouze pro daný druh měření. V praxi by tak mohli technologové a bezpečnostní inženýři během pracovní doby monitorovat konkrétní pracoviště pomocí svých chytrých telefonů a díky naměřeným a archivovaným výsledkům z jejich měření ergonomicky přizpůsobovat dané pracoviště. Nebyly by tak zapotřebí žádné drahé luxmetry či hlukoměry ani specializované měřicí týmy, díky čemuž by se celý proces urychlil a usnadnil. [2]

Po úvodu do ergonomie a techniky prostředí včetně nastínění souvisejících rizik a hygienických limitů daných nařízeními vlády jsou představeny jednotlivé měřicí přístroje.

V této práci budou využita mobilní zařízení s operačním systémem Android a iOS s bezplatnými aplikacemi pro měření intenzity osvětlení a hluku. Následuje návrh experimentu, jeho provedení a vyhodnocení. V tomto ohledu je snahou identifikovat významné rozdíly ve schopnosti různých aplikací podávat přesné informace o měřených hodnotách v porovnání s běžnou měřicí technikou. Dále budou výsledky porovnávány i s ohledem na použití různého hardwaru, tedy různých mobilních zařízení. Doposud existuje jen malý počet vědeckých prací, které by se zabývaly možností či vhodností použití mobilních zařízení k měření intenzity osvětlení a hluku.

# 1 Úvod do problematiky

V této kapitole jsou popsány základní informace o ergonomii s užším zaměřením na oblast techniky prostředí.

## 1.1 Ergonomie

Pojem ergonomie vznikl spojením dvou řeckých slov, jimiž jsou ergon = práce, nomos = zákon. Jedná se o mezioborovou disciplínu, která se snaží cíleně dosáhnout takových pracovních podmínek, které se přizpůsobí výkonnostním možnostem člověka. Cílem ergonomie je tedy zvyšování efektivity člověka při práci, dále zajišťování bezpečnosti, čímž se myslí odstraňování či minimalizování negativních vlivů působících na člověka, a navrhování pracovních pomůcek, předmětů či strojů, které svými vlastnostmi a způsobem co nejlépe odpovídají požadavkům pracovníků. [3] [4]

Profesor Chundela definuje ergonomii takto: „*Ergonomie je vědecká disciplína, optimalizující interakci mezi člověkem a dalšími prvky systému a využívající teorii, poznatky, principy, data a metody k optimalizaci pohody člověka a výkonnosti systému.*“ [3]

Obdobnou definici stanovila i Mezinárodní Ergonomická Asociace (IEA), dle které je ergonomie: „*vědecká disciplína zabývající se poznáním a pochopením interakcí mezi lidmi a dalšími prvky systému a profesí, která aplikuje teorie, principy, data a metody navrhování systémů tak, aby optimalizovala pohodu člověka a celkový výkon systému.*“ [5]

Zjednodušeně nám definice říká, že základem je pracovní systém, který je tvořen třemi komponenty systému – člověk – stroj – prostředí, které spolu tvoří jakýsi trojúhelník a fungují ve vzájemné souvislosti. Člověk je autorem pracovního systému, v němž vykonává pracovní úkoly, za které je posuzován. Součástí pracoviště je stroj, který ovlivňuje práci vykonávanou člověkem (způsob práce, náročnost i její výsledek). „Poslední komponentou je pak prostředí, které je vázáno na pracovní prostor (přidělený jedné nebo více osobám), kde svým pozitivním (světlo, mikroklima) nebo negativním (hluk, vibrace, prach, chemické látky) působením na osoby významně ovlivňuje plnění pracovního úkolu a jeho výsledek.“ [4]

Člověk je omezován výkonnostní charakteristikou, která je určena strukturou biologických vlastností, přičemž vytváří různé předpoklady ke zdárnému vykonání druhu práce. Mezi tyto charakteristiky řadíme fyzickou, mentální a psychickou kapacitu. Na výkonnost člověka v pracovním prostředí mají vliv následující činnosti, které dohromady ovlivňují jeho celkový stav při vykonávané činnosti. Pohybová činnost, při níž se klade důraz na správnou termoregulační zátěž pracovníka. Při nadměrné zátěži se zhoršuje pracovní nasazení i psychika pracovníka, což může mít za následek vyvolání stresu a přetížení pohybového aparátu. Duševní, kde hraje důležitou roli koncentrace pozornosti, při níž je člověk schopen rychlé reakce či rozhodování. V neposlední řadě smyslová činnost, kdy se člověku při vnímání negativních vlivů z okolního prostředí znemožňuje vykonávání práce. [4]

Díky stále se rozvíjejícímu průmyslu dochází i k rozvoji vědy, techniky a vzniku různých nových technologií, zařízení či metod práce, pomocí kterých se dosáhne lepších výsledků v provozu. Nicméně při výkonu pracovníka, který obsluhuje stroj, je nutné brát ohled na to, že mohou vznikat rozdíly, jako je nadbytečná zátěž pracovníka, kterou není schopen vykonat a kterou nové techniky vyžadují. Pracovní výkony jsou jedna věc, ale důležitější otázkou je zajištění výkonů

bez poškození zdraví pracovníků, kteří s těmito zařízeními přišli do styku. Pokud by se tento problém ignoroval, následkem by bylo přetížení člověka, což vede k jeho únavě, selhání či dokonce k havárii celého systému a možným zraněním jednoho nebo více pracovníků. [3] [6]

Pro účely předcházení těmto událostem existují 3 prolínající se roviny. Nejdůležitější je psychická, kdy je člověk mentálně ovlivňován okolními vjemy, a proto se nedocílí plně produktivity. Následuje fyzická rovina, při které je stanovena maximální zátěž pracovníka. V neposlední řadě je rovina organizační, kdy se při správné organizaci práce dosahuje lepších výsledků. [3]

Důležitá zásada, díky které se docílí správného pracovního místa je odstranění všech obtěžujících nebo nepříznivých vlivů prostředí na pracovníka a vytvoření takových podmínek, které pracovníkovi poskytnou pracovní pohodlí. Během hodnocení se klade důraz na zjištění možných příčin či nedostatků pracovního místa, kvůli kterým může vznikat u pracovníka například pocit diskomfortu jako je přetížení pohybového aparátu nebo zrakové potíže při nedostatečném osvětlení pracoviště. [4]

Pokud pracovníkovi pro vykonávání dané činnosti, slouží nějaký stroj, který obsluhuje, je výrobce daného stroje povinen dostát bezpečnostním požadavkům výrobku dle směrnice č. 2006/42 ES. Tato směrnice zajišťuje bezpečné konstrukce strojních zařízení, aby se předešlo úrazům a možnosti uvedení strojních zařízení na trh práce. Pracovníci obsluhovaných zařízení jsou samozřejmě povinni účastnit se pravidelných školení, která zajišťují zaměstnavatelé, a která mají za úkol zajistit snižování úrazů. Při hodnocení rizik, které by mohly vzniknout během práce, existuje postup jednotlivých kroků pro preventivní opatření. Těmito kroky jsou:

- **„Krok 1: Identifikace nebezpečí** – Podle čl. 3 uvedené směrnice, musejí být identifikována všechna nebezpečí, která mohou způsobit zaměstnanci při práci na výrobním zařízení úraz nebo poškození zdraví.
- **Krok 2: Analýza a hodnocení rizik** – Identifikované nebezpečí je posouzeno na základě odhadu závažnosti poškození zdraví a pravděpodobnosti, že k danému poškození dojde. Kombinace těchto faktorů udává míru rizika.
- **Krok 3: Návrh opatření a jejich realizace** – Navržená opatření musejí existující riziko buď zcela odstranit, nebo alespoň omezit jejich působení tak, aby ohrožení bezpečnosti a zdraví zaměstnanců bylo minimalizováno. Za tímto účelem přijímá zaměstnavatel organizační a technická opatření, popř. zaměstnancům poskytuje osobní ochranné pracovní prostředky. Mezi nejúčinnější organizační opatření patří výcvik a školení pracovníků o BOZP, stanovení jasných a srozumitelných pracovních postupů a zajištění vhodné organizace práce.“ [7]

## 1.2 Technika prostředí

Další důležitou částí ergonomie je technika prostředí, která je dle Terminologického slovníku definována takto: „*Interdisciplinární vědní obor zaměřený na regulaci prostředí a jeho stavu pomocí technických opatření, která spočívají v tvorbě a provozu zařízení působících ve vhodném uspořádání, tj. systému techniky prostředí.*“ [8]

V pracovním prostředí tráví pracovník během své pracovní doby většinu svého času. Proto je důležité vytváření takového prostředí, při kterém je pracovník pozitivně ovlivňován, neboť kvalita a technika prostředí ve kterém se nachází má vliv na výsledky jeho práce, výkonnost i



jeho zdraví. Důležitými činiteli jsou proto tepelné a vlhkostní stavy neboli mikroklimatické podmínky. [3] [9]

### 1.2.1 Mikroklima

Mikroklima též mikroklimatické podmínky, kam spadá teplota, vlhkost vzduchu a proudění tvoří další důležitý faktor pracovního prostředí, kde pracovník vykonává svou činnost. Jsou na sobě vzájemně závislé, protože změna jednoho parametru vyvolává změnu dalších. Mají důležitý vliv na pohodu a výkonnost člověka, a proto se hodnotí ve vzájemné kombinaci, neboť tvoří jakýsi subsystém. Za takový stav, kde se člověk cítí příjemně a má vhodné podmínky pro pobyt můžeme nazvat optimální pracovní stav. Toho se docílí díky existujícím směrnici pro hodnocení mikroklimatu na pracovištích a jednou z nich je „Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí“. [3] [10]

Nejčastějšími činiteli pro mikroklima jsou:

- Teplota vzduchu,
- Vlhkost vzduchu,
- Rychlost proudění vzduchu,
- Čistota a tlak vzduchu.

Díky pocitu pohody u pracovníka dochází k jeho produktivitě a je zjištěno, že: „při lehké fyzické práci dochází k 100 % výkonu jedince při teplotě 22 °C, při teplotě 27 °C dochází k poklesu výkonu o 25 % a při teplotě kolem 30 °C dosahuje výkon jedince pouhých 50 % původního výkonu.“ Z toho plyne, že se u pracovníka, který provádí svou činnost ve vyšších teplotních podmínkách projevuje únava a zhoršení vlastností, což má za následek zvýšení možnosti pracovních úrazů. Teplota vzduchu odpovídá tělesné teplotě člověka v rozmezí 36–37 °C, jedná se o tepelnou bilanci lidského těla. Vlhkost vzduchu je dána v procentech a oblast pro optimální výkon je v rozmezí 30–70% relativní vlhkosti a pro bydlení jsou hodnoty mezi 40–50 %. Během zimy, kdy se vytápějí pracovní haly, kanceláře či jiné objekty na komfortní teploty, dochází k poklesu hodnot relativních vlhkostí na 20 % někdy však i méně. Vlivem tohoto poklesu dochází u pracovníků k vysoušení sliznicím dýchacích cest a zvyšuje se tak možnost, že se některé škodlivé látky dostanou do dýchacích cest člověka. V opačné případě, při nárůstu relativní vlhkosti vzduchu, je člověk opět negativně ovlivňován, neboť vznikají ideální podmínky pro množení plísní. [11]

Pro správné vytvoření mikroklimatických podmínek, které jsou nejvhodnější pro vykonávání práce a kde se pracovník cítí v pracovní pohodě, je určováno parametry pro vyhodnocení mikroklimatických podmínek. Mezi tyto veličiny se řadí teplota vzduchu ( $t_a$ ) měřená teplotním čidlem. Dále výsledná teplota kulového teploměru ( $t_g$ ), která je měřena v okolí lidského těla, operativní teplota vzduchu ( $t_o$ ) stanovující se výpočtem, střední teplota sálání ( $t_r$ ), která je měřena radiometry a jedná se o vstupní hodnotu pro zjištění operativní teploty. Relativní vlhkost ( $r_h$ ) určující aktuální vlhkost ovzduší v procentech a v neposlední řadě teplota mokrého teploměru ( $t_w$ ) jinak nazývaná psychrometrická a rychlost proudění vzduchu ( $v_a$ ), která se charakterizuje pohybem vzduchu v prostoru. Je určena směrem proudění, velikostí a z důvodu častého kolísání se její změny vyjadřují střední hodnotou jednotky času. [12]

## 1.2.2 Prašnost

Prašnost na pracovišti je asi jedna z nejrozšířenějších škodlivin, která může nastat. Při ní se člověk vystavuje velice obtížnému pobytu na pracovišti, jenž může vyvolat zdravotní problémy dýchací soustavy. Ke zjištění množství prachu na pracovišti, se používá metoda gravimetrického stanovení. [13]

Jedná se o hmotné částice, které jsou vypouštěny do ovzduší ve formě aerosolu, mezi které patří kouř, který vzniká nedokonalým spalováním obsahující bezbarvé plyny či malé viditelné částice jako je například popel. Dále mezi ně řadíme dým a prach. Míru znečišťování prachem v pracovním prostředí určuje koncentrace aerosolu. Ta se zjišťuje početně ( $\text{vl} \times \text{cm}^{-3}$ ) nebo hmotnostně ( $\text{mg} \times \text{m}^{-3}$ ). Částice prachu, které se usazují na pokožce pracovníka mohou mít na lidský organismus negativní vliv, jako je vyvolání alergické reakce či karcinogenní účinky. Z toho důvodu je při vystavování vysoké prašnosti na pracovišti doporučeno používání ochranných prostředků jako jsou ochranné oděvy, respirátory či ochranné masky, které jsou určeny jak k ochraně povrchu těla, tak dýchacích cest. Pro správné zhodnocení prašnosti na pracovištích, kterému mohou být pracovníci vystaveni se používá PEL (přípustný expoziční limit) a časově vážená průměrná koncentrace za pracovní směnu. [13] [14]

Jedno z největších nebezpečí vzniku prachu je při lidské činnosti, které vzniká různým opracováním materiálu a jeho manipulací. Mezi tyto činnosti řadíme například zacházení se sypkými materiály nebo zpracovávání stavebních materiálů. Míra nebezpečnosti je určována velikostí, charakterem a složením částic. Nejzávažnější druh prachu je toxický prach, který je obsažen v chemikáliích a materiálech, jako je rtuť a olovo. Mezi další obtěžující druhy se řadí betonový prach, který je nejběžnější, dále plastový, dřevěný prach či prach z kůže. [15]

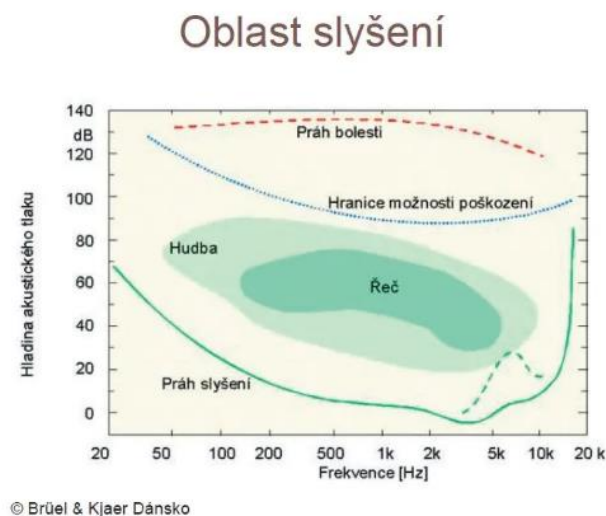
## 1.2.3 Hluk

Hluk je každý nechtěný zvuk (bez ohledu na jeho intenzitu), který má rušivý nebo obtěžující charakter, nebo má škodlivé účinky na lidské zdraví. Zvuk je mechanické vlnění, jehož kmitočty leží v rozsahu slyšitelnosti lidského ucha (16 Hz – 20kHz). Zvuk je neškodný, pokud se drží na nízkých hladinách a nepřekračuje hranici 85 dB. Jakmile přesáhne zmíněnou hranici, tak může při dlouhodobé expozici způsobit trvalé poškození sluchu. Nejčastěji se vyjadřuje a měří jako ekvivalentní hladina akustického tlaku (LAeq), jednotkou je decibel (dB). Přípustný expoziční limit LAeq8h dle nařízení vlády č.272/2011 Sb. činí při fyzické práci pro osmihodinovou pracovní dobu 85 dB. U hluku se zjišťuje jeho povaha, tj. zda jde o hluk ustálený, proměnný nebo impulsivní. [3] [10] [16] [17]

*„Hlukem tedy může být zvuk projíždějícího vozidla, stavebních prací, přístrojů, zvuk doléhající k nám při koncertu, ale také zvuk šplouchajícího moře či šumícího lesa. Záleží vždy pouze na tom, v jakém jsme rozpoložení, jakou máme náladu či zda se nepotřebujeme zrovna soustředit na nějakou práci. Představme si například studenta učícího se na zkoušku. Pro něho je hlukem zajisté vše, co se kolem něho děje. Je pak jedno, zda jde o rozhovor okolních lidí nebo právě projíždějící auto. Záleží pak pouze, do jaké míry je tento student do učené látky zabrán, jak se umí oprostit od vlivu prostředí a zda je schopen nevnímat podněty, které k němu z okolního prostředí pronikají.“* [3] [18]

V momentě, kdy člověk začíná vnímat prvotní známky jakéhokoliv zvuku, tak jeho sluchový organismus jako první vyvolává poplašný signál, který vyvolává řadu mechanismů, jako je zrychlení tepu a zvýšení hladiny adrenalinu. Proto má hluk značný podíl na psychice pracovníka, což má za následek snížení výkonnosti při práci, ztrátu pozornosti nebo vyvolání agrese. [19]

Na Obrázek 1-1, který popisuje oblast slyšení, je vidět, že lidský sluch umožňuje vnímání frekvence zvuku, ale i velikost hladiny akustického tlaku. Nedoslýchavost či poškození sluchu je jednou z nejčastějších onemocnění lidské populace. Nejčastěji k poškození sluchu dochází při vystavení hodnoty, která je přibližně kolem 125 dB, kdy se u člověka projevuje pocit bolesti při slyšení, mluvíme o tzv: prahu bolesti, který je na obrázku označen červenou křivkou. Jedná se například o hluk vydávající startující letadla. Mezi druhý nejčastější způsob poškození sluchu patří dlouhodobé vystavování hluku v rozsahu 85 až 90 dB. Příkladem toho může být poslech hlasité hudby. Tento způsob označuje modrá křivka, která zobrazuje rizikovou hranici akustického tlaku. Z důvodu zabránění nedoslýchavosti se používá audiometrické hodnocení. Principem je zjišťování sluchové ztráty, která nesmí na frekvenci přesáhnout hranici 20 dB. Pokud se hranice přesáhne, mluvíme o nedoslýchavosti, kterou si ne vždy můžeme uvědomovat. [19]



Obrázek 1-1: Oblast slyšení [19]

Pokud je tedy pracovník delší dobu vystavován příliš vysokému hluku, může to mít za následek vyvolání hypertenze, která způsobuje zvýšení krevního tlaku. Nadále to může mít negativní účinky na poškození srdce či vznik civilizačních chorob. U těchto výzkumů prokázaly, že při vystavování prostředí, kde je zvýšená hlučnost, dochází u pracovníka ke zvýšené možnosti jejich výskytu. [19]

Při výpočtu hluku se vychází ze vztahu dle Rovnice 1-1:

$$L = 10 \times \log \sum_{1}^{n} 10^{0,1L_i} [dB] \quad (1)$$

Rovnice 1-1: Výpočet hluku

L = výsledná hladina hluku (dB)

n = počet zdrojů (kupř. strojů)

L<sub>i</sub> = hlučnost jednotlivého (i – tého) zdroje (stroje) [dB]

Hluk je důležitý aspekt, který je nutné nepřehlížet, a proto je hluk rozdělen do pásem dle intenzity do Lehmannovi tabulky.

Tabulka 1-1: Lehmanova tabulka intenzity

Intenzita hluku [dB]	Charakteristika pásma
kolem 0	Bezzvukovost, která je v přírodě těžko dosažitelná
do 30	Přírodní prostředí – normální hluk vyskytující se v přírodě (pohyb osob, zvířat, déšť, vítr
30–65	Relativní hluk – dlouhodobě působí rušivě při psychických činnostech (nepříjemný zvuk)
66–80	Od této hranice je hluk absolutní, který je škodlivý bez ohledu na individuální postoj člověka. Působí nervové podráždění, snižuje kvalitu práce.
81–95	Působí nepříznivě na sluchové orgány, při dlouhodobé expozici způsobuje ohluchnutí
96–110	Potřeba používat osobní ochranné pomůcky, způsobuje bolesti hlavy
111–130	Vnímání začíná vzbuzovat bolest – nutné nosit protihlukové přilby, poškozuje sluch
131–150	Rychlé poškození sluchu, vznik závratí a prudkých bolestí
nad 150	Způsobuje okamžité ohluchnutí

## Osobní ochranné prostředky

Pokud v prostředí, ve kterém nelze zabránit snížení kontaktu pracovníka s hlukem, ať už jde o změnu přizpůsobení pracoviště, či jiného zásahu pro zlepšení podmínek, je zaměstnavatel povinen dle zákoníku práce 495/2001 Sb. zaměstnanci poskytnout na ochranu sluchu správné osobní ochranné prostředky podle podmínek zmíněné níže. Při intenzitě hluku od 80 dB je zaměstnavatel povinen zaměstnance vybavit OOPP, ale při přesažení hranice 85 dB je povinen kontrolovat, zda zaměstnanec ochranné prostředky používá. [19]

- „Pokud expozice hluku za jmenovitou dobu pracovního dne 8 h přesahuje dolní akční hodnotu 80 dB, musí mít zaměstnanec k dispozici chrániče sluchu
- Pokud expozice hluku za jmenovitou dobu pracovního dne 8 h přesahuje horní akční hodnotu 85 dB, musí zaměstnanec používat chrániče sluchu“

Osobních prostředků na ochranu sluchu existuje několik, jejich používání se však doporučuje podle intenzity hluku. Mezi nejjednodušší se řadí zátkové chrániče, které bývají zpravidla jednorázové. Ty jsou vhodné při používání v momentě, kdy je potřeba slyšet a vnímat informační zvuky či výstražné signály. Dalšími chrániči jsou sluchátkové (mušlové), které při nasazení obklopují celé ucho, díky čemuž zajistí pevné utěsnění, a proto se používají při intenzitě hluku nad 95 dB. V neposlední řadě se používají protihlukové přilby chránící část lebky a jejich použití je při intenzitě hluku nad 100 dB. Veškeré zmíněné chrániče se řadí mezi pasivní chrániče sluchu, které neobsahují žádné doplňkové vymoženosti. Druhou skupinou jsou

nepasivní chrániče sluchu, které se pyšní přidavnými mechanismy, jako jsou komunikační zařízení nebo systém na potlačení hluku. [19] [20]



Obrázek 1-2: Zátkové chrániče [21]



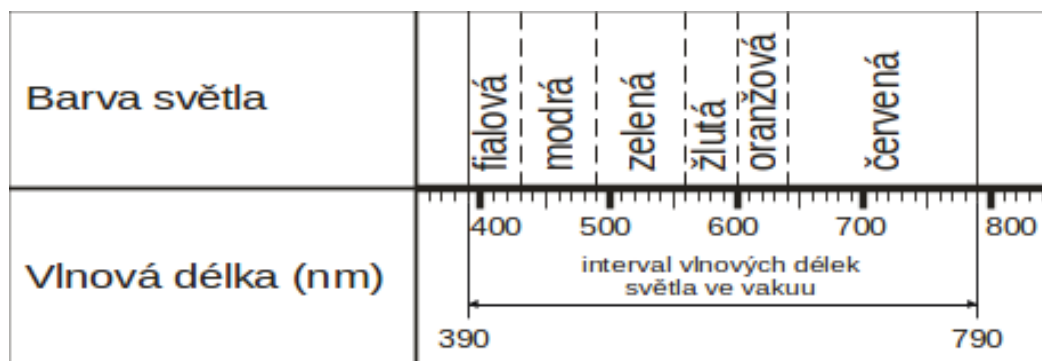
Obrázek 1-3: Sluchátkové chrániče [22]



Obrázek 1-4: Protihluková přilba [23]

#### 1.2.4 Světlo a osvětlení

Pro člověka tvoří světlo důležitý prvek, neboť nejvýznamnějším smyslem, kterým přijímá informace je zrak. V průměru se jedná o 75–90 % informací, které člověk přijme prostřednictvím zraku. Světlo je elektromagnetické vlnění, které můžeme vidět lidským okem, díky viditelnému spektru, kam spadají vlnové délky od 390 do 770 nanometrů tzn. Jedná se o spektrum umístěné mezi ultrafialovým a infračerveným zářením. Na vlnovou délku zelené barvy, která je okolo 550 nm reaguje lidské oko nejcitlivěji. Různé druhy barev vidáme díky vlnovým délka, které se odrážejí od povrchů objektů. Vlnové délky se měří v nanometrech (nm). [10] [24] [25] [26]



Obrázek 1-5: Rozložení barev světla podle příslušné vlnové délky [25]

„Světlo různých vlnových délek vyvolává u člověka zrakový vjem, který charakterizujeme jako barvu světla. Nejkratší vlnové délce odpovídá barva fialová a nejdelší barva červená. Mezi tím je řada dalších barev, které tvoří spektrum světla.“ [27]

Světlo se šíří pomocí jevu nazývajícím se Huygensův princip za pomoci vlnoploch, který zní: „Každý bod vlnoplochy, do něhož dospělo vlnění v určitém okamžiku, můžeme pokládat za zdroj elementárního vlnění, které se z něho šíří v elementárních vlnoplochách. Vlnoplocha v dalším časovém okamžiku je vnější obalová plocha všech elementárních vlnoploch.“ [27] [28]

Správné osvětlení pracovního prostředí je pro pracovníka důležitým aspektem, díky němuž lze zvýšit jak výkonnost, bezpečnost a kvalitu práce, tak snížit únavu. Osvětlení na pracovišti lze zajistit mnoha způsoby, přičemž nejlepší je použití přírodního (přirozeného) osvětlení, které navíc vytváří vhodné spektrum, na které je člověk adaptován. Nevýhodou tohoto osvětlení je však jeho kolísání intenzity. Zpravidla se jedná o změnu období během roku (léto–zima) nebo o změnu počasí. Dalším druhem osvětlení je umělé, nejčastěji používané ve vnitřních prostorách, které na pracovištích vytvoří trvalé světelné podmínky. Důležité je zmínit, že zde hraje roli, jak barva světla, tak barva osvětleného předmětu, protože předměty různých barev mohou vrhat odlesky. Ty způsobují pracovníkům zhoršené podmínky pro vykonávání práce na pracovištích, což má za následek snížení produktivity. [27]

Intenzita osvětlení, která se vypočítá dle Rovnice 1-2 je důležitá pro zrakový vjem a měří se v luxech (lx). Hodnoty, které jsou pro intenzitu nezbytné jsou dány druhem a jemností při výkonu práce. Z toho důvodu se rozdělují práce na potřebné osvětlení do 6 tříd. Od první třídy, kde jsou požadavky na osvětlení mimořádné a hodnota přesahuje 5000 lx po šestou třídu, kde jsou požadavky velmi malé a osvětlení je mezi hodnotami 25–100 (lx). [3] [10]

$$E = \frac{d\Phi}{dS} [lx] \quad (2)$$

*Rovnice 1-2: Intenzita osvětlení*

### 1.2.5 Vibrace

„*Vibracemi (chvěním) rozumíme pohyby pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body mechanicky kmitají.*“ [3] Pro určení vibrací se vychází z hodnot, jako je amplituda, frekvence, časový průběh a směr. Pro upřesnění si můžeme uvést jednoduchý příklad, se kterým se setkal snad každý z nás. Vezměme si dieselovou lokomotivu, která patří k tradičnímu vozidlu na železnici. Je poháněná dieselovým motorem, který musí vyvinout velký kroučící moment na železná kola pro její pohyb. Tudíž vznikají veliké vibrace, které procházejí prostřednictvím dalších materiálů až na člověka. Samotné vibrace se rozdělují buďto na celkové čili působí na celé tělo (horizontální či vertikální) nebo na místní jako jsou například ruce. Účinky vibrací způsobují negativní vliv na člověka a jeho organismus, jako snížení pozornosti, zhoršení pracovní výkonnosti nebo únavu. Se samotným zdrojem vibrací se člověk nejčastěji setkává v průmyslovém odvětví, jehož příkladem je stavebnictví, strojírenství atd. Nejčastější onemocnění vzniká při práci, kdy se vibrace přenášejí na ruce, protože manipulace s těmito nástroji vyžaduje aktivní svalovou práci a přenos vibrací je dán podle síly stisku pracovníka. Dochází tak k postižení cév končetin, které může způsobit nemoci jako je syndrom karpálního tunelu. [3] [29] [30]

Při těchto problémech je samozřejmě důležité dbát na zdraví pracovníků, z toho důvodu je zavedení preventivních opatření nezbytnou součástí nicméně se jedná o velice problematické odvětví. Nejprve je při přípravě pracovního místa snahou eliminovat zdroj vibrací, poté následuje automatizování ručních prací jako je ovládání stroje na dálku. V prostředích, ve kterých nelze použít zmíněná preventivní opatření se používají antivibrační technická opatření, díky kterým se frekvence a amplitudy vibrací snižuje. Jedná se například o tlumiče nebo různé antivibrační podložky. Pracovníci mají možnost se vybavit ochrannými pomůckami například antivibračními rukavicemi, které nejsou zpravidla moc účinné a v některých případech sťažují vykonání dané práce. [3]

Vibrace se dělí podle přenosu na celkové vibrace, ty jsou v rozsahu kmitočtu 0,5 – 80 Hz. Jsou přenášeny například na osobu, která sedí na vibrujícím sedadle. Mezi další patří celkové vertikální vibrace, jež vyvolává kinetózu a je v rozsahu do 0,5 Hz, vibrace přenášeny na ruce, se kterými se běžně pracovník setkává při manipulaci vibrujícího stroje s frekvencí od 8 do 1000 Hz. Dalšími vibracemi mohou být vibrace v budovách, vibrace přenášeny zvláštním způsobem, mechanický ráz či otřesy. [30] [31]

Při projekci provozu a techniky je nezbytné, aby nedocházelo k nepříznivému působení vibrací na člověka, protože při frekvencích v oblasti 4–7 Hz vertikálních vibrací a pro horizontální vibrace menší než 2 Hz dochází k rezonování lidských těl, pro které je tento případ nevhodný a nepříjemný. Dle nařízení vlády č.272/2011 Sb. se přípustný expoziční limit celkových vertikálních a horizontálních vibrací přenášeny na zaměstnance vyjádřený průměrnou váženou hladinou zrychlení vibrací  $L_{aw,8h}$  v dB rovná 114 dB. Vibrace se měří pomocí měřicích přístrojů vybavených speciálními filtry, v praxi jsou to snímací čidla. [3] [32]

Pro správné pochopení a cíle projektu, je důležitou součástí neopomenout vyhlášku č. 432/2003 Sb., která se mimo jiné zaměřuje na „kritéria kategorizace prací“, kam spadá například prach, fyzická zátěž, pracovní poloha a mimo jiné i hluk a vibrace. [33]

Další důležitou vyhláškou pro správný postup měření je vyhláška nařízení vlády č. 272/2011 Sb. zabývající se „způsobem měření a hodnocení hluku a vibrací“. [34]

## 2 Měřicí zařízení

V této kapitole jsou popsána zařízení, kterými bude provedeno měření hluku a osvětlení. Jsou zde zmíněna jak mobilní zařízení, tak kalibrované přístroje pro měření fyzikálních veličin, které budou využity pro ověření přesnosti měření pomocí mobilních zařízení.

### 2.1 Hlukoměr Extech HD600

V této práci je pracováno se zvukoměrem Extech HD600 viz Obrázek 2-1, jehož rozsah měření je od 30 do 130 dB s přesností 1,4 dB. Použitý zvukoměr vyhovuje standardům měření dle norem ANSI a IEC61672-1 Typ 2, s možností záznamu dat až 20 000 záznamů v intervalu 1–59 sekund se stopou skutečného času. Přístroj umožňuje zachycení až 10 měření s možností připojení k PC pro přesun dat.[35]

Hlukoměry se rozdělují na dva typy. Buďto s odchylkou  $\pm 4$  dB, které se řadí mezi běžné hlukoměry, anebo s odchylkou  $\pm 2$  dB, které jsou přesnější. Pro náš experiment bude tedy použit přístroj přesnější. Nejdůležitější součástí přístroje tvoří kondenzátorový mikrofon, dalšími součástmi jsou zesilovač a analogové přepínání rozsahů. [1]



Obrázek 2-1: Hlukoměr Extech HD600 [35]

#### Technické parametry:

Tabulka 2-1: Parametry přístroje Extech HD600

Měřicí rozsah	30–130 dB
Přesnost	1,4 dB
Možnost záznamu dat	Až 20 000 záznamů v intervalu 1 až 59 sekund
Displej	LCD displej s analogovým sloupovým grafem
Funkce	Max/Min a Data Hold, možnost zachycení 10 měření/s s připojením k PC, vestavěný USB port
Frekvenční vážení	A a C



## 2.2 Luxmetr Extech HD450

Pro naměření hodnot intenzity osvětlení ve třech prostředích, které jsou zmíněné níže, je zvolen přístroj Luxmetr Extech HD450 viz Obrázek 2-2, který je přímo určen pro takováto měření. Tento přístroj je na ovládání velice jednoduchý, jelikož obsahuje pouze pár tlačítek ve spodní části přístroje a displej s grafickou stupnicí a číselným zobrazením naměřené intenzity. Displej dále zobrazuje rozsahy měření, které lze nastavit podle potřeby, maximální či minimální naměřené hodnoty a možnost přepínání jednotek měření intenzity mezi luxy a kandely. Součástí Luxmetru je křemíková fotodioda s filtrem, jež funguje jako senzor pro měření intenzity, a která se připojuje shora měřicího zařízení. [36]

Podstatou experimentu je změření hodnot tímto přístrojem a následné porovnání s hodnotami, které se naměří mobilními aplikacemi ve zmíněných mobilních zařízeních.



Obrázek 2-2: Luxmetr Extech HD450 [36]

### Technické parametry:

Tabulka 2-2: Parametry přístroje Extech HD450

Měřicí rozsahy	400, 4 000, 40 000, 400 000 [lx]
Rozlišení intenzity osvětlení	0,1 /1/ 10/ 100 [lx]
Přesnost	± 5 %
Jednotky	Luxy [lx], lumeny [fc]
Maximální rozlišení	0,1 luxů
Displej	Podsvícený LCD displej se zobrazením 4000 digitů a se 40 segmentovým sloupcovým indikátorem
Vnitřní paměť	16 000 záznamových bodů
Senzor	Křemíková fotodioda s filtrem
Korekce	Korekce úhlu dopadu, korekce spektrální citlivosti
Světelné spektrum	470–690 nm podle normy CIE
Rozměry luxmetru	170 x 80 x 40 [mm]
Rozměry senzoru	100 x 60 x 27 [mm]
Software	Windows kompatibilní software s USB

## 2.3 Mobilní zařízení

Současné smartphony umožňují naměření mechanických veličin díky stažení různých aplikací a sensorům, jako je například sensor měření světla nazývaný se Light sensor (světelný sensor) a sensor na měření hluku. Je zapotřebí vzít v úvahu, že z důvodu designu telefonu se v těchto zařízeních šetří místem. Proto se klade důraz na malou velikost sensorů, přičemž dochází k ovlivnění jejich kvality jak cenou, tak velikostí telefonu. V návaznosti na to tak údaje získané z těchto zařízení nemusí přímo odpovídat údajům naměřeným zařízeními pro to určené. [1]

Pro naměření experimentu jsou použita tři zařízení, a to jeden smartphone s operačním systémem Android (Samsung Galaxy S23), jeden smartphone s operačním systémem iOS (iPhone SE 2022) a dále tablet s operačním systémem Android (Samsung Galaxy TAB A7). Z důvodu aktuálnosti je stanovená doba stáří zařízení maximálně 3 roky, zvolena proto byla právě tato zařízení.



Obrázek 2-3: Samsung Galaxy S23 [37]



Obrázek 2-4: Samsung Galaxy TAB A7 [38]



Obrázek 2-5: iPhone SE 2022 [39]

Do všech zmíněných zařízení jsou staženy stejné aplikace z internetového obchodu Google Play pro Android a App Store pro iOS. Pro měření intenzity světla (osvětlení) jsou v jednotlivých vyhledávacích zvolena klíčová slova Light Meter, Lux Meter a u měření hluku hlukoměr a měřič hladiny zvuku. U návrhu experimentu je pro testování aplikací nedílnou součástí stanovení základních kritérií, za kterých se daný pokus zrealizuje a zajistí stejné obtížnosti měření. [2]

### 2.3.1 Samsung Galaxy S23

Smartphony značky Samsung se řadí k vlajkovým lodím mezi telefony. Tento model Samsung Galaxy S23 patří spolu s modely S23+ a S23 Ultra do řady S23, tedy jedné z nejnovějších řad telefonů Samsung. Samotný název „S23“ označuje rok výroby telefonů.

Tabulka 2-3: Parametry Samsung Galaxy S23

<b>Displej</b>	
Typ displeje	AMOLED
Vlastnosti displeje	Gorilla glass (Victus 2), HDR 10+
Obnovovací frekvence displeje	120 Hz
Svítivost displeje	1750 Nits
Jemnost displeje	425 PPI
<b>Fotoaparát</b>	
Světelnost zadního fotoaparátu	f/1,8
Rozlišení fotoaparátu s teleobjektivem	10Mpx
Světelnost fotoaparátu s teleobjektivem	f/2,4
Rozlišení širokoúhlého fotoaparátu	12Mpx
Světelnost širokoúhlého fotoaparátu	f/2,2
Rozlišení předního fotoaparátu	12Mpx
Světelnost předního fotoaparátu	f/2,2
Maximální světelnost	f/1,8
Podporovaná rozlišení a snímková frekvence (FPS)	4320p (8K) 30fps, 4320p (8K) 24fps, 2160p (4K) 60fps, 2160p (4K) 30fps, 1080p (Full HD) 60fps, 1080p (Full HD) 240fps, 1080p (Full HD) 960fps, 720p (HD) 30fps

### 2.3.2 Samsung Galaxy TAB A7

Samsung Galaxy TAB A7 je ze zvolených mobilních zařízení nejstarší. Starší model byl zvolen záměrně, aby mohlo být zajištěno, zda lze hodnoty pohodlně měřit i na starších zařízeních. Rok výroby u tohoto zařízení je 2019.

Tabulka 2-4: Parametry Samsung Galaxy TAB A7

<b>Displej</b>	
Úhlopříčka displeje	8,7“ (22,1 cm)
Rozlišení v pixelech	HD 1340 x 800
Technologie displeje	TFT
Jemnost displeje	179 PPI
<b>Fotoaparát</b>	

Funkce fotoaparátu	Prisvětlovací dioda
Podpora rozlišení a snímková frekvence (FPS)	1080p (Full HD) 30fps

### 2.3.3 iPhone SE 2022

Obdobně jako značka Samsung, tak i iPhone se řadí k vlajkovým lodím mezi telefony a převážně tyto dvě značky mezi sebou soupeří ve zdokonalování smartphonů. Zkratka SE označuje Special Edition a označení „2022“ u názvu telefonu značí rok výroby.

Tabulka 2-5: Parametry iPhone SE 2022

<b>Displej</b>	
Typ displeje	IPS
Obnovovací frekvence displeje	60 Hz
<b>Fotoaparát</b>	
Rozlišení hlavního zadního fotoaparátu	12 Mpx
Světelnost zadního fotoaparátu	f/1,8
Rozlišení předního fotoaparátu	7 Mpx
Světelnost předního fotoaparátu	f/2,2
Maximální světelnost	f/1,8
Maximální rozlišení videa	3840 x 2160 (4K Ultra HD)

### 3 Návrh experimentu

V této kapitole je popsán detailní postup samotného měření jak pro měření intenzity osvětlení, tak pro měření hluku. Pro docílení správného měření, zejména aby byly zajištěny totožné podmínky u všech měření, je nutností stanovení kritérií a stažení aplikací, které těmto kritériím vyhovují.

#### 3.1 Kritéria experimentu pro měření intenzity světla (osvětlení)

Z důvodu aktuálnosti a zavedení pravidel byla pro výběr stanovena následující kritéria:

- Bezplatná aplikace,
- Hodnocení 4,4 a více,
- Počet recenzí více než 100 uživatelů,
- Vydání či poslední aktualizace aplikace v roce 2022,
- Jednotky světla: Lux.

Daná měření intenzity světla se provádí za totožných podmínek ve třech různých prostředích. Těmito prostředími jsou měření za denního světla na slunci (denní osvětlení), měření pod umělým světlem s vytaženými roletami a měření pod umělým světlem se zataženými roletami.

Zařízení pro měření intenzity světla jsou vybavená fotorezistorem, jehož princip je: „založen na vnitřním fotoelektrickém jevu: světlo, které dopadá, narazí do elektronu ve valenční sféře (na horní součástku) a předá mu svoji energii. Čím více světla dopadá, tím více vzniká volných elektronů a zvyšuje se elektrická vodivost“. [40] Tento senzor se nachází u zařízeních nad displejem, díky čemuž detekuje, zda utlumit nebo naopak zesvětlit displej podle toho, v jakém prostředí se zařízení nachází. [41]

##### 3.1.1 Využití aplikace

Se zohledněním výše uvedených kritérií bylo na Google Play a App Store vybráno pět následujících aplikací pro mobilní zařízení.

Tabulka 3-1: Využití mobilních aplikací pro měření intenzity osvětlení

Aplikace	Operační systém	Vizualizace	Specifikace	Rating
Photone – Grow Light Meter	Android, iOS		Verze: 0.5.2 Aktualizace: 2023 Velikost: 19,3 MB	Hodnocení: 4.9 Recenze: 4 039
Light Meter LM-3000	iOS		Verze: 1.9.2 Aktualizace: 2023 Velikost: 15,1 MB	Hodnocení: 4,4 Recenze: 100+

Lux Light Meter Pro	iOS		Verze: 2.1.1 Aktualizace: 2023 Velikost: 50,4 MB	Hodnocení: 4,4 Recenze: 100+
Lux Light Meter Pro	Android		Verze: 031.2022.01.11 Aktualizace: 2022 Velikost: 3,32 MB	Hodnocení: 4,9 Recenze: 42 960
Měřič světla	Android		Verze: 0.17.2 Aktualizace: 2024 Velikost: 9,35 MB	Hodnocení: 4,9 Recenze: 7 000+

### 3.2 Kritéria experimentu pro měření hluku

Z důvodu aktuálnosti a zavedení pravidel jsme pro výběr aplikací stanovili následující kritéria:

- Bezplatná aplikace,
- Váhové filtr A/C,
- Hodnocení 4,4 a více,
- Počet recenzí více než 100 uživatelů,
- Vydání či poslední aktualizace aplikace v roce 2022,
- Jednotky hluku: dB.

Pro experiment byly vybrány 3 prostředí s různým hladinovým rozmezím. Zmíněná testovací prostředí jsou následující:

- Tiché prostředí: 0–40 dB,
- Prostředí se středními hodnotami zvuku: 45–65 dB,
- Hlučné prostředí: 70+ dB.

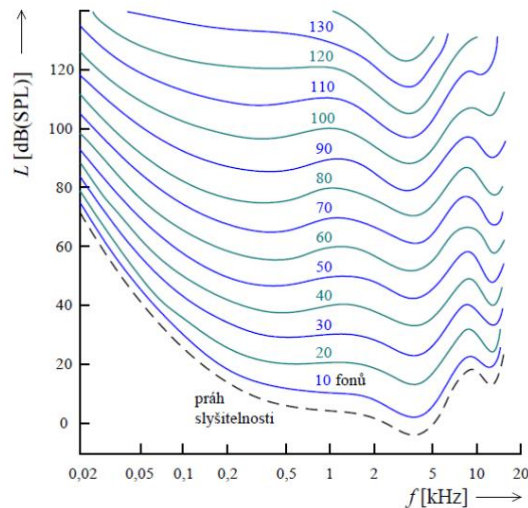
Tyto 3 situace jsou měřené ve vnitřních prostorech, přičemž aby se docílilo nasimulování středně hlučného a hlučného prostředí, tak je použita pomocná vrtačka, která zmíněné situace uměle vytvoří.

Obdobně jako u měření intenzity osvětlení obsahují smartphony zabudovaná zařízení pro měření hluku, samozřejmě nutností je stažení aplikací pro to určených. Jedná se o vestavěný mikrofon telefonu sloužící pro příjem a měření úrovně hluku, která je následně normována a přepočítávána na decibely a zobrazena na grafickém budíku na displeji. [42]

#### 3.2.1 Váhové filtry

Váhové filtry jsou důležité z toho důvodu, že lidský sluch nemá při různých kmitočtech stejnou citlivost. Zavádějí se tedy proto, aby přepočítaly naměřené hodnoty jednotlivých hladin zvuku na takovou hladinu, při kterém je lidský sluch dokáže vnímat.

„Váhové funkce jsou odvozeny od tzv. hladin hlasitosti (Fletcherovy-Munsonovy křivky), které udávají, jaký akustický tlak způsobí na různých kmitočtech stejný vjem hlasitosti jako referenční tón s kmitočtem 1 kHz. Jednotkou hladiny hlasitosti jsou fony [Ph]. Kmitočtové charakteristiky váhových filtrů jsou korekční křivky, které se sčítají s naměřeným spektrem signálu, a jsou proto inverzní ke křivkám stejné hlasitosti.“ [43]



Obrázek 3-1: Fletcherovy-Munsonovy křivky [43]

Váhových filtrů je celá řada – A, B, C, D, G, Z, přičemž v praxi se nejčastěji používají filtry A a C. Váhový filtr typu A je nejpoužívanější a slouží k přepočtu skutečným naměřených hodnot hladin zvuku na takové hodnoty, aby lidský sluch zaznamenal tyto kmitočty. Typ C se zabývá popisem zvuků velmi vysoké intenzity, přičemž jeho hlasitost odpovídá 100 phonům. [43] [44]

### 3.2.2 Využití aplikace

Se zohledněním výše uvedených kritérií bylo na Google Play a App Store vybráno následujících šest aplikací pro mobilní zařízení.

Tabulka 3-2: Využití mobilní aplikace pro měření zvuku

Aplikace	Operační systém	Vizualizace	Specifikace	Rating
Decibel X – Pro Sound Meter	Android, iOS		Verze: 9.2.7 Aktualizace: 2024 Velikost: 59 MB	Hodnocení: 4,6 Recenze: 8 900
Sound Meter	Android, iOS		Verze: 1.1.16 Aktualizace: 2023 Velikost: 7,89 MB	Hodnocení: 4,6 Recenze: 6 870
Měřič Hladiny Zvuku	iOS		Verze: 1.3 Aktualizace: 2023 Velikost: 6,4 MB	Hodnocení: 4,5 Recenze: 102



NIOSH Sound Level Meter	iOS		Verze: 1.2.6 Aktualizace: 2023 Velikost: 18 MB	Hodnocení: 4,8 Recenze: 27
Sound Meter	Android, iOS		Verze: 1.1.17 Aktualizace: 2024 Velikost: 60 MB	Hodnocení: 4,5 Recenze: 1 240
Sound Meter – Decibel Levels	Android		Verze: 1.0.2 Aktualizace: 2023 Velikost: 65 MB	Hodnocení: 4,5 Recenze: 1 000

### 3.3 Postup měření intenzity osvětlení

Prvním měřeným prostředím je prostředí pod umělým světlem v místnosti s vytaženými okenními roletami, kde umělé světlo představují rozsvícené zářivky v laboratoři. Dále se toto prostředí označuje pro zjednodušení PS 1. Na pracovní stůl, kde celé měření probíhá, se položí křemíková fotodioda připojená k přístroji Luxmetr Extech HD450, která snímá intenzitu okolního světla v laboratoři, jenž odpovídá 430 lx. Vedle fotodiody se umístí jedno ze tří mobilních zařízení a následně se provádí měření pomocí všech aplikací, které jsou zmíněné výše. Po naměření hodnot dochází k výměně za další mobilní zařízení a měření se opakuje, viz Obrázek 3-2, Obrázek 3-3.



Obrázek 3-2: Měření se zařízením Samsung Galaxy TAB A7 v prvním prostředí



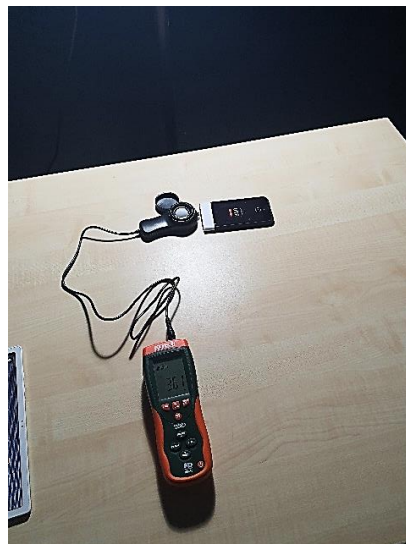
Obrázek 3-3: Měření se zařízením Samsung Galaxy S23 v prvním prostředí



Následuje měření v prostředí pod umělým světlem se zataženými roletami, kde umělé světlo je vytvořené pomocí halogenové lampy a světelné toky paprsků jsou cílené do prostoru na stůl (prostředí označené jako PS 2). Postup měření je prakticky totožný, nicméně u tohoto měření je pro přesnost nutné umístit křemíkovou fotodiodu, která je připojená k luxmetru Extech HD450, a použít mobilní zařízení do prostoru dopadajících paprsků z lampy na stůl. Hodnota intenzity osvětlení, kterou měří křemíková fotodioda, odpovídá 360 lx, viz Obrázek 3-4, Obrázek 3-5.



Obrázek 3-4: Měření se zařízením Samsung Galaxy TAB A7 ve druhém prostředí



Obrázek 3-5: Měření se zařízením iPhone SE 2022 ve druhém prostředí za použití difuzéru

Posledním scénářem je měření za denního světla na slunci (denní osvětlení), jehož princip je obdobný jako u dvou předchozích měření. Opět je zde toto prostředí označeno pro zjednodušení jako PS 3. Měřicí zařízení Luxmetr Extech HD450 je položen na parapet k oknu s vytaženými roletami, kde se toto měření provádí a kde sluneční paprsky dopadají na křemíkovou fotodiodu, které vytváří hodnotu intenzity 4250 lx. Následně se u křemíkové fotodiody postupně vystřídají jednotlivá mobilní zařízení, viz Obrázek 3-6, Obrázek 3-7.



Obrázek 3-6: Měření se zařízením iPhone SE 2022 ve třetím prostředí za použití difuzéru



Obrázek 3-7: Měření se zařízením Samsung Galaxy S23 ve třetím prostředí

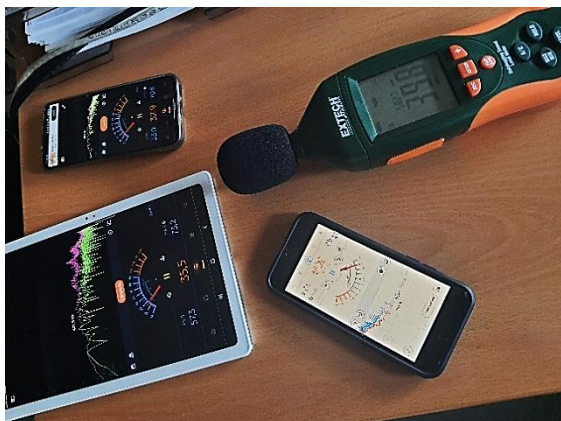
### 3.4 Postup měření hluku

Prvním prostředím je tiché prostředí, které spadá do rozsahu 0–40 dB. Pro následující prostředí se používá označení PH 1. S tímto prostředím se běžně setkáváme v kancelářích či v bytech, jedná se zpravidla o tichou (normální) mluvu mezi lidmi. Měření se provádí v laboratoři za normálních podmínek, kde se zjišťuje intenzita okolního hluku. Zvukoměr Extech HD600 se položí do místa, kde se intenzita hluku měří, tedy na stůl. Vedle zvukoměru se umístí veškerá mobilní zařízení, která se používají, a jejich reproduktory se natočí směrem k mikrofonu zvukoměru, jelikož intenzita hluku se měří právě jimi, viz Obrázek 3-8. Po naměření hodnot první aplikací na všech mobilních zařízeních se aplikace vystřídají.



Obrázek 3-8: Postup měření intenzity hluku v prvním prostředí

Následuje prostředí se středními hodnotami zvuku, tedy v rozmezí 45–65 dB, následně označováno jako PH 2. S tímto prostředím se například setkáme na ulicích v rušném provozu nebo při křiku. V našem případě je hluk nasimulován pomocí zapnuté vrtačky Patriot AVO180 (Obrázek 3-10), která se umístí 2 metry od zvukoměru Extech HD600 a zastíní se krabicí pro lehké snížení hluku. Pro měření je důležitá konzistence zvuku, aby se hodnoty mohly zaznamenat, protože v momentě kolísání zvuku, jako například u rádiového vysílání, intenzita zvuku kolísá z tichých hodnot na hlučné. Z tohoto důvodu je použita právě vrtačka, která zajišťuje stálou intenzitu zvuku. Měření se provádí obdobným způsobem, tj. měřicí zařízení se položí na stůl a vedle něho se umístí všechna mobilní zařízení, viz Obrázek 3-9.



Obrázek 3-9: Postup měření intenzity hluku ve druhém prostředí



Obrázek 3-10: Patriot AVO180 pro nasimulování hluku

Poslední měření probíhá v hlučném prostředí při hodnotách intenzity hluku 70+ dB. Hlučné prostředí je vytvořeno opět za pomoci vrtačky, která se umístí do místa měřicího prostředí čili na stůl vedle měřicího přístroje Extech HD600 a ostatních mobilních zařízení, viz Obrázek 3-11. Dále se pro zjednodušení používá označení PH 3. Tento rozsah hluku může při dlouhodobém poslechu způsobit ohluchnutí a bolesti hlavy, proto je doporučeno používání ochranných prostředků. S touto intenzitou hluku se setkáváme například na diskotékách. Měření opět probíhá v kanceláři stejným způsobem, tj. po naměření hodnot první aplikací na všech mobilních zařízení se aplikace prohodí.



*Obrázek 3-11: Postup měření intenzity hluku ve třetím prostředí*



## 4 Provedení experimentu a sběr dat

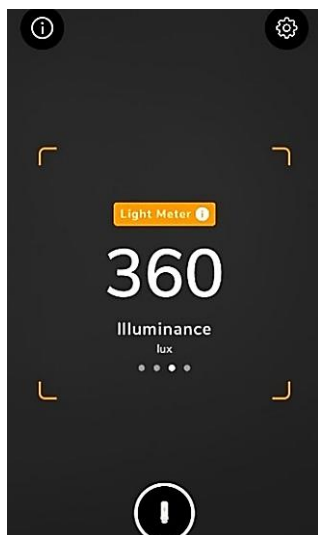
Tato kapitola se zaměřuje na samotné praktické měření, jak intenzity osvětlení, tak intenzity hluku, která jsou prováděna ve třech různých prostředích. Pro experiment je použita školní laboratoř, která je vybavena veškerými potřebnými pomůckami nezbytnými pro daný experiment.

### 4.1 Měření intenzity osvětlení

Pro měření intenzity osvětlení je zvolena školní laboratoř, která svými možnostmi, jako je například docílení úplné tmy nebo její regulování, díky zatahovacím roletám, zajistí potřebné prostředí pro experiment. Dále je k jeho provedení zapotřebí speciálního měřicího zařízení Luxmetr Extech HD450 a třech mobilních zařízení obsahující nainstalované mobilní aplikace. Veškerá zařízení včetně aplikací jsou popsána v předešlých kapitolách. Během přípravy experimentu nastal problém s tím, že mobilní zařízení s operačním systémem Android a iOS nedovolují stažení stejných aplikací na Google Play a App Store. Proto bylo staženo pět aplikací, pro které platí, že samotný postup a forma měření je totožná, viz Tabulka 3-1. Je proto pracováno s jednou aplikací kompatibilní pro oba operační systémy, dvěma aplikacemi (Light Meter LM-3000, Lux Light Meter Pro) pro operační systém iOS a dvěma aplikacemi (Lux Light Meter Pro, Měřič světla) pro Android.

#### Aplikace Photone – Grow Light Meter

První použitou aplikací je Photone – Grow Light Meter. U této aplikace se nejprve musela provést kalibrace s luxmetrem pro správné nastavení výchozí hodnoty, kterou je hodnota 800 lx. Dále aplikace požadovala před měřením použití tzv. difuzéru. Jedná se o proužek bílého papíru, který se umístí na přední čočku mobilního zařízení. Ten zajistí, že se měřená intenzita světla rozprostře na celou jeho část, a díky tomu přední čočka, která snímá intenzitu, získává více dat pro měření. Výsledná data jsou proto přesnější, viz Obrázek 4-2.



Obrázek 4-1: Měření aplikace Photone – Grow Light Meter na iPhone SE 2022



Obrázek 4-2: Aplikace difuzéru na mobilní zařízení Samsung Galaxy S23

Po těchto nutných úpravách, které aplikace požadovala, je možné začít s měřením. Jako první se provádí měření v prostředí označené jako PS 1. Následuje přikládání jednotlivých mobilních zařízení a naměřené hodnoty intenzity jsou zapsány do tabulky a porovnány s hodnotou naměřenou Luxmetrem (Tabulka 4-1). Stejný princip měření probíhá v prostředích označených jako PS 2 a PS 3. Vizuální podoba aplikace je zachycena na printscreenu výše, viz Obrázek 4-1.

Tabulka 4-1: Naměřené hodnoty pro aplikaci Photone – Grow Light Meter

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [lx]	iPhone SE 2022 [lx]	Samsung Galaxy S23 [lx]	Samsung Galaxy TAB A7 [lx]
PS 1	430	430	410	340
PS 2	360	360	380	280
PS 3	4250	3600	2400	390

### Aplikace Light Meter LM-3000

Následující staženou aplikací je Light Meter LM-3000. Jedná se o jednu ze dvou aplikací, která je podporována pouze operačním systémem iOS. Z toho důvodu mobilní zařízení Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7 nemají v uvedené tabulce naměřené hodnoty. Stejně jako aplikaci Photone – Grow Light Meter i tuto aplikaci je nutné nejprve zkalibrovat opět pomocí difuzéru. Tato kalibrace se provádí stejným způsobem. Aplikace není vizuálně ničím výjimečná, pouze ukazuje obrázek zvukoměru odečítající intenzitu naměřené hodnoty, viz Obrázek 4-3.



Obrázek 4-3: Měření aplikace Light Meter LM-3000 na iPhone SE 2022

Po nakalibrování se provádí jako první měření v prostředí PS 1. Postup experimentu je totožný jako u předchozí aplikace Photone – Grow Light Meter. Měřicí zařízení Luxmetr Extech HD450 pomocí křemíkové fotodiody zaznamená hodnoty intenzit ve všech prostředích, tedy v PS 1 až PS 3, poté následuje přiložení mobilního zařízení iPhone SE 2022 k diodě a zapsání naměřených hodnot do Tabulka 4-2.

Tabulka 4-2: Naměřené hodnoty pro aplikaci Light Meter LM-3000

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [lx]	iPhone SE 2022 [lx]
PS 1	430	420
PS 2	360	330
PS 3	4250	3300

### Aplikace Lux Light Meter Pro

Jedná se o druhou aplikaci, jež je kompatibilní pouze s operačním systémem iOS, tudíž může být využita pouze na iPhone SE 2022, a stejně jako předchozí aplikace je nutné před použitím zkalibrovat pomocí difuzéru. Obdobně jako u předchozích aplikací se i zde provedou nutné úpravy okolí (zatažení rolet apod.), které zajistí prostředí pro tři jednotlivá měření. Poté následuje přiložení iPhone SE 2022 k diodě a sepsání hodnot do Tabulka 4-3. Samotný vizuál aplikace je podobný té předchozí s výjimkou, že jsou zde vidět data nejvyšších a nejnižších naměřených hodnot, viz Obrázek 4-4.



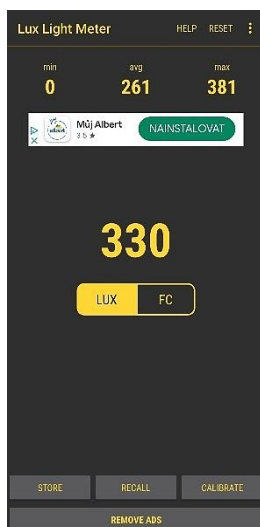
Obrázek 4-4: Měření aplikace Lux Light Meter Pro na iPhone SE 2022

Tabulka 4-3: Naměřené hodnoty pro aplikaci Lux Light Meter Pro

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [lx]	iPhone SE 2022 [lx]
PS 1	430	190
PS 2	360	160
PS 3	4250	1950

## Aplikace Lux Light Meter Pro

Nyní se přesuneme k první ze dvou aplikací, které podporují operační systém Android a jsou testovány na Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7. Zmíněná aplikace se před použitím musí opět zkalibrovat. Kalibrace se provádí uvnitř samotné aplikace podle výchozí hodnoty u měřicího zařízení luxmetru, která je 800 lx. Po dokončení kalibrace se připraví podmínky pro měření v prvním prostředí PS 1. Postupně se po naměření hodnot vedle křemíkové fotodiody vystřídají obě zařízení a jednotlivé údaje se zaznamenají do tabulky. Následuje měření v dalších dvou prostředích stejným způsobem a zapsání hodnot do Tabulka 4-4. U této aplikace lze oproti předešlým aplikacím sledovat nejen maximální a minimální naměřené hodnoty, ale i průměrnou hodnotu naměřené intenzity osvětlení, viz Obrázek 4-5.



Obrázek 4-5: Měření aplikace Lux Light Meter Pro na Samsung Galaxy S23

Tabulka 4-4: Naměřené hodnoty pro aplikaci Lux Light Meter Pro

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [lx]	Samsung Galaxy S23 [lx]	Samsung Galaxy TAB A7 [lx]
PS 1	430	330	230
PS 2	360	350	300
PS 3	4250	1570	160

## Aplikace Měřič světla

Poslední zkoumanou aplikací měřící intenzitu světla pro operační systém Android je Měřič světla. U této aplikace, stejně tak jako u předchozí, se kalibrace provádí stejným způsobem (zadání výchozí hodnoty). Následně se provede měření ve třech stanovených prostředích a naměřené hodnoty intenzit na mobilních zařízeních Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7 se zaznamenají do Tabulka 4-5. Pro ilustraci, jakým způsobem aplikace měří, je pořízen printscreen z měření v jednom z prostředí, viz Obrázek 4-6.



Obrázek 4-6: Měření aplikace Měřič světla na Samsung Galaxy S23

Tabulka 4-5: Naměřené hodnoty pro aplikaci Měřič světla

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [lx]	Samsung Galaxy S23 [lx]	Samsung Galaxy TAB A7 [lx]
PS 1	430	350	230
PS 2	360	320	220
PS 3	4250	1500	200

## 4.2 Měření intenzity hluku

Obdobně jako při měření intenzity osvětlení i zde je použita školní laboratoř díky svým vlastnostem pro dosažení a splnění experimentu, jako je například lepší odhlučnění od okolního prostředí. Ke zjišťování intenzity hluku se používá přístroj Extech HD600, který je vybavený kondenzátorovým mikrofonom. Jím naměřené hodnoty se následně porovnají s hodnotami naměřenými třemi mobilními zařízeními pomocí nainstalovaných aplikací, viz Tabulka 3-2. Podobně jako u aplikací pro osvětlení jsou i zde některé aplikace, konkrétně tři, kompatibilní s operačními systémy Android a iOS, dvě aplikace (Měřič Hladiny Zvuku, NIOSH Sound Level Meter) jsou kompatibilní pouze s iOS a jedna (Sound Meter – Decibel Levels) pouze s operačním systémem Android. Během měření intenzity hluku v jednotlivých prostředích je podstatné neprovádět žádné zbytečné pohyby, aby nedocházelo k nežádoucím zvukům (hlukům), které mohou experiment ovlivnit. Následně během měření na mobilních zařízeních je nutné nejprve nechat intenzitu hodnot ustálit a teprve potom je zaznamenat z důvodu vysoké citlivosti.

### Aplikace Decibel X – Pro Sound Meter

První zkoumanou aplikací je Decibel X-Pro Sound Meter, kterou je měřeno na všech mobilních zařízeních. Tato aplikace umožňuje použití kalibrace, nicméně při cvičném měření je zjištěno, že není potřeba, protože při porovnání hodnot s přístrojem Extech HD600 se hodnoty zcela shodují. Měření se opět provádí ve všech třech prostředích na jednotlivých mobilních zařízeních a zjištěné hodnoty jsou zaznamenány do Tabulka 4-6. Vizualní stránka aplikace se jeví jako velice propracovaná díky grafu ukazující závislost velikosti decibelů na počtu Hz, viz Obrázek 4-7.





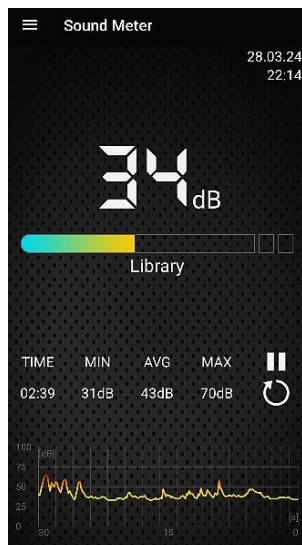
Obrázek 4-7: Měření aplikace Decibel X – Pro Sound Meter na Samsung Galaxy S23

Tabulka 4-6: Naměřené hodnoty pro aplikaci Decibel X – Pro Sound Meter

Prostředí	Luxmetr Extech HD600 [dB]	Samsung Galaxy S23 [dB]	Samsung Galaxy TAB A7 [dB]	iPhone SE 2022 [dB]
PH 1	34	32	33	31
PH 2	61	60	68	62
PH 3	74	79	84	79

### Aplikace Sound Meter

Druhá aplikace, již se měří na všech mobilních zařízeních, a je tedy kompatibilní jak s operačním systémem Android, tak s iOS, je Sound Meter. U této aplikace je opět možné provedení kalibrace systému. Při cvičném měření je zjištěno, že je kalibrace velkou nutností, jelikož hodnoty před kalibrací se velice odchylojí od hodnot naměřených zvukoměrem. Po provedení kalibrace následuje opět měření ve všech zadaných prostředích, tentokrát už s mnohem větší přesností, a naměřené údaje jsou zaznamenány do Tabulka 4-7. Za zmínku stojí, že aplikace zobrazuje kromě naměřených decibelů a minimálních a maximálních hodnot také grafické znázornění a informativní popis jako je například „Library“ či „Conversation“ při určité naměřené hodnotě, viz Obrázek 4-8.



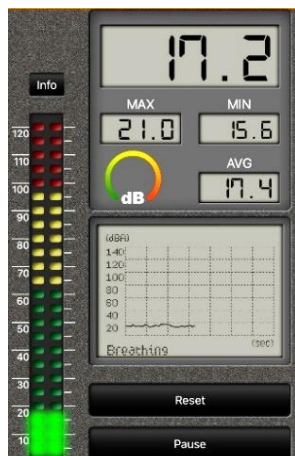
Obrázek 4-8: Měření aplikace Sound Meter na Samsung Galaxy S23

Tabulka 4-7: Naměřené hodnoty pro aplikaci Sound Meter

Prostředí	Luxmetr Extech HD600 [dB]	Samsung Galaxy S23 [dB]	Samsung Galaxy TAB A7 [dB]	iPhone SE 2022 [dB]
PH 1	34	34	33	37
PH 2	61	68	64	68
PH 3	74	78	74	78

### Aplikace Měřič Hladiny Zvuku

S aplikací je měřeno pouze na zařízení iPhone SE 2022. Po měření ve všech prostředích je z naměřených hodnot zjištěno (viz Tabulka 4-8), že tato aplikace naměřila hodnoty ze všech aplikací nejhůře. To je pravděpodobně zapříčiněno tím, že aplikaci není možné kalibrovat. I samotná vizualizace aplikace, působí velice zastarale, viz Obrázek 4-9. Podrobnější informace k vyhodnocení jsou uvedena v následující kapitole.



Obrázek 4-9: Měření aplikace Měřič Hladiny Zvuku na iPhone SE 2022

Tabulka 4-8: Naměřené hodnoty pro aplikaci Měřič Hladiny Zvuku

Prostředí	Luxmetr Extech HD600 [dB]	iPhone SE 2022 [dB]
PH 1	34	18
PH 2	61	37
PH 3	74	45

### Aplikace NIOSH Sound Level Meter

Jedná se o druhou aplikaci, která je kompatibilní pouze s operačním systémem iOS, a proto Tabulka 4-9 obsahuje pouze mobilní zařízení iPhone SE 2022. Při spuštění aplikace je stejně jako u většiny ostatních aplikací zjištěno, že zahrnuje možnost provedení kalibrace. Nicméně během měření není potřeba kalibraci provádět, jelikož naměřené hodnoty se zcela shodují s porovnávanými hodnotami ze zařízení Extech HD600. Vizuální stránka NIOSH Sound Level Meter působí velice jednoduše, protože během měření aplikace nevykresluje žádné grafy, pouze číselně zobrazuje naměřená data, viz Obrázek 4-10.



Obrázek 4-10: Měření aplikace NIOSH Sound Level Meter na iPhone SE 2022

Tabulka 4-9: Naměřené hodnoty pro aplikaci NIOSH Sound Level Meter

Prostředí	Luxmetr Extech HD600 [dB]	iPhone SE 2022 [dB]
PH 1	34	34
PH 2	61	67
PH 3	74	84

### Aplikace Sound Meter

Tato mobilní aplikace se řadí mezi ty, které jsou kompatibilní s operačním systémem Android i iOS. Podobně obsahuje i možnost kalibrace před měřením, kterou však nebylo zapotřebí použít. Bohužel při instalaci na zařízení iPhone SE 2022 nastaly komplikace, které nebylo možné odstranit ani přes opětovné odinstalování a nainstalování samotné aplikace. Z toho důvodu Tabulka 4-10 obsahuje naměřená data pouze ze dvou mobilních zařízení, kterými jsou Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7. Během měření v jednotlivých prostředích vykresluje aplikace ze získaných hodnot na displeji graf, který je doplněn číselným budíkem, jak znázorňuje pořízený printscreen, viz Obrázek 4-11.



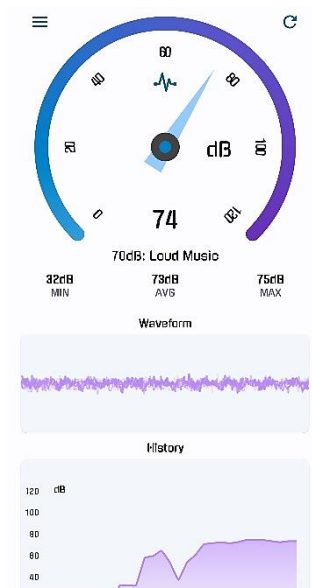
Obrázek 4-11: Měření aplikace Sound Meter na Samsung Galaxy S23

Tabulka 4-10: Naměřené hodnoty pro aplikaci Sound Meter

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [dB]	Samsung Galaxy S23 [dB]	Samsung Galaxy TAB A7 [dB]
PH 1	34	34	19
PH 2	61	64	45
PH 3	74	83	60

### Aplikace Sound Meter – Decibel Levels

Jedná se o poslední mobilní aplikaci pro měření intenzity hluku, kterou je měřeno na zařízeních Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7, viz Tabulka 4-11. Na rozdíl od jiných aplikací je u této nutností provedení kalibrace, která se provádí obdobným způsobem v nastavení. Poté se provádí měření ve všech třech prostředích. Jako u jedné z mála aplikací jsou získaná data v obou mobilních zařízeních téměř identická při porovnání s hlukoměrem Extech HD600. Co se týče vizuální stránky, je aplikace vybavena měřicím budíkem doplněným o informativní popis vyjadřující, o jaké prostředí se jedná. Dále je zde znázorněný graf v závislosti naměřených decibelů na čase, viz Obrázek 4-12.



Obrázek 4-12: Měření aplikace Sound Meter – Decibel Levels na Samsung Galaxy S23

Tabulka 4-11: Naměřené hodnoty pro aplikaci Sound Meter – Decibel Levels

Prostředí	Luxmetr Extech HD450 [dB]	Samsung Galaxy S23 [dB]	Samsung Galaxy TAB A7 [dB]
PH 1	34	36	34
PH 2	61	61	60
PH 3	74	75	74

## 5 Vyhodnocení experimentu

Samotná kapitola, jak už název napovídá, je zaměřena na podrobné shrnutí a porovnání výsledků měření intenzity osvětlení a intenzity hluku zanesených v tabulkách. Důraz se klade na vychýlení hodnot naměřených jednotlivými mobilními zařízeními oproti hodnotám naměřenými luxmetrem Extech HD450 a zvukoměrem Extech HD600.

### 5.1 Vyhodnocení měření intenzity osvětlení

Jako první se měřilo mobilní aplikací Photone – Grow Light Meter, která je jako jediná společná pro všechna mobilní zařízení. Z Tabulka 4-1 je viditelné, že při měření v prvních dvou prostředích se hodnoty pro zařízení iPhone SE 2022 a Samsung Galaxy S23 zcela shodují s naměřenými hodnotami přístroje Extech HD450. Nicméně se zařízením Samsung Galaxy TAB A7 se hodnoty liší v řádu stovek, což je pravděpodobně zapříčiněno stářím zařízení, jelikož ostatní zařízení jsou o 2-3 roky novější. Při měření na denním osvětlení, tedy v prostředí PS3, se hodnoty pochopitelně pohybují v mnohem vyšších řádech, a to v řádech tisíců. Z toho důvodu se hodnoty mnohem více vychylují. Navíc, citlivost u jednotlivých zařízení může být odlišná, protože výrobci Samsung a Apple pravděpodobně používají při výrobě těchto zařízení různé technologie. Důležité je také zmínit, že u všech těchto měření hraje důležitou roli natočení měřicích senzorů (přední čočka fotoaparátu) mobilních zařízení, protože při jakékoli změně polohy se hodnoty intenzity ihned mění. Z tohoto důvodu byl při jednotlivých měření kladen důraz na to, aby byla mobilní zařízení při jejich výměnách pokládána na identická místa.

Dalšími použitými aplikacemi pro zařízení iPhone SE 2022 jsou Light Meter LM-3000 a Lux Light Meter Pro. Těmito aplikacemi nelze měřit na mobilních zařízeních, které používají operační systém Android, protože na nich nejsou podporovány a nedají se stáhnout na internetovém obchodě Google Play. Při pohledu na Tabulka 4-2 aplikace Light Meter LM-3000 je zřejmé, že hodnoty naměřené iPhone SE 2022 jsou podobné s hodnotami přístroje Extech HD450, pouze u posledního měřeného prostředí je hodnota vychýlena zhruba o 1000 lx. Příčinou tohoto vychýlení je pravděpodobně citlivost předního fotoaparátu, kterým se intenzita měří, jelikož stačí malé naklonění zařízení a hodnoty se zcela změní.

Druhá použitá aplikace pro stejné mobilní zařízení je Lux Light Meter Pro, u které je při pohledu na Tabulka 4-3 zjevné, že naměřené hodnoty jsou zcela odlišné v řádu stovek, u posledního prostředí opět v řádech tisíců, z toho důvodu je jasné, že z těchto dvou aplikací je při pohledu na přístroj Extech HD450 přesnější aplikace Light Meter LM-3000. Co se týče vizuálních stránek obou aplikací, tak mnohem lépe propracovanější aplikací je pro uživatele Lux Light Meter Pro, protože je vybavená rozsáhlejším nastavením jako je zaznamenávání maximálních a průměrných hodnot, a je celkově přehlednější.

Následující aplikace jsou zaměřené na zařízení s operačním systémem Android, jedná se tedy o Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7. První z těchto aplikací je Lux Light Meter Pro, což je aplikace s totožným názvem jako u zařízení iPhone SE 2022, pravděpodobně se ale jedná jen o shodu jmen (aplikace mají rozdílného vývojáře). Nicméně pokud se neberou v úvahu názvy, mají obě aplikace rozdílnou kompatibilitu s operačními systémy, a tudíž je jejich princip měření trochu odlišný. Obdobně jako u zařízení iPhone SE 2022 i zde je nutné nejprve před jakýmkoli použitím provést kalibraci. Pokud se tedy porovnají data v Tabulka 4-3 a Tabulka 4-4 této aplikace, tak je zřejmé, že na zařízeních s operačním systémem Android, konkrétně Samsung Galaxy S23, aplikace funguje lépe, naměřené hodnoty se více blíží hodnotám ze zařízení Extech HD450. V případě zařízení Samsung Galaxy TAB A7 (zde už platí pouze

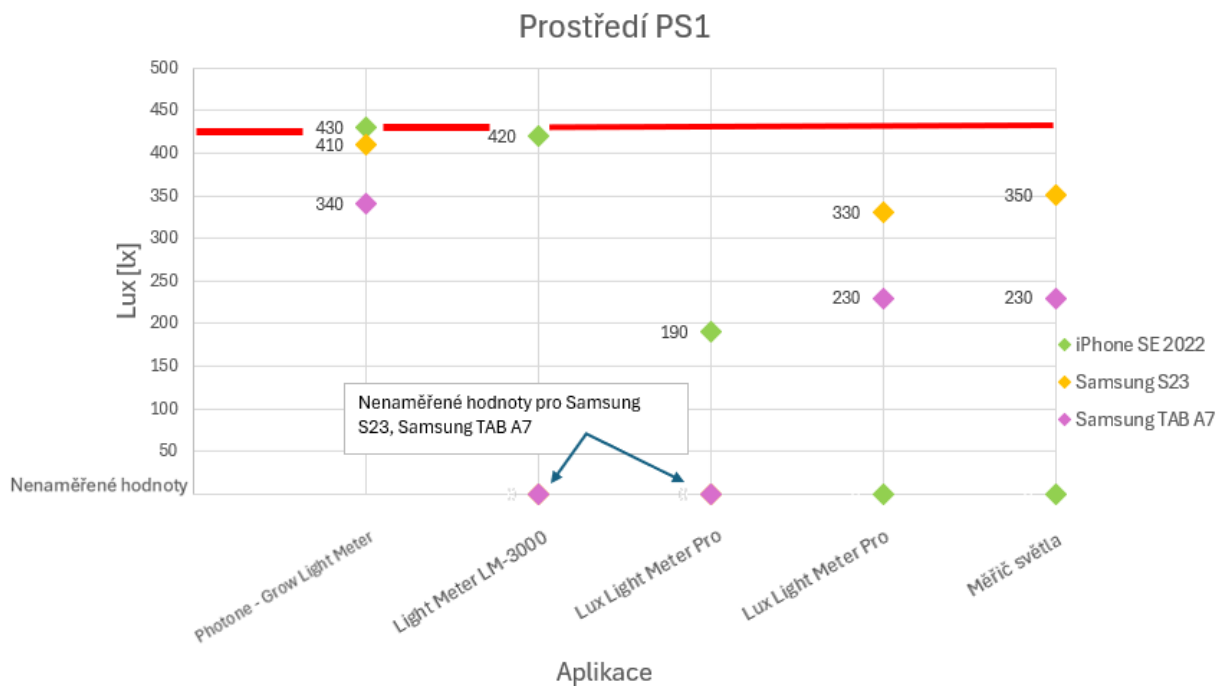
Tabulka 4-4) se hodnoty pohybují o trochu níže, výjimkou je opět prostředí tři (měření na denním osvětlení), kde se hodnoty obou zařízení pohybují v jiných mezích. Přesuneme-li se na poslední aplikaci, tedy Měřič světla, z Tabulka 4-5 je možné vyčíst, že i tato aplikace, kterou je měřeno na zařízení Samsung Galaxy S23, zaznamenala podobné hodnoty jako přístroj Extech HD450. I u této aplikace není výjimkou Samsung Galaxy TAB A7, jehož měření je nejméně přesné. Jeho hodnoty se v prostředí PS3 pohybují dokonce ve zcela jiných řádech, konkrétně v řádu stovek namísto v řádech tisíců. Obě tyto mobilní aplikace kompatibilní s operačním systémem Android mají velice podobnou vizuální stránku, kde spodní lišta zobrazuje jednotlivé ikony nastavení a uprostřed je naměřená hodnota intenzity.

Poslední část se věnuje celkovému shrnutí veškerých tabulek s naměřenými hodnotami. Pro tento účel slouží Obrázek 5-1, kde jsou pro přehlednost v jediné tabulce sepsány hodnoty všech měřených aplikací, které se používaly na třech mobilních zařízeních. Tudíž po celkovém zhodnocení naměřených hodnot je jedinou použitelnou aplikací Photone – Grow Light Meter, jednak z důvodu kompatibilitosti se všemi třemi mobilními zařízeními a také z důvodu naměření téměř identických hodnot.

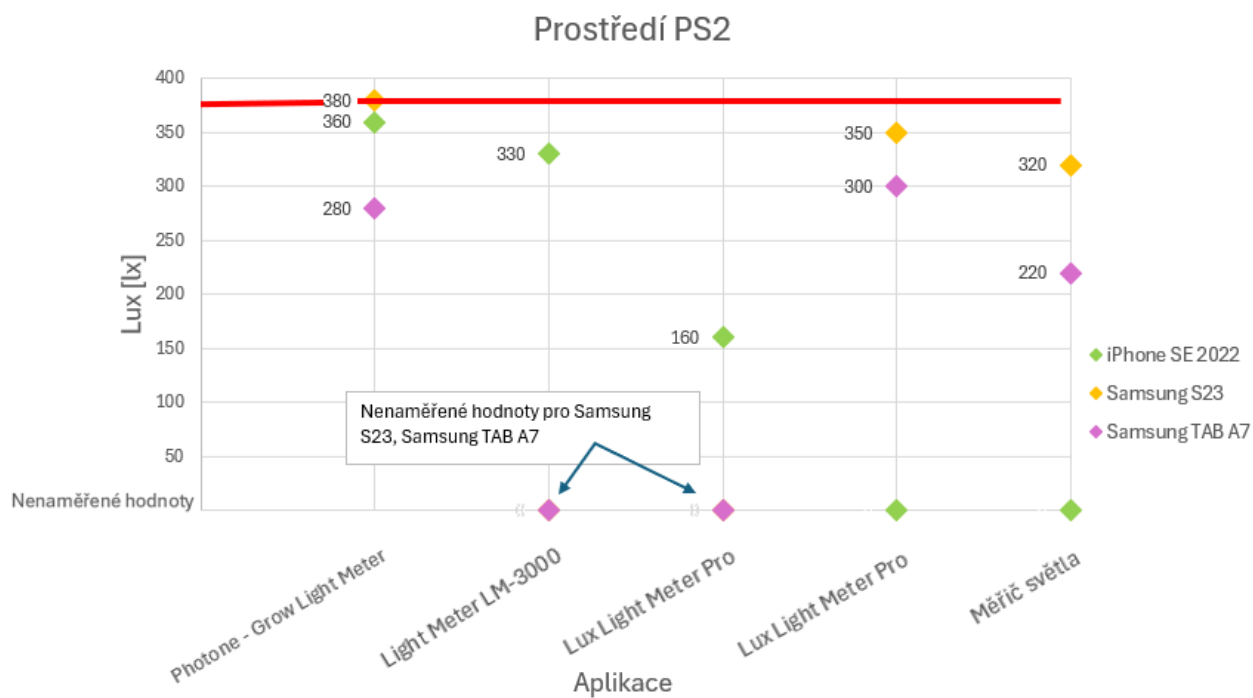
Prostředí	HD450	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB
		Photone - Grow Light Meter [lx]			Light Meter LM-3000 [lx]			Lux Light Meter Pro [lx]			Lux Light Meter Pro [lx]			Měřič světla [lx]		
PS1	430	430	410	340	420	-	-	190	-	-	-	330	230	-	350	230
PS2	360	360	380	280	330	-	-	160	-	-	-	350	300	-	320	220
PS3	4250	3600	2400	390	3300	-	-	1950	-	-	-	1570	160	-	1500	200

Obrázek 5-1: Souhrn naměřených hodnot pro intenzitu osvětlení

Obrázek 5-2, Obrázek 5-3, Obrázek 5-4 zobrazují samostatné grafy jednotlivých měřených prostředí sloužící k vizuálnímu přehledu, jak moc jsou naměřené hodnoty intenzity ze třech mobilních zařízení vychýlené od výchozích hodnot Luxmetru Extech HD450, které v grafech níže představuje zvýrazněná červená čára. Čím blíže jsou data k výchozí čáře, tím přesněji mobilní aplikace intenzitu hodnot naměřila. Z důvodu, že ne všechny použité aplikace naměřily hodnotu intenzit (viz Obrázek 5-1) na jednotlivých zařízeních, nacházejí se na ose i tzv. „nenaměřené hodnoty“.

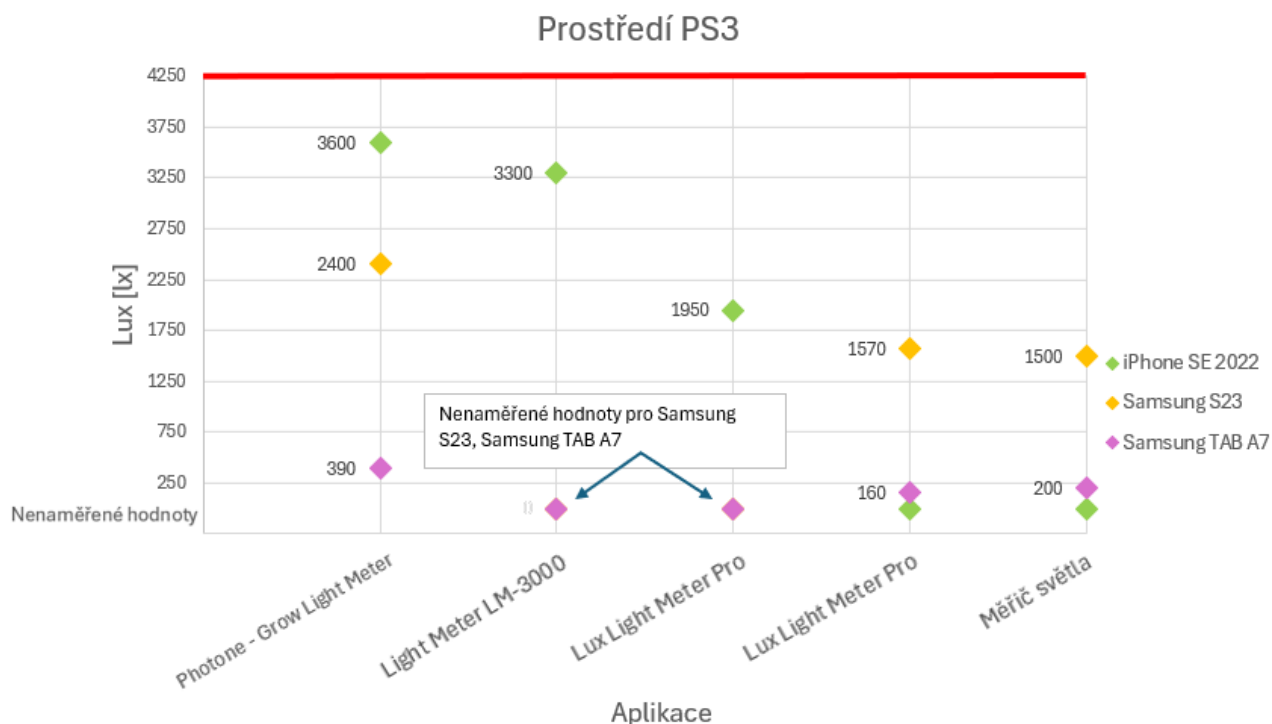


Obrázek 5-2: Graf s výchozí hodnotou 430 [lx] pro Extech HD450 v prostředí PS1



Obrázek 5-3: Graf s výchozí hodnotou 360 [lx] pro Extech HD450 v prostředí PS2





Obrázek 5-4: Graf s výchozí hodnotou 4250 [lx] pro Extech HD450 v prostředí PS3

## 5.2 Vyhodnocení měření intenzity hluku

První porovnanou aplikací je Decibel X – Pro Sound Meter, která je jako jedna z mála kompatibilní se všemi měřenými mobilními zařízeními. Naměřené hodnoty intenzity všech zmíněných zařízení ve všech prostředích jsou velice podobné hodnotám naměřeným Luxmetrem Extech HD600, viz Tabulka 4-6. Jedná se pouze o malé rozdíly odchylek, kde největší je o 10 dB a je naměřena v prostředí PH3 u zařízení Samsung Galaxy TAB A7, což je patrně zapříčiněno stářím zařízení, a tudíž i jeho technologickým rozdílem oproti ostatním smartphonům, které jsou novější. Už při samotném použití aplikace při sběru hodnot působila aplikace velice profesionálně, jak vizuální stránkou, která se jeví jako velice propracovaná díky zobrazujícímu se grafu, tak možnostmi nastavení, ať už jde o kalibraci či vychytávky nepotřebné pro měření. Další aplikací, jež je kompatibilní se všemi smartphony, je Sound Meter. I zde se získaná data téměř shodují s daty na Luxmetru Extech HD600, a to i na nejstarším zařízení, kterým je Samsung Galaxy TAB A7, viz Tabulka 4-7. Nicméně, aby bylo možné těchto hodnot dosáhnout, je zapotřebí kalibrace, jež se provádí v samotném nastavení. Pokud se kalibrace neprovede, odchylují se naměřená data v řádu stovek a v ojedinělých případech až v řádu tisíců.

S aplikacemi Měřič Hladiny Zvuku a NIOSH Sound Level Meter je možné měřit pouze na operačním systému iOS. První z aplikací je na App Store hodnocena velice nadprůměrně (4,5 hvězdiček), tudíž se při výběru předpokládalo, že bude jednou z nejpřesnějších aplikací, nicméně po samotném měření bylo zjištěno, že se hodnoty (viz Tabulka 4-8) vychylují nejvíce v porovnání s ostatními aplikacemi, a to přibližně o 30 dB. Důvodem takto vychýlených hodnot je pravděpodobně chybějící kalibrace. Jednoznačně se jedná o nejméně přesnou ze zkoumaných aplikací. Aplikace navíc působí po vizuální stránce velice zastarale. Druhá ze zmíněných aplikací je na tom podstatně lépe, jak napovídá Tabulka 4-9, protože se data opět velice přibližují naměřeným hodnotám ze zařízení Extech HD600. Pouze v prostředí PH3 se data vychylují o 10

dB. Podobně jako většina aplikací i tato má možnost použití kalibrace, ale kvůli zcela odpovídajícím hodnotám není potřeba kalibraci provádět. Posledním hodnocením je také vizuální stránka. Aplikace sice nezobrazuje žádný graf, ale i bez toho je aplikace velice přehledná a jednoduchá, jak napovídá printscreen, viz Obrázek 4-10.

Předposlední aplikace nese stejný název jako aplikace, která již byla zkoumána v pořadí číslo dvě, tedy Sound Meter, viz Tabulka 3-2. Ačkoliv je aplikace kompatibilní s oběma operačními systémy (Android, iOS), měřilo se pouze mobilními zařízeními používající systém Android. Důvodem toho je, že se nepodařilo provést instalaci na mobilní zařízení iPhone SE 2022, a to i přes všemožné pokusy, jako je například odinstalování a opětovné nainstalování. Pravděpodobně se jedná o softwarovou chybu aplikace nebo, a to je méně pravděpodobné jde o chybu v samotném mobilním zařízení, která nedovoluje aplikaci otevřít. Porovnáváme-li hodnoty intenzity v jednotlivých prostředích, nejpřesnější jsou hodnoty u mobilního zařízení Samsung Galaxy S23, viz Tabulka 4-10. Pokud se porovnávají hodnoty na druhém zařízení, čímž je Samsung Galaxy TAB A7, tak jsou oproti prvnímu zařízení naměřená data méně přesnější, a to průměrně o 15 dB. To je patrně zapříčiněno stářím samotné technologie v mobilním zařízení. Vizuálně se aplikace předhánějí, protože obě jsou vybaveny grafickým indikátorem, průměrnou a maximální zaznamenanou hodnotou a dalšími možnostmi, z toho důvodu se zmíněné aplikace řadí k těm atraktivnějším pro uživatele.

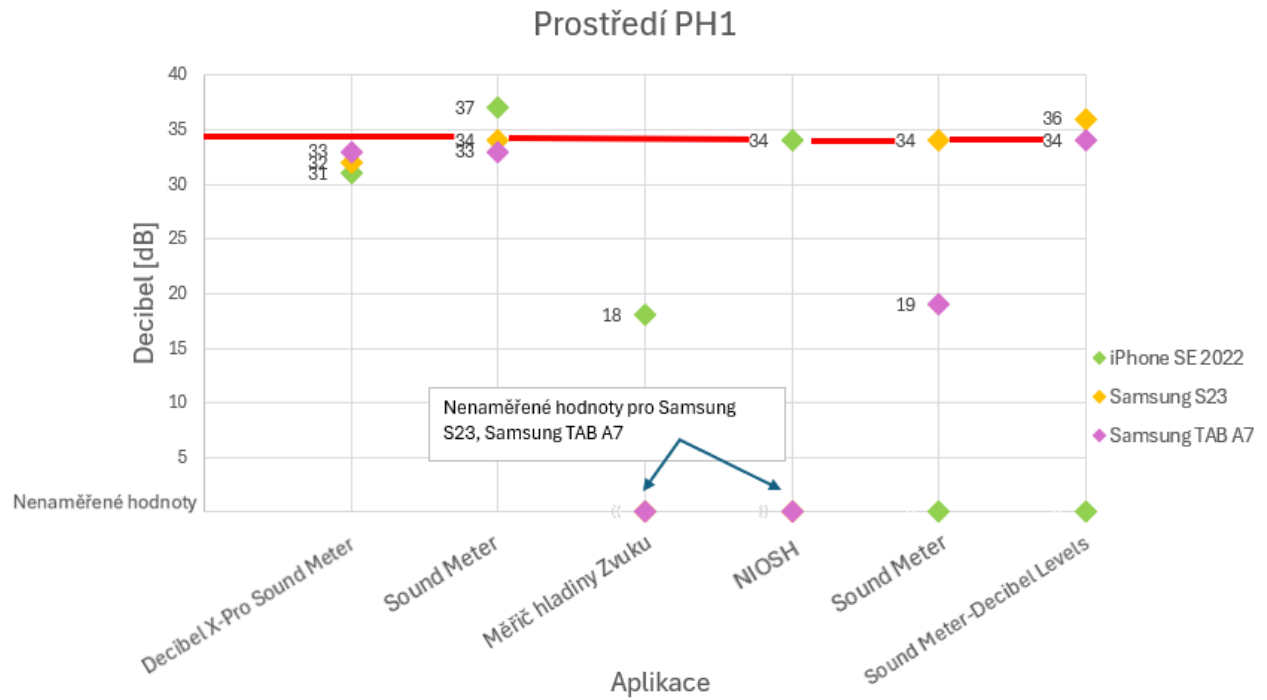
Poslední porovnávanou aplikací je Sound Meter – Decibel Levels, jež je kompatibilní pouze s operačním systémem Android. Nastavení umožňuje použití obdobné kalibrace, která byla v tomto případě provedena. Díky ní jsou zaznamenaná data v podstatě identická s daty naměřenými na Extech HD600, viz Tabulka 4-11. Při načtení aplikace na některém z používaných mobilních zařízení je při získání dat vykreslován graf v závislosti decibelů na čase a nad ním průběh šířící se intenzity hlasitosti.

Stejně jako u intenzity osvětlení i zde se poslední část věnuje celkovému porovnání naměřených dat. Na Obrázek 5-5 jsou pro přehlednost v jedné tabulce zaznamenané veškeré naměřené hodnoty ze všech aplikací měřících intenzitu hluku. Ze všech šesti aplikací pouze první dvě naměřily hodnoty na všech použitých mobilních zařízeních a při porovnání s hodnotami přístroje Extech HD600 vykazují velkou přesnost. Zbylé aplikace jsou kompatibilní vždy jen s jedním operačním systémem, buď s Android nebo iOS. Ale i přes tento nedostatek jsou získaná data velice podobná hodnotám přístroje Extech HD600. Po vyhodnocení těchto získaných informací jsou nejvhodnějšími aplikacemi pro měření intenzity hluku první dvě, kterými jsou Decibel X – Pro Sound Meter a Sound Meter.

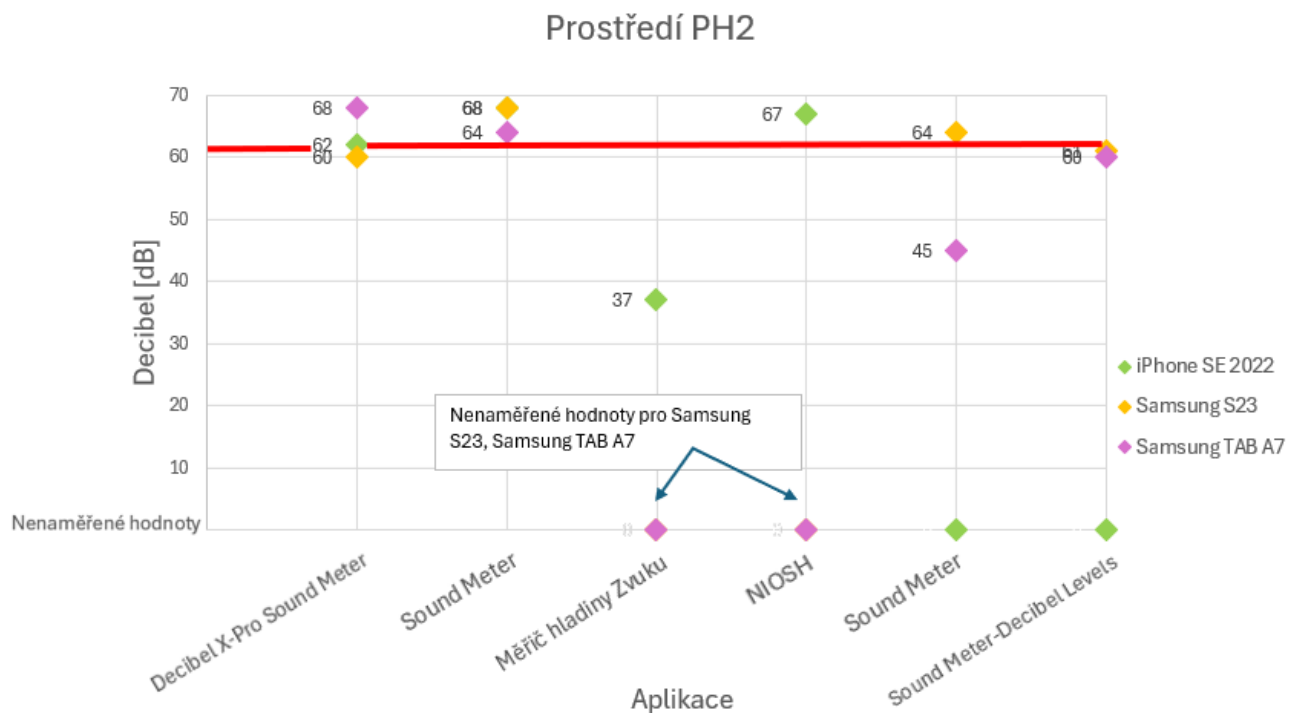
Prostředí	HD600	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB	APPLE	S23	TAB
		Decibel X - Pro Sound Meter [dB]			Sound Meter [dB]			Měřič Hladiny Zvuku [dB]			NIOSH Sound Level Meter [dB]			Sound Meter [dB]			Sound Meter - Decibel Levels [dB]		
PH1	34	31	32	33	37	34	33	18	-	-	34	-	-	-	34	19	-	36	34
PH2	61	62	60	68	68	68	64	37	-	-	67	-	-	-	64	45	-	61	60
PS3	74	79	79	84	78	78	74	45	-	-	84	-	-	-	83	60	-	75	74

Obrázek 5-5: Souhrn naměřených hodnot pro intenzitu hluku

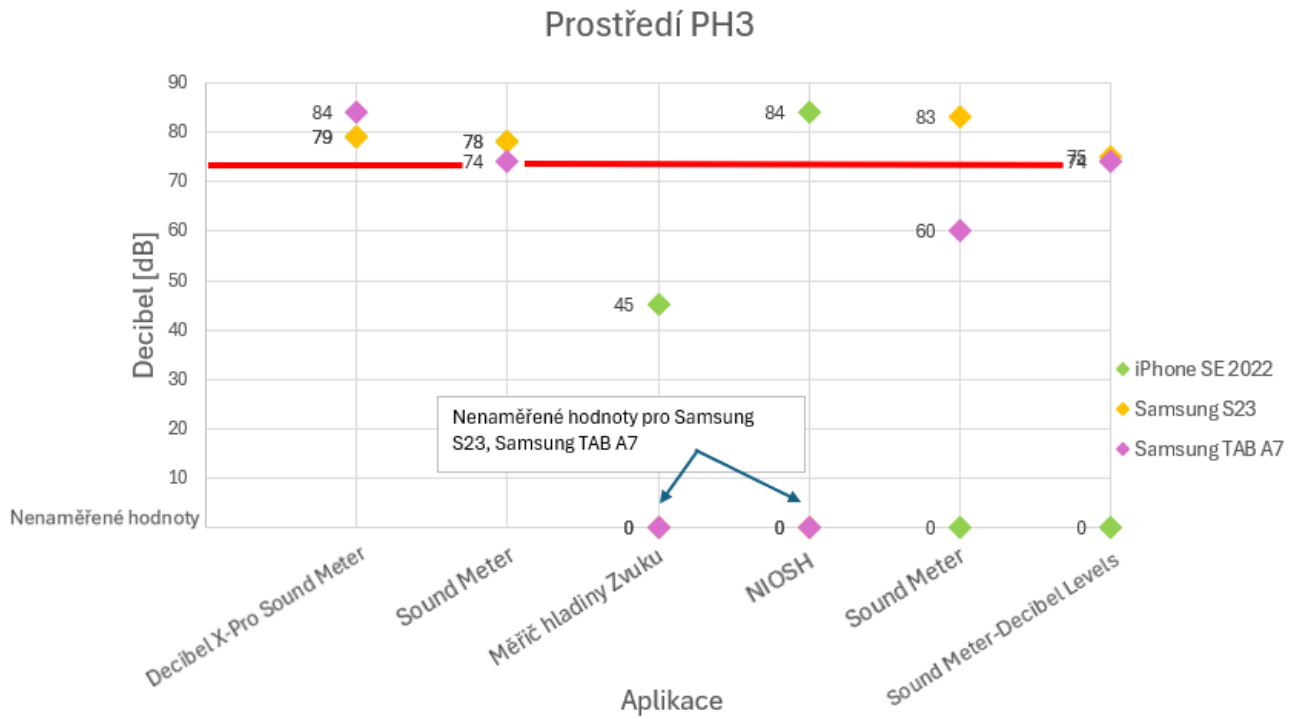
Grafy pro lepší vizuální porovnání jsou obdobně vytvořené i pro aplikace měřící intenzitu hluku, viz Obrázek 5-6, Obrázek 5-7, Obrázek 5-8, u kterých zvýrazněná hodnota, opět pomocí červené čáry, představuje naměřenou hodnotu Luxmetrem Extech HD600, pro které je tato hodnota výchozí.



Obrázek 5-6: Graf s výchozí hodnotou 34 [dB] pro Extech HD600 v prostředí PH1



Obrázek 5-7: Graf s výchozí hodnotou 61 [dB] pro Extech HD600 v prostředí PH2



Obrázek 5-8: Graf s výchozí hodnotou 74 [dB] pro Extech HD600 v prostředí PH3

## 6 Závěr

Tato práce se zabývá porovnáním naměřených hodnot intenzity osvětlení a intenzity hladiny zvuku pomocí přístrojů Extech HD450 a Extech HD600 s hodnotami naměřenými pomocí mobilních aplikací nainstalovaných do třech mobilních zařízení. Těmito zařízeními jsou iPhone SE 2022 kompatibilní s operačním systémem iOS, Samsung Galaxy S23 a Samsung Galaxy TAB A7 kompatibilní s operačním systémem Android.

Práce je rozdělena do 5 kapitol. Úvodní kapitola se zabývala definicí a principem ergonomie s bližším zaměřením na techniku prostředí. Účelem bylo přiblížení a seznámení s ovlivňujícími činiteli, mezi které se řadí např. mikroklimatické podmínky, prašnost či hluk, pomocí kterých dochází k celkovému ovlivňování výkonnosti pracovníka. Následující kapitoly byly zaměřeny na praktickou část.

Ve druhé kapitole byly představeny kalibrované měřicí přístroje, popsány jejich funkce a parametry, pomocí kterých bylo provedeno měření intenzity osvětlení a hluku. Zmíněna jsou rovněž mobilní zařízení, která byla v experimentu použita pro naměření hodnot, které se následně porovnávaly s hodnotami naměřenými kalibrovanými měřicími zařízeními pro ověření přesnosti měření.

Následující kapitola se věnovala detailnímu postupu měření intenzity osvětlení a měření hluku ve stanovených prostředích. Pro sjednocení podmínek při měření byla stanovena jednotlivá kritéria pro jednotlivá prostředí, která byla nasimulována ve školní laboratoři, i pro využití mobilní aplikace.

Poslední dvě kapitoly se zabývaly sběrem dat a jejich vyhodnocením. Během praktického měření se použily pro zjišťování intenzity osvětlení a intenzity hluku různé aplikace, tudíž se pro každou aplikaci provedl stejný postup měření. Jelikož je každá mobilní aplikace jinak citlivá, bylo potřeba u některých provést kalibraci před samotným měřením, nicméně i přes samotnou kalibraci aplikace je vidět, že největší vliv nemá software, ale nejspíše hardware. Po provedení experimentu na intenzitu osvětlení lze doporučit jedinou aplikaci, kterou je Photone – Grow Light Meter, jednak z důvodu použitelnosti na obou operačních systémech a jednak s podobně naměřenými hodnotami jako na přístroji Extech HD450, viz Tabulka 4-1. Naměření totožných dat bylo pravděpodobně dosaženo díky použití tzv. difuzéru, který aplikace před měřením vyžadovala. Nicméně vždy bude záležet na samotném mobilním zařízení, na které bude aplikace nainstalována a které bude použito pro měření. Za zmínku stojí, že vyšší hodnoty intenzity světla neměří dobře žádná ze zkoumaných aplikací, což je patrné ze zmíněné Tabulky 4-1. Pravděpodobně do intenzity 1000 lx budou naměřené hodnoty odpovídající, ale jakékoli přesahující hodnoty už nebudou nijak přesné. Pro měření experimentu intenzity hluku ze všech šesti použitých aplikací lze doporučit první dvě. Těmi jsou Decibel X – Pro Sound Meter a Sound Meter, protože jsou kompatibilní pro operační systém Android i iOS a také jsou naměřené hodnoty skoro totožné s hodnotami přístroje Extech HD600. Nicméně těchto hodnot by nebylo docíleno bez použití kalibrace, která se pro aplikaci Sound Meter jevila jako velice potřebná. Důležité je zmínit i vizuální stránku obou mobilních aplikací, kde kromě číselného zobrazení naměřených hodnot aplikace umožňuje i jejich grafické znázornění.

Na základě zjištění lze uzavřít, že je možné nahradit kalibrované měřicí přístroje zmíněnými aplikacemi, nicméně při velké intenzitě osvětlení se nedoporučuje používání těchto aplikací. Dalším důležitým faktorem je volba mobilních zařízení, jelikož každé mobilní zařízení je vybavené jiným druhem software, které má na měření intenzity osvětlení a hluku značný podíl.

## 7 Použitá literatura

- [1] BERNARD, Jan. *Využití chytrých mobilních telefonů pro měření v technice prostředí*. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, 2017. Dostupné také z: [https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=149051](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=149051).
- [2] BLACKÝ, Tomáš. *Hodnocení aplikací pro měření intenzity světla chytrých telefonů s operačním systémem android*. Semestrální práce. Západočeská Univerzita v Plzni, 2021.
- [3] PROF. ING. CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 2015. České vysoké učení technické v Praze: ČVUT. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [4] ERGONOMIE. *Znalostní systém prevence rizik v BOZP*. Online. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/ergonomie>. [cit. 2023-10-28].
- [5] *International Ergonomics Association (IEA)*. Online. Dostupné z: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. [cit. 2023-10-29].
- [6] LACKO, Andrej. *Ergonomie pracovního místa*. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, 2017. Dostupné také z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/73221/F2-BP-2017-Lacko-Andrej-Bakalarka\\_ERGONOMIE\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/73221/F2-BP-2017-Lacko-Andrej-Bakalarka_ERGONOMIE_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [7] *Znalostní systém prevence rizik v BOZP/ Stroje a zařízení*. Online. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/rizika-pri-praci-na-strojich-a-jinem-vyrobnim-zarizeni>. [cit. 2023-11-03].
- [8] *Terminologický slovník BOZP*. Online. Dostupné z: [https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Technika\\_prost%C5%99ed%C3%AD](https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Technika_prost%C5%99ed%C3%AD). [cit. 2023-10-29].
- [9] PROF. ING. DRKAL, František. *Ekologie a ochrana životního prostředí*. 1. Praha: ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01579-3.
- [10] SMOLÍK, Jan. *Technika prostředí*. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1985.
- [11] FYZIKÁLNÍ FAKTORY. *Znalostní systém prevence rizik v BOZP*. Online. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/teplotne-vlhkostni-podminky-mikroklima-zatez-teplem-a-zatez-chladem>. [cit. 2023-10-29].
- [12] *Tepelně vlhkostní mikroklima/ WikiSkripta*. Online. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Tepeln%C4%9B-vlhkostn%C3%AD\\_mikroklima](https://www.wikiskripta.eu/w/Tepeln%C4%9B-vlhkostn%C3%AD_mikroklima). [cit. 2023-11-03].
- [13] PRAŠNOST NA PRACOVÍŠTI. *Znalostní systém prevence rizik v BOZP*. Online. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-factory/fyzikalni-factory/prasnost-na-pracovisti>. [cit. 2023-10-29].
- [14] *Státní zdravotní ústav - Prašnost na pracovišti*. Online. SZÚ. Dostupné z: <https://szu.cz/temata-zdravi-a-bezpecnosti/pracovni-prostredi-a-zdravi/factory-pracovniho>

- [prostredi/prasnost-na-pracovisti/prasnost-na-pracovisti/](#). [cit. 2023-10-20].
- [15] BOZP. *Prašnost na pracovišti*. Online. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/prasnost-na-pracovisti/>. [cit. 2023-10-29].
- [16] PROF. ING. CHUNDELA, Lubor. *Strojírenská ergonomie : příklady*. 2. Praha: ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03801-7.
- [17] Hluk na pracovišti. In: *Narizení vlády č. 272/2011 Sb.*. 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272#cast2>.
- [18] FLORIÁN, Václav. *Měření hluku*. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008. Dostupné také z: <https://theses.cz/id/j8o0ni/400946>.
- [19] *Znalostní systém prevence rizik v BOZP/Hluk*. Online. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/hluk>. [cit. 2023-10-31].
- [20] *Typy chráničů sluchu*. Online. Dostupné z: <https://www.auris-audio.cz/spunty-do-usi-typy>. [cit. 2023-10-31].
- [21] *Zátkové chrániče, ochranné pracovní pomůcky*. Online. Dostupné z: <https://www.klimafil.cz/spunty-zatky-do-usi-3m-ear-soft-yellow-neon-par/>. [cit. 2024-04-07].
- [22] *Howard Leight VeriShield VS120, mušlové chrániče sluchu*. Online. Dostupné z: [https://www.earplugs.cz/strelecka-sluchatka/howard-leight-verishield-vs120/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwiMmwBhDmARIsABeQ7xQpQFOrvTN47mFvkJRbiauYcA5mtR8iu9vDpiLfw1L0jNd5zu0rPTMaAhLiEALw\\_wcB](https://www.earplugs.cz/strelecka-sluchatka/howard-leight-verishield-vs120/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwiMmwBhDmARIsABeQ7xQpQFOrvTN47mFvkJRbiauYcA5mtR8iu9vDpiLfw1L0jNd5zu0rPTMaAhLiEALw_wcB). [cit. 2024-04-07].
- [23] *Pracovní sluchátka proti hluku*. Online. Dostupné z: <https://www.kapo.cz/ochrana-sluchu-sluchatka-proti-hluku#/pageSize=20&viewMode=grid&orderBy=0>. [cit. 2024-04-07].
- [24] ČERVENÝ, Jan. *Posuzování kvality veřejného osvětlení v obcích*. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, 2019. Dostupné také z: [https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/83173/F6-DP-2019-Cervený-Jan-klasifikace\\_osvetleni.pdf?sequence=-1&isAllowed=y](https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/83173/F6-DP-2019-Cervený-Jan-klasifikace_osvetleni.pdf?sequence=-1&isAllowed=y).
- [25] *Podstata světla*. Online. Dostupné z: <https://publi.cz/books/185/01.html>. [cit. 2023-10-20].
- [26] *Co je to světlo*. Online. Dostupné z: <https://www.nuovotherapy.cz/technologie/co-je-to-svetlo/>. [cit. 2023-10-20].
- [27] *Viditelné světlo/ WikiSkripta*. Online. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Viditeln%C3%A9\\_sv%C4%9Btlo](https://www.wikiskripta.eu/w/Viditeln%C3%A9_sv%C4%9Btlo). [cit. 2023-11-01].
- [28] *Huygensův princip/ WikiSkripta*. Online. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Huygens%C5%AFv\\_princip](https://www.wikiskripta.eu/w/Huygens%C5%AFv_princip). [cit. 2023-11-01].
- [29] *Znalostní systém prevence rizik v BOZP/Vibrace*. Online. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/vibrace>. [cit. 2023-11-01].
- [30] *Vibrace a lidský organismus*. Online. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Vibrace\\_a\\_lidsk%C3%BD\\_organismus](https://www.wikiskripta.eu/w/Vibrace_a_lidsk%C3%BD_organismus). [cit. 2023-11-01].
- [31] *BOZPPROFI.CZ/Vibrace*. Online. Dostupné z: <https://www.bozpprofi.cz/33/vibrace->



- [uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIMrKgIu0xQ7Wr7pY9iJB-MMO6VlftQMfG/](https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272#cast2). [cit. 2023-11-01].
- [32] Vibrace na pracovištích. In: *Nariadení vlády č. 272/2011 Sb.*, 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272#cast2>.
- [33] Vyhláška č. 432/2003 Sb.: Kategorizace práce. In: *2003 Sb.*, 2003. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-432>.
- [34] Způsob měření a hodnocení hluku a vybrací. In: *Nariadení vlády č. 272/2011 Sb.*, 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272#cast5>.
- [35] *Extech HD600/ Měřič úrovně zvuku*. Online. Dostupné z: <https://www.globaltestsupply.com/product/extech-hd600-datalogging-sound-level-meter>. [cit. 2023-11-05].
- [36] *Extech HD450/ Měřič intenzity osvětlení*. Online. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/cs/p/extech-hd450-luxmetr-0-400000-lx-123224.html>. [cit. 2023-11-05].
- [37] ALZA.CZ. *Samsung Galaxy S23 5G 256GB černá*. Online. Dostupné z: [https://www.alza.cz/samsung-galaxy-s23\\_1?dq=7599096](https://www.alza.cz/samsung-galaxy-s23_1?dq=7599096). [cit. 2024-04-07].
- [38] ALZA.CZ. *Samsung Galaxy TAB A7*. Online. Dostupné z: <https://www.alza.cz/spigen-rugged-armor-black-samsung-galaxy-tab-a7-lite-d6574393.htm?o=1>. [cit. 2024-04-07].
- [39] ALZA.CZ. *IPhone SE 128GB bílá 2022*. Online. Dostupné z: <https://www.alza.cz/iphone-se-2022?dq=7058994>. [cit. 2024-04-07].
- [40] *Fotorezistor*. Online. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Fotorezistor>. [cit. 2023-10-20].
- [41] PAŠTYKA, Jan. *Fotorezistor*. Dokumentace. 2017. České vysoké učení technické v Praze. Dostupné také z: [https://embedded.fel.cvut.cz/sites/fs/kurzy/lpe/photodiode\\_photorezistor/Photoresistor.pdf](https://embedded.fel.cvut.cz/sites/fs/kurzy/lpe/photodiode_photorezistor/Photoresistor.pdf).
- [42] *Hlukoměr*. Online. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/zajimave-programy-pro-os-android-3-hlukomer-a-vibrometr-od-smart-tools>. [cit. 2023-10-20].
- [43] KARBAROVÁ, Anisa. *Hluková analýza zvukových signálů*. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, 2015. Dostupné také z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/41495/final-thesis.pdf?sequence=-1>.
- [44] *Váhové filtry pro měření zvuku*. Online. Dostupné z: <https://www.ekosoftware.cz/vahove-filtry-pro-mereni-zvuku>. [cit. 2023-10-20].