



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Fyzikální měření pomocí mobilního telefonu

Vypracoval: Bc. Jaroslav Matys

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vochozka

České Budějovice 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma fyzikální měření pomocí mobilního telefonu jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské - diplomové - rigorózní - disertační práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Anotace

Tato diplomová práce na téma fyzikální měření pomocí mobilního telefonu se v teoretické části zabývá termínem BYOD (Bring Your Own Device) a výukou 1:1, kde se řeší motivace zapojení přístrojů do vyučování, jaké jsou výhody a nevýhody této problematiky a také jaké mohou být obavy pedagogů. Dále se zabývá vybaveností mobilních telefonů, principem práce senzorů a v poslední řadě řeší aplikaci pro fyzikální měření pomocí senzoru v mobilu aktuální k období psaní kvalifikační práce. V praktické části se práce zabývá porovnáním hodnot z aplikace s laboratorní technikou. A nakonec návrhy výukových aktivit s mobilními aplikacemi.

Klíčová slova:

Mobilní telefon, měření, aplikace, měřicí přístroj, zdroj.

Abstract

This diploma thesis topic „Physical measure by the mobile phone“ deals in theoretical part with term BYOD (Bring Your Own Device) and lesson 1:1, where is solving motivation of integrating devices into the lessons, what are the advantages and disadvantages of this problems and also what are the worries that pedagogues could have. Then thesis deals with equipment of mobile phones, principle of sensors functioning and in the end deals with searches of application for physical measuring by the mobile phones sensors, actual to the date of the writing this thesis. In the practical part thesis deals with comparison of values from application to the laboratory equipment. In the end deals with proposals of lessons activities with mobile applications.

Key words:

Mobile phone, measuring, application, measuring device, source

Poděkování

Touto formou děkuji svému konzultantovi p. Mgr. Vladimíru Vochozkovi, za cenné rady, připomínky a pomoc při zpracování mé práce.

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Definice termínu BYOD a výuka 1:1.....	8
2.1	Motivace pro zapojení ICT do vzdělávacího procesu.....	10
2.2	Výhody a nevýhody využití ICT.....	10
2.3	Kompetence 21. století.....	12
2.4	Obavy pedagogů.....	14
3	Průzkum nejčastější vybavenosti senzory v mobilních telefonech	15
4	Popsání fyzikální podstaty principu práce senzorů	17
4.1	Akcelerometr.....	17
4.2	Gyroskop.....	18
4.3	Elektronický kompas.....	19
4.4	Senzor přiblížení.....	19
4.5	Senzor intenzity okolního osvětlení.....	20
4.6	Geolokační senzory.....	21
4.7	Barometr.....	21
4.8	Snímač otisků prstů.....	22
4.9	Senzor srdečního tepu.....	22
4.10	Senzor UV záření.....	23
4.11	Kapacitátor.....	24
4.12	Mikrofon.....	24
5	Rešerše programů pro fyzikální měření	25
5.1	Luxmetr.....	27
5.2	Krokoměr a měření vzdálenosti podle GPS.....	28

5.3	Hlukoměr.....	29
5.4	Tónový generátor.....	30
5.5	Úhloměr.....	30
6	Vytvoření online přehledu aplikací měřících fyzikální veličiny pro Android	31
7	Porovnání naměřených hodnot z aplikace s laboratorní technikou	31
7.1	Luxmetr.....	31
7.2	Úhloměr.....	49
7.3	Krokoměr a měření vzdálenosti podle GPS.....	49
7.4	Hlukoměr.....	53
7.5	Tónový generátor.....	58
8	Návrh výukových aktivit s mobilními aplikacemi.....	61
9	Závěr.....	73
10	Seznam literatury.....	74
11	Seznam obrázků.....	76
12	Seznam grafů.....	78
13	Seznam tabulek.....	79
14	Seznam příloh.....	79

1 Úvod

Mobilní technologie se již dnes staly neodmyslitelnou součástí našeho života. Denně se lidé připojují na Internet pomocí bezdrátového připojení nebo používají svých mobilních telefonů k hovorům, psaní SMS, nebo je využívají jako multimediální zařízení. Není již však úplnou pravdou, že by mobilní telefon splňoval pouze tyto základní funkce, ke kterým byl původně zkonstruován, neboť se našly nové oblasti jeho využití. Jednou z těchto oblastí, kde může mobilní telefon najít své další uplatnění je jeho využití ve školství, a to konkrétně ve výuce na základní nebo střední škole. [1]

Ve školních řádech převážné většiny škol je žákům zakázáno používat mobilní telefon ve výuce, avšak ukázalo se, že za určitých podmínek vztahujících se k danému tématu lze mobilní telefon zvolit jako vhodnou učební pomůcku. Tato práce je především zaměřena na jeho využití v hodinách fyziky, resp. využití při fyzikálních pokusech a laboratorních pracích. Při využívání mobilního telefonu v hodinách fyziky je ovšem nezbytné, aby učitelé tohoto předmětu byli s mobilním telefonem seznámeni všeobecně. [1]

Má práce je rozdělena do čtyř hlavních částí. První část se zabývá tématem využití vlastních mobilních zařízení žáků ve školách. Další část mé práce se věnuje vybavenosti mobilních telefonů různými senzory, popisem práce těchto senzorů a také aplikacím, které nám umožňují měřit požadované veličiny. Třetí část se prakticky zabývá srovnáním dat naměřených mobilním a laboratorním přístrojem nebo porovnáním naměřených dat se skutečnými veličinami. V poslední části práce jsou navrženy výukové aktivity s mobilními aplikacemi.

Za cíl své práce jsem si stanovil proměření mobilních telefonů v několika oblastech a to: měření světla, měření vzdálenosti pomocí krokoměru a pomocí GPS (Global Positioning Systém), měření zvuku. U měření světla a měření zvuku bych rád využil více přístrojů, konkrétně 3–5 mobilních telefonů pro srovnání přesnosti.

Téma své diplomové práce jsem si zvolil na základě svého přesvědčení, že mobilní telefon může být za daných okolností velkým pomocníkem, který je schopen výuku nejen zkvalitnit, ale do určité míry žáky k ní i motivovat.

2 Definice termínu BYOD a výuka 1:1

BYOD (Bring Your Own Device) aplikovaný na školní vzdělávání znamená, že si žáci do školy nosí vlastní zařízení, které využívají k plnění svých studijních povinností, a škola jim v tom vychází vstříc. BYOD je organizačně a zejména pedagogicky náročná záležitost, která vyvolává množství nových problémů, možností a výzev. Zpravidla znamená konec homogenních počítačových učeben a vyžaduje od učitelů odlišné dovednosti, nežli které byly dříve potřeba pro organizování výuky na školních počítačích. [2]

Podle výzkumů v komerční sféře, kterou BYOD významně zasáhl (zaměstnanci používají v práci zejm. své chytré telefony a tablety, do kterých ukládají firemní data), nepřináší BYOD zásadnější úspory, spíše je jeho zavedení finančně neutrální. Ale úspory nejsou prvotním cílem, tím je v komerčním sektoru spíše agilita, flexibilita a vyšší produktivita. [2]

Jelikož stát samostatně oblast vybavování škol technologiemi dostatečně nepodporuje a nezdá se, že by se v této oblasti mělo něco zásadního změnit, bude BYOD ve školách stále častější. Za jeden z cílů sice bude většina ředitelů patrně považovat úspory, ale ve skutečnosti to bude především zásadní změna výuky a způsobu učení, kterou BYOD do škol přinese. Samozřejmě pouze v případě, pokud se jej podaří v dané škole úspěšně zavést. [2]

Koncept 1:1 je stále častější jak v zahraničí, tak i v českých školách. Zároveň přináší do vzdělávání staronové otázky, a zásadním způsobem mění tradiční podobu vzdělávání. [2]

Ačkoli přesná a sdílená definice neexistuje, koncept 1:1 vystihuje situaci, kdy je každý žák vybaven počítačem, připojením k internetu a vhodným softwarem. Žák může s počítačem pracovat „kdykoli a kdekoli“, tedy jak ve škole, tak například z domova. Pod pojmem počítač si ale nepředstavujeme klasické stolní počítače, které dnes ve školách převažují (tzv. desktop, který se skládá z počítačové skříně, klávesnice, myši a monitoru), ale nějaké kompaktní, lehké a jednoduše přenosné počítačové zařízení, ideálně s dotykovým ovládáním. To jsou počítače nové éry, které mají potenciál transformovat vzdělávání. Dnes se jedná o notebook (netbook, ultrabook), tablet nebo chytrý telefon. [2]

V anglofonní literatuře se používá pro tento koncept označení 1:1 computing, které se ale ukazuje výstižné jen do chvíle, nežli se nad ním více zamyslíme. Takové pojmenování příliš zdůrazňuje přítomnost počítačové technologie. Zkušenosti ale ukazují, že zásadní přínos konceptu 1:1 spočívá daleko více ve změně způsobu učení se každého žáka a jeho přebírání aktivnější role v tomto procesu založeném na využívání jeho osobního zařízení. Proto je mnohem vhodnější takový koncept spíše označovat jako 1:1 learning. [2]

I takové označení ovšem není nejpřesnější a konečné. Již dnes je časté, že lidé u sebe běžně nosí a používají kromě notebooku také chytrý telefon, někteří čtečku elektronických knih a jiní zase tablet. Zkrátka poměr 1:1 není finální a spíše symbolizuje, že všichni jsou obklopeni a neustále propojeni pomocí digitálních zařízení a samozřejmě internetu. Koncept 1:1, který je zobrazen na obr. č. 1 [3], je také zřejmým přechodem od počítačem podporované výuky (computer assisted instruction) k výuce založené na práci s technologiemi (computer based instruction). [2]

To ale neznamená, že počítač musí být využit v každé hodině, pro každou aktivitu. Naopak. Ukazuje se, že moderní výuka se neobejde bez nástrojů, které například umožňují učitelům nejen přesně sledovat, co každý žák na svém zařízení momentálně dělá, ale také mu zařízení dočasně zamknout a přimět jej tím, aby věnoval svoji pozornost učitelům. Rozhodnutí o úplném vytěsnění technologií z nějaké části výuky pak může učinit pouze takový učitel, který si dovede zdůvodnit, proč takové didakticky motivované opatření zavádí. Nikoli učitel, který technologie zakazuje proto, že neví, jak s nimi pracovat. Setrvávání takových bude ve školách stále problematičtější a to pro všechny strany. [2]



Obr. č. 1 Koncept 1:1, převzato a upraveno z [3]

2.1 Motivace pro zapojení ICT do vzdělávacího obsahu

Podle OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development* - Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj) mají technologie kapacity pro tvorbu širšího, bohatšího a především aktuálního vzdělávacího prostoru. Mohou vytvářet motivující prostředí, které bude reflektovat informační potřeby učících se jedinců a bude simulovat postupy také s technologiemi, které jsou využívány v běžném životě. Práce s technologií ve výuce může být pro učící se (žáky, studenty) přitažlivá. V ideálním případě nejsou pouze pasivními příjemci vzdělávacího obsahu, nýbrž díky ICT jsou vedeni k aktivní činnosti během vyučovacího procesu. [4]

Jednotlivá odůvodnění, proč je vhodné a nezbytné implementovat informační a komunikační technologie do vzdělávacího procesu, mají k sobě ve skutečnosti velice blízko a vzájemně se prolínají. Mnohdy nově získané digitální kompetence, které jsou důležité například pro studijní či profesní život, často využijeme také ve svém volném čase a samozřejmě i naopak. [4]

2.2 Výhody a nevýhody využití ICT ve vzdělávání

S důvody a motivacemi, aby se moderní technologie staly součástí výuky, úzce souvisejí také jejich výhody a nevýhody. Každá technologická inovace s sebou nese celou řadu kladů i záporů. Je však nezbytné tyto predispozice technologií včas identifikovat a naučit se s nimi pracovat, tedy dokázat je správným způsobem implementovat do edukačního procesu. První velkou výhodou ve využití ICT ve vzdělávání je podpora učitelů. Technologie mohou při správné aplikaci být velmi užitečným pomocníkem a mohou tak zkvalitnit práci učitelů jak při jejich přípravě, tak i při samotné realizaci vzdělávacích akcí. [4]

Například při předávání informací, kdy vyučující využije prezentačních nástrojů, může sdílet studentům výukové materiály. Buď online, případně jim je může zaslat přímo do jejich zařízení (počítače, tabletu). Výhodou moderních technologií je také zapojení multimediálních prvků, přístupu na internet. Technologie dále podporují komunikaci, ať už mezi žáky samotnými, či mezi nimi a učitelem. Správné využití technologií tak vede ke zvyšování interakce mezi studenty a schopnosti kooperace. Některým studentům může být komunikace skrz ICT mnohem příjemnějším modelem, nežli vystupovat před třídou přímo. Tady pak přicházejí

v úvahu prostředí umožňující spolupráci a předávání informací (uzavřená skupina na Facebooku) a sdílení souborů (Google Drive). [4]

Velkým přínosem ICT je jejich možnost simulace reálného světa. Žáci a studenti si mohou zkoušet situace, do kterých by se v reálném světě mohli lehce dostat, technologie jim však nasimuluje bezpečné testovací prostředí. Představme si třeba ukázkové prostředí sociální sítě Facebook, kdy učitel vysvětlí svým žákům nebezpečí sdílení citlivých informací a možnosti jejich zneužití, které mohou vést ke kyberšikaně nebo krádeži identity. Technologie také podporují kreativitu. Pokud vyučující ukáže žákům, jak využít nástroje na tvorbu mentálních map, infografik, vyzkouší práci s dostupnými grafickými programy, nebo s aplikacemi na tvorbu krátkých videí, získají tak žáci velký soubor možností, které pak mohou využít při práci ve škole, ve svém soukromém životě, ale také později v životě pracovním. S tím také souvisí rozvoj prezentačních dovedností a vizualizací informací. [4]

Nevýhod ICT bychom také mohli nalézt celou řadu. Můžeme se potýkat s pojmy jako odcizení, že ICT vedou k dalším možnostem šikany a obtěžování, nebo že vedou k různým negativním socializačním efektům – to souvisí například s hraním agresivních her apod. My se ovšem zaměříme pouze na nevýhody využití v rámci výuky. [4]

Jako hlavní nevýhodu vnímáme nedostatečné či neefektivní využití technologií vyučujícím. Učitel může mít pocit, že je nutné zapojit technologie, kdykoliv je to alespoň trochu možné. Pakliže není dostatečně informačně i digitálně gramotný, může mít zařazení ICT do vzdělávacího procesu negativní dopad. A to i v případě, že má dostatečně nastavené své vzdělávací cíle. Mohou tak nastat komplikace s předáváním znalostí, kdy je učitel během lekce aktuálním vzorem při práci s informacemi a technologií. Je pak tedy plně zodpovědný za své informační chování. [4]

Podle zdroje [4], je další nevýhodou, která vychází z jeho výzkumu, skutečnost, že ICT mohou působit jako rozptylující prvek během vzdělávání. Je třeba dbát na to, aby žáci pracovali na úkolech, které mají zadané, a vytvářeli právě takové výstupy, jež jim byly vyučujícím zadány. [4]

Problémy se zapojením mohou také nastat ještě před realizací výuky. Technologie může jakýmkoliv způsobem selhat, ať už špatnou manipulací vyučujících nebo žáků, nebo také stářím. Zastaralost ICT je další slabou stránkou. Není vhodné do vzdělávacího procesu zapojovat zastaralé technologie, se kterými v běžném životě žáci nepřicházejí do styku. [4]

2.3 Kompetence 21. Století

Technologie se vyvíjejí velmi rychlým tempem. Je-li žák připravován na budoucnost, musí pedagogové nejen naplnit vzdělávací cíle, naučit žáky příslušné učivo, ale současně v nich probouzet a prohlubovat dovednosti, o kterých se domníváme, že je jednou budou žáci potřebovat. Už nyní je žádoucí vést je k hlavní myšlence, cíli současného vzdělávání, a tím je celoživotní vzdělávání. [5]

Potřebné dovednosti, vedoucí v budoucnu k uplatnění na trhu práce, nazýváme kompetencemi 21. století. Na obrázku č. 2 [5], jsou vypsány jen některé. Jedná se především o schopnost komunikovat a sdílet, objevovat, pracovat samostatně i týmově, umět řešit problémy a myslet tvůrčím způsobem, neustále prohlubovat ICT dovednosti. [5]

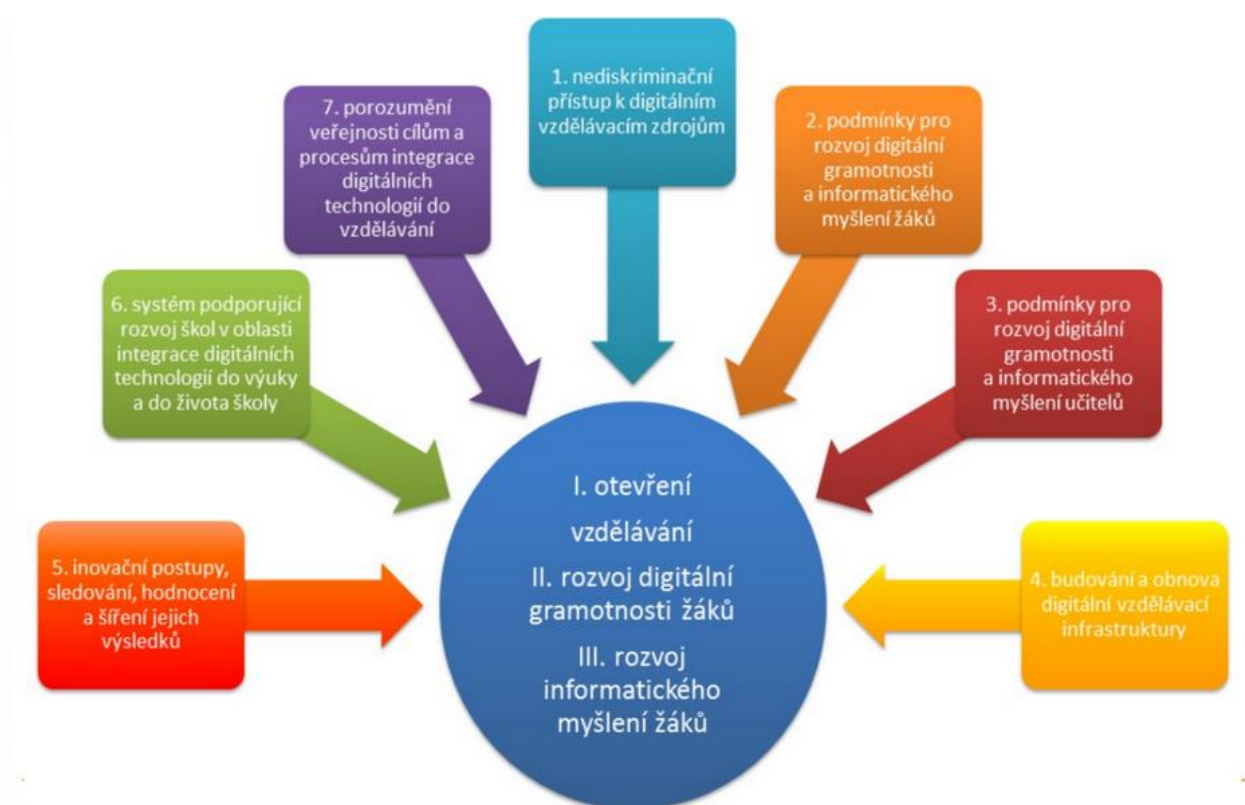


Obr. č. 2 Kompetence 21. století, převzato a upraveno z [5]

Materiál *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020* jednoznačně definuje další gramotnosti, které je nutné u žáků posilovat. Jedná se o nové pojmy, které je nutno školám objasnit a přesně vysvětlit. Nové gramotnosti, tzv. digitální gramotnost a informatickou gramotnost, či spíše informatické myšlení, musí především zvládnout pedagog, který je poté bude vhodnou volbou aktivizačních způsobů práce posilovat u žáků. [5]

Strategie vyobrazená na obr. č 3 [5], propojuje několik směrů k naplnění hlavní vize:

1. Zajistit nediskriminační přístup k digitálním vzdělávacím zdrojům.
2. Zajistit podmínky pro rozvoj digitální gramotnosti a informatického myšlení žáků.
3. Zajistit podmínky pro rozvoj digitální gramotnosti a informatického myšlení učitelů.
4. Zajistit budování a obnovu vzdělávací infrastruktury.
5. Podpořit inovační postupy, sledování, hodnocení a šíření jejich výsledků.
6. Zajistit systém podporující rozvoj škol v oblasti integrace digitálních technologií do výuky a do života školy.
7. Zvýšit porozumění veřejnosti cílům a procesům integrace technologií do vzdělávání. [5]



Obr. č. 3 Směry strategie digitálního vzdělávání, převzato a upraveno z [5]

Uvedené směry povedou k naplnění cílů, kterými je otevřené vzdělávání, rozvoj digitální gramotnosti žáků a rovněž rozvoj informačního myšlení žáků. [5]

Mobilní dotyková zařízení nám mohou pomoci v naplňování výše uvedených cílů, využijeme-li výhod, které tablety nabízejí. Díky nim jsme schopni dělat věci, které jsme dříve nemohli, a také dělat věci jinak. S tabulí a křídou lze těžko nechat žákům natočit anketu např. na téma korupce ve sportu nebo žákům simulovat zemětřesení. [5]

2.4 Obavy pedagogů

Přestože mnozí pedagogové ve výuce používají notebook i interaktivní tabuli a vytváří své vlastní elektronické výukové materiály, z použití mobilních dotykových zařízení ve výuce mají často obavy. Ty vznikají z pocitu, že se jedná o nové zařízení, které učitelé ještě dokonale neovládají, na rozdíl od žáků, kteří jsou s tímto zařízením „kamarádi“ od malička. Nejsou-li pedagogové technicky zdatní, pak jejich obavy vyvěrají také z reálné možnosti, že jim nebude ve výuce vše fungovat tak, aby mohli tablety efektivně použít, že nebude fungovat připojení k Internetu, že budou muset řešit nějaký problém s nefunkčností tabletu, apod. [5]

Asi největší obavy však mají pedagogové z vlastní integrace mobilních dotykových zařízení do výuky. Mnozí si nedovedou představit, jak zařízení používat. Podle zdroje [5], který tvrdí, že tablet, oproti stolnímu počítači, má pro pedagoga jedinou výhodu, a tou je mobilita, která mu umožní chodit s mobilním dotykovým zařízením po třídě. [5]

3 Průzkum nejčastější vybavenosti senzory v mobilních telefonech

Moderní telefony jsou doslova prošíkovány nejrůznějšími senzory. Bez některých senzorů se v moderních telefonech neobejdeme. Některé senzory nabízí něco navíc, co sice není úplně nezbytné, ale nabízí nám to vyšší komfort při používání telefonu. [6]

Pro vlastní průzkum jsem si vybral internetovou stránku <http://www.mobilmania.cz/>, kde jsem porovnal mobilní přístroje představené v roce 2015. U porovnaných modelů rozhodovala hlavně vybavenost modelu, výkon a cena. Z každé kategorie bylo srovnáno deset přístrojů. Svě výsledky jsem zaznamenal do následujících tabulek.

Tabulka 1. Modely telefonů, které mají 60% a nižší vybavenost, převzato a upraveno z [10]

	Aligator S4050 Duo	Prestigio Wize C3	Sencor P350	Acer Liquid M330	Acer Liquid Z520	Samsung Z1	HTC Desire 320	Huawei Y360	Sony Xperia E4	Alcatel One Touch Pixi 3 (3.5)
vestavěný GPS modul	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
digitální kompas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor polohy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
gyroskop	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor okolního světla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor přiblížení	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
barometr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
snímač otisků prstů	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Z tabulky 1. vyplývá, že v této kategorii mobilních přístrojů jsou nejlépe vybaveny přístroje Acer Liquid M330, Acer Liquid Z520 a Sony Xperia E4. Naopak nejhůř dopadl přístroj Aligator S4050 Duo, který oproti ostatním zařízením postrádá vestavěný GPS modul.

Tabulka 2. Modely telefonů, které mají 60–80% vybavenost, převzato a upraveno z [10]

	Huawei Y6	Evolveo Strongphone Q8	Sencor P5502	Huawei Honor 7	Samsung Galaxy J5	Sony Xperia C4	Microsoft Lumia 540 Dual SIM	Lenovo Vibe Shot	Sony Xperia M4 Aqua	Blackberry Classic
vestavěný GPS modul	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
digitální kompas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor polohy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
gyroskop	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor okolního světla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor přiblížení	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
barometr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
snímač otisků prstů	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Z tabulky 2. můžeme vyčíst, že průzkum přístrojů vybavených na 60 – 80% dopadl nejlépe pro přístroje Huawei Honor 7 a Blackberry Classic. Naopak na posledním místě v žebříčku s největším počtem chybějících senzorů se umístil přístroj Huawei Y6.

Tabulka 3. Modely telefonů, které mají 80–100% vybavenost, převzato a upraveno z [10]

	Sony Xperia Z5 Premium	Samsung Galaxy S6 Edge128GB	Microsoft Lumia 950 XL	Apple iPhone 6s Plus 64GB	Asus Zenfone 2 Deluxe	Sony Xperia Z1	ZTE Nubia Z9	Meizu MX5	Huawei P8 Max	HTC One ME
vestavěný GPS modul	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
digitální kompas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor polohy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
gyroskop	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
senzor okolního světla	+	+	?	+	?	+	?	?	?	?
senzor přiblížení	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
barometr	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
snímač otisků prstů	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+

V tabulce 3. se můžeme dočíst, že v nejvyšší kategorii si nejlépe stojí modely Sony Xperia Z5 Premium, Samsung Galaxy S6 Edge 128GB a Apple iPhone 6s Plus 64GB. Naopak poslední příčky patří modelům Asus Zenfone 2 Deluxe a Huawei P8 Max.

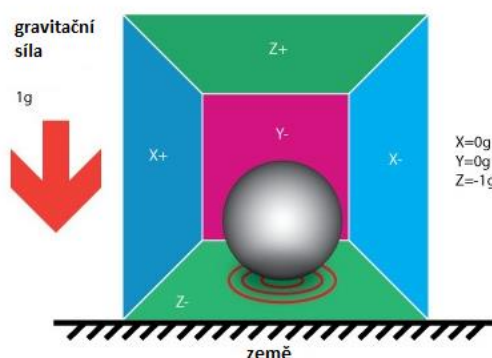
4 Popsání fyzikální podstaty principu práce senzorů

Podle Aristotela má člověk pět základních smyslů. U smartphonů je situace složitější – i díky svým senzorům v mnoha ohledech překračují lidské možnosti. Zrak, sluch, hmat, chuť a čich. Pět základních lidských smyslů, které zná každé školou povinné dítě. Člověk má ale i „senzory“, které sledují kyselost krve, vnímáme pohyb, teplotu, gravitační pole, nebo čas a řadu dalších parametrů. Ale jsou to ještě smysly? Podobně nejednoznačné je to u smartphonů. Je tedy zřejmé, že skupina smartphonových senzorů nemá jasné hranice, navíc s vývojem budou přibývat další. [7]

Senzory využíváme každý den a možná o tom ani nevíme. Jako modelový smartphone je vybrán Samsung Galaxy S5, který je v počtu „elektronických smyslů“ nadprůměrný, další senzory jsou přidány z jiných zařízení. [7]

4.1 Akcelerometr

Je základem naprosté většiny smartphonů. Jedná se o senzor, který má vertikálu, jako referenční osu/směr a vzhledem k němu sleduje zrychlení telefonu. Akcelerometr slouží k určení relativní polohy (naklonění) v prostoru. Svá data poskytuje aplikacím, aby mohly určit, zdali je telefon v poloze na šířku či na výšku vzhledem k zemi, případně zdali displej směřuje dolů či nahoru. Pokud telefonem pohybujete do stran, data ze snímače jsou nepoužitelná, pokud telefon necháte ležet na stole, hodnoty se ustálí. Tento obrázek slouží pouze k názornému vysvětlení funkce akcelerometru. [7]

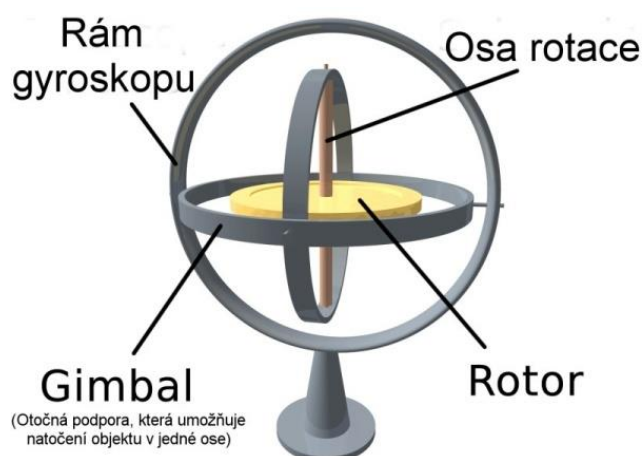


Obr. č. 4 Názorná ukázka funkce akcelerometru, převzato a upraveno z [7]

4.2 Gyroskop

Dalším neméně důležitým pohybovým senzorem v mobilních telefonech je již zmiňovaný gyroskop. S akcelometrem je spojen tak nerozlučně, že se někdy chybně označují souhrnným názvem gyroskop nebo pohybový senzor. Stejně jako akcelometr je i gyroskop v mobilu určen k tomu, aby měřil natočení či naklonění přístroje. Zatímco akcelometr měří lineární zrychlení pohybu, tak gyroskop naproti tomu úhlovou rychlost otáčení. Oba senzory se navzájem doplňují, takže akcelometr sice změří směr, kterým se zařízení pohybuje, ale detekuje pohyb pouze ve dvou osách. Aby telefon dokázal zaregistrovat i pohyb i ve třetí ose potřebuje právě gyroskop. Díky tomu se dále zpřesní určení polohy, v jaké se telefon nachází, a pohybu, který s telefonem provádíte. [6]

Klasický gyroskop bychom mohli popsat jako setrvačník tvořený těžkým kolem otáčejícím se v ložiscích s nepatrným třením, který si po roztočení zachovává polohu osy své rotace v prostoru a dokáže tak určit svou orientaci. Většinou je setrvačník uložený v tzv. Cardanových závěsech, které mu umožňují otáčet se ve všech třech rovinách. Přitom platí, že čím větší je kolo rotoru nebo otáčky vyšší, tím víc má tendenci zachovat svou osu rotace díky momentu své setrvačnosti (gyroskopický efekt). Vysoce kvalitní optické gyroskopy se přitom nespolehají pouze na samotnou setrvačnost, ale k regulaci otáček si pomáhají i optickými snímači, které pracují na principu Sagnacově jevu v kruhovém laseru nebo v cívce optického vlákna. Sagnacův jev vychází se speciální teorie relativity a způsobuje, že v neinerciálních rotujících soustavách se liší rychlost šíření signálu, který v opačných směrech obíhá v uzavřené dráze. [6]



Obr. č. 5 Gyroskop, převzato a upraveno z [6]

4.3 Elektronický kompas

Kompas nemusí být pouze zmagnetizovaná střílka, která se volně pohybuje a vždy ukazuje k severu. To na elektronickém kompasu není nic pohyblivého. Ve skutečnosti je založený na měřicím přístroji magnetometru, který měří ve třech osách lokální magnetické pole. To je tvořeno součtem geomagnetického pole a magnetického pole tvořeného okolí. K tomu využívá principy magnetorezistence, což je schopnost materiálu změnit svou hodnotu elektrického odporu vlivem vnějšího magnetického pole. V praxi to znamená, že se jedná o zmagnetizovaný plíšek, u kterého víme, jaký má za daného proudu odpor při nulového vlivu externího magnetického pole. Změny odporu, ke kterým dochází při změnách magnetického pole, pak dokážeme spolehlivě změřit. Magnetometry přitom můžeme rozdělit na skalární, které měří pouze intenzitu magnetického pole, a vektorové, které měří i jeho směr. [6]

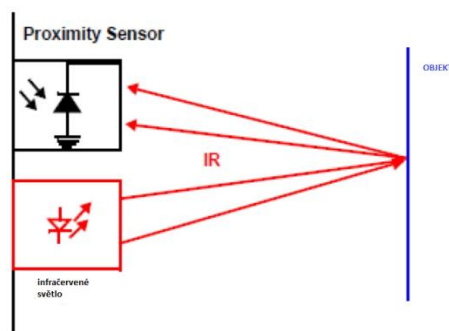


Obr. č. 6 Elektronický kompas, převzato a upraveno z [7]

4.4 Senzor přiblížení

Každý vybavenější smartphone je dnes osazen i proximity senzorem neboli čidlem přiblížení. To je umístěno v části nad displejem vedle sluchátkového reproduktoru. Má to svůj dobrý důvod. Čidlo se skládá z infradiody a infra detektoru, jakmile telefon leží na stole nebo jej používáte, není v permanenci, pokud však začnete volat, detekuje čidlo možné odrazy vlastního vyslaného paprsku IR světla. Jakmile telefon přiblížíte k uchu, dojde k odrazení IR paprsku od vaší hlavy zpět do IR detektoru, a poté dojde ke zhasnutí displeje a vypnutí dotykové vrstvy. To abyste při hovoru tváří nespouštěli, co nechcete. Zařízení bez senzoru přiblížení se při iniciaci hovoru automaticky zamykají. Spolu se senzorem přiblížení se někdy hovoří i o senzoru pro gesta, který je určen pro bezdotykové ovládání telefonu pohybem dlaní zhruba 10 cm nad

displejem. Dlaní lze procházet mezi obrázky, hudbou, poznámkami, případně přijmout hovor nebo rozsvítit displej a zobrazit na něm stavové informace. [7]



Obr. č. 7 Ukázka funkce proximity senzoru, převzato a upraveno z [7]

4.5 Senzor intenzity okolního osvětlení

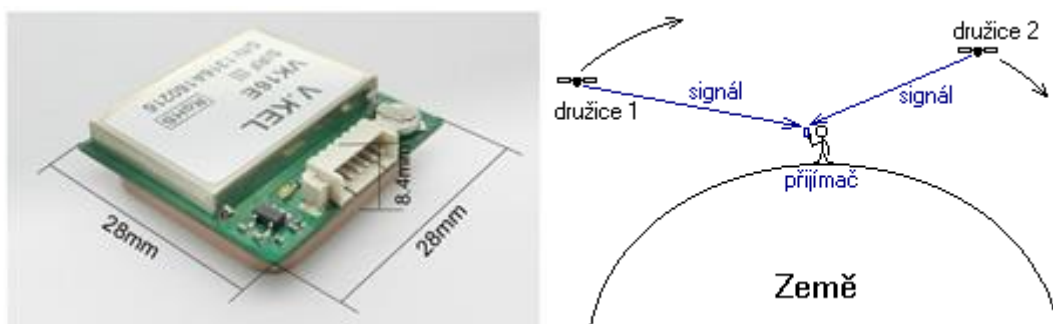
U vybavenějších zařízení je často v permanenci i světelný senzor, tj. senzor okolního osvětlení. Najdeme jej typicky nad displejem a slouží k detekci osvětlení okolního prostředí, v závislosti na čemž může upravovat jas samotného displeje, pokud jej necháte na automaticce. U velmi světlého prostředí je jas nastaven na maximum, v tmavém prostředí je jas displeje naopak utlumen. U mobilních telefonů značky Samsung, řady Galaxy, čidlo navíc zvlášť měří podíl bílého, červeného, zeleného a modrého světla. Tato data, pak dostává režim Adaptivní obrazovka, který vzhledem k nim upravuje odstíny zobrazovaných barev na displeji. [7]



Obr. č. 8 Senzor intenzity okolního osvětlení, převzato a upraveno z [7]

4.6 Geolokační senzory

Každý správný smartphone dnes má senzor pro určení aktuální geografické polohy. GPS čip na desce mobilního telefonu není žádná přerostlá součástka. GPS je služba umožňující za pomoci družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím. Uživatelé této služby používají malé elektronické rádiové přijímače, které na základě odeslaných signálů z družic umožňují vypočítat jejich polohu s přesností na desítky až jednotky metrů. Přesnost ve speciálních nebo vědeckých aplikacích může být až několik centimetrů až milimetrů. Ve spojitosti s GPS a mobilními telefony často hovoříme o tzv. A-GPS neboli o asistované GPS. Ta pro urychlení určení polohy využívá mobilní internet, takže k lokalizaci potřebná data nemusí pomalu stahovat ze satelitů. [7]



Obr. č. 9 GPS čip, funkce GPS, převzato a upraveno z [7]

4.7 Barometr

Barometr měří aktuální atmosférický tlak. Ten je důležitým parametrem pro určení nadmořské výšky, která je zase doplňkovou informací pro rychlejší a přesnější fixování vaší GPS pozice. [7]

Klasický barometr je tvořen tenkostěnnou kovovou krabičkou, která je hermeticky uzavřena a byl z ní vyčerpán vzduch. Díky tomu se působením atmosférického tlaku deformuje a tyto deformace jsou přenášeny na ručičky, které ukazují velikost atmosférického tlaku na stupnici. Nejmodernějším typem je pak elektronický barometr, což je v podstatě elektronický tlakový senzor s analogově-digitálním převodníkem. [6]



Obr. č. 10 Senzor barometru, převzato a upraveno z [7]

4.8 Snímač otisků prstů

Snímač otisků prstů se u smartphonů objevuje poslední dobou stále častěji, zejména u modelů vyšší třídy. V zásadě rozlišujeme dva typy, buď k němu prst stačí jen přiložit, nebo je třeba přes senzor přejet prstem. Jeho samotná integrace je, buď přímo do domovského tlačítka, nebo do zadního krytu. Primárním účelem snímání otisků prstů je bezpečnost, otiskem si můžete zamknout telefon, nebo zaplatit, u Samsungu může být otisk použit k zabezpečení souborů či k zapamatování přihlašovacích údajů do webmailů a diskusních fór. [7]

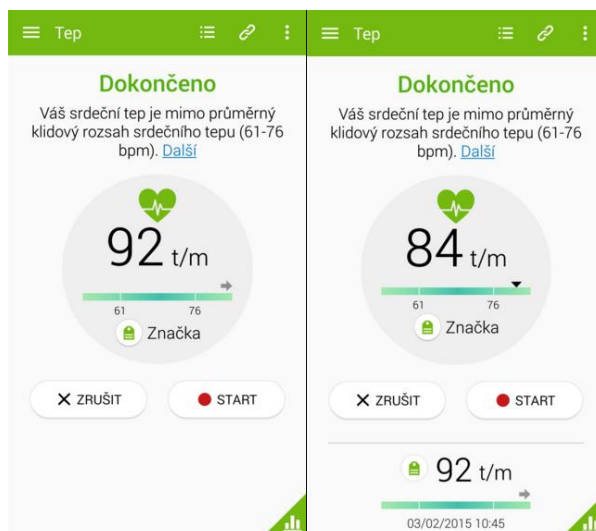


Obr. č. 11 Snímač otisků prstů, převzato a upraveno z [7]

4.9 Senzor srdečního tepu

U Galaxy S5 se poprvé dostalo i na senzor srdečního tepu, který je umístěn na zadní části pod fotoaparátem. Snímač se skládá z červené LED diody a senzoru pulzu. Dioda prosvítí přiloženou špičku prstu, senzor pulzu pak měří pohyb červených krvinek v kapilárách podle pulzace a následně zobrazí srdeční tep, který je charakterizován frekvencí těchto pulzací za minutu. Měření probíhá skrz aplikaci S Health. Podle proměnlivosti srdečního tepu může být

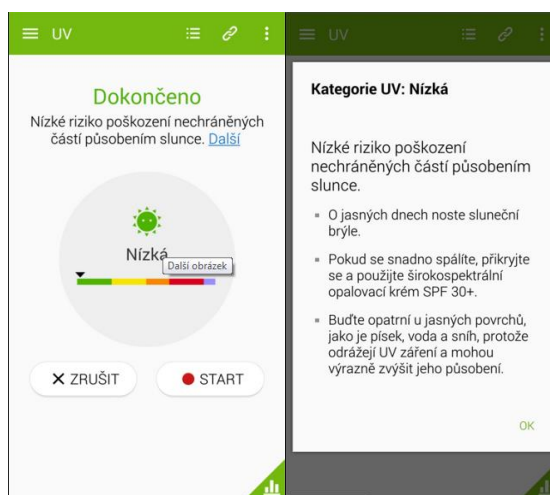
dále určena míra stresu. Pokud dlouhodobě tep spíše roste, je jeho úroveň vyšší, než kdyby při měření stagnoval nebo se zpomaloval. [7]



Obr. č. 12 Měření srdečního tepu za pomoci aplikace S Health, převzato a upraveno z [7]

4.10 Senzor UV záření

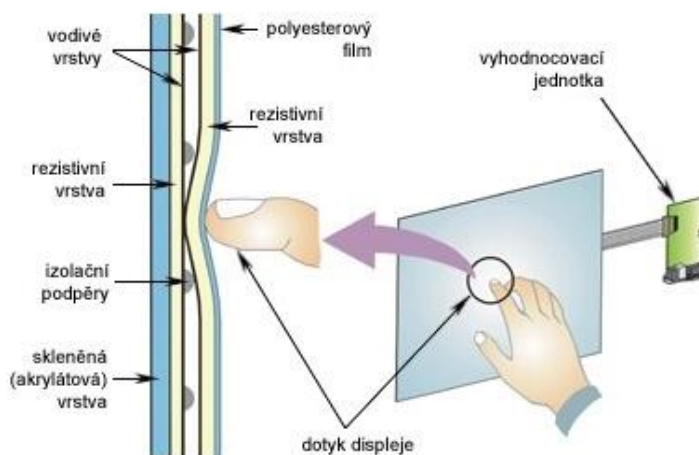
Senzor UV záření se jako první opět objevil u Galaxy Note 4 a následovali další. Měření funguje tak, že zadní část smartphonu, či přední část hodinek, nasměrujete směrem ke slunci, načež dojde ke změření intenzity UV záření (škála nízké až vysoké záření). Na konci jsou vám nabídnuty tipy jak se obléci, případně jakým krémem se máte při delším pobytu venku namazat. [7]



Obr. č. 13 Měření UV záření, převzato a upraveno z [7]

4.11 Kapacitátor

Dotyková vrstva (nejen) displeje je v dnešní době nejdůležitějším rozhraním mezi uživatelem a telefonem. V minulosti mezi sebou bojovaly různé technologie, ale co se smartphonů týče, drtivě zvítězila kapacitní vrstva, která určí polohu prstů na základě vodivosti lidského těla. Rezistivní technologie je (alespoň co se týče smartphonů) zapomenutá, na dnešních displejích se nic nehýbe a neprohýbá. [7]



Obr. č. 14 Rezistivní technologie displeje, převzato a upraveno z [7]

4.12 Mikrofon

Mikrofon slouží telefonu jako uši. Dnes není výjimkou, že jeden smartphone má dva, tři, nebo dokonce čtyři mikrofony. K čemu? K potlačení hluku na pozadí hovoru. Zjednodušeně řečeno „odečte“ jeden kanál s vaším hlasem a ruchy okolí od jiného kanálu, kde je pouze ruch okolí. Výsledkem je váš křišťálově čistý hlas (taková je idea, za kterou praxe mírně pokulhává). Další mikrofon je namířený stejným směrem jako zadní fotoaparát a poslouží tak při natáčení videa. Třeba taková Nokia 1020 má mikrofon s dynamickým rozsahem, takže dokáže zachytit jemné štěbetání ptáčků i přehraný rockový koncert. No a konečně čtvrtý mikrofon? To když chcete mít video se stereo zvukem, na každý kanál pak připadají dva mikrofony. [7]

5 Rešerše programů pro fyzikální měření pomocí senzoru v mobilu aktuální k období psaní kvalifikační práce

Mobilní aplikace je typ softwaru, který je určený k práci na zařízeních, jako je tablet nebo smartphone. Tyto aplikace plní podobnou úlohu, jako programy, které jsou navrženy pro práci na osobních počítačích. S velkým pokrokem vývoje v oblasti mobilních zařízení se tyto přístroje stávají stále výkonnějšími. Z tohoto důvodu rostou i nároky uživatelů na mobilní aplikace a proto vývojáři těchto mobilních pomocníků vymýšlí stále sofistikovanější programy, které nám dopřávají stejný zážitek, jaký se nám dostává při používání stolních počítačů (díky mobilitě a geolokačním funkcím často i něco navíc). [8]

Mobilní aplikace jsou dostupné na internetu, nebo na online obchodech (např. Apple App Store nebo Google play - dříve známý jako Android Market), kde se aplikace stahují přímo do mobilního zařízení zadarmo nebo za poplatek. U aplikací zadarmo (free apps) se od vývojářů setkáváme se třemi různými přístupy. Mohou fungovat pouze jako demo (tedy neúplná verze programu, která má za úkol přimět uživatele ke koupi finálního produktu) nebo vytvářejí zisk na základě reklamy umístěné v nich a poslední možností je, že posilují značku jiného produktu. Placené aplikace, díky poměrně nízkým nákladům na vývoj a prakticky žádným nákladům na distribuci, jen zřídka přesahují cenu 100 Kč. I přesto free aplikace stále dominují trhu. [8]

S původními mobilními aplikacemi se setkáváme na konci 20. století. Byly to například primitivní hry, kalendáře, kalkulátory a editory vyzvánění. Postupně ceny telefonů klesají, výdrž baterie se zvětšuje, telefony nabízejí nové způsoby použití. Díky tomu se zvyšuje poptávka zákazníků po dalších hrách a jiných funkcích. Začátek revoluce je, když výrobci začnou do telefonů implementovat komplikovanější operační systémy a umožní tak chod složitějších aplikací. Skutečný rozvoj pak přichází v roce 2008, kdy se na trhu objevily první chytré mobilní telefony s dotykovými obrazovkami (iPhone, Samsung Galaxy) a k nim přidružené platformy pro distribuci mobilních aplikací. Od té doby se jedná o nejrychleji rostoucí segment IT. [8]

V současné době je na našem trhu k zakoupení několik platforem (operační systém, který používá váš telefon). Mezi uživateli patří k nejpoužívanějším Apple iOS, Google Android a Microsoft Windows Phone. Díky těmto platformám dělíme mobilní aplikace na nativní a webové. [8]

Nativní operace jsou vytvořeny specificky pro určitou platformu a nainstalovány v zařízení obdobně, jako jsou nainstalovány programy ve stolním počítači. [9] Tyto aplikace jsou rychlé, spolehlivé, více šetří baterii zařízení a mohou využívat hardwarových vlastností telefonu (GPS, fotoaparát, kalendář, kontakty). [8]

Webové aplikace jsou dostupné pomocí internetového připojení a internetového prohlížeče zařízení – jedná se v podstatě o weby, které nabízejí funkcionalitu aplikací. [9] Webová aplikace tedy funguje skrze všechny platformy. Je uložena na serveru, a proto musí být uživatel při jejím používání online. [8]

V současné době se mezi vývojáři vede diskuze, jaký druh mobilních aplikací vyvíjet. Kvalitní nativní aplikace si díky častému stahování a umístění v předních příčkách vyhledávačů online obchodů dokáže udělat nezaplatitelnou reklamu (výhoda pro vývojáře) a prozatím stále nabízí více funkcí a kvalitnější služby. Je jí ale potřeba pro každou platformu vyvíjet zvlášť. Díky novým technologiím se proto na trhu objevuje stále více aplikací webových. [8]

5.1 Luxmetr

Na přístroji je možné měřit dopadající světlo díky senzoru, který se nazývá Light senzor (světelný senzor). Jako světelný senzor bývá nejčastěji použit fotorezistor. Jedná se o elektrickou součástku, která pracuje na principu fotoelektrického jevu. Světlo, které dopadá na horní vrstvu součástky, narazí na elektrony, kterým předává svou energii. Čím více světla dopadne, tím více vznikne volných elektronů a součástka bude více vodivá (bude klesat její elektrický odpor). [12]

K období psaní kvalifikační práce je aktuálně 78 dostupných aplikací k měření intenzity osvětlení E na Google Play obchodu z toho 5 aplikací je placených a zbylých 73 je zdarma.

Smart tools – Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení, také kvůli dobrému hodnocení a v neposlední řadě, protože je to aplikace s velkou variabilitou nástrojů.



Obr. č. 15 Aplikace Smart Tools, převzato a upraveno z [11]

Light Meter – Tato aplikace byla použita kvůli velkému počtu stažení a dobrému hodnocení.



Obr. č. 16 Aplikace Light Meter, převzato a upraveno z [11]

Lux Meter - Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení, také kvůli dobrému hodnocení a kvůli možnosti kalibrace.



Obr. č. 17 Aplikace Lux Meter, převzato a upraveno z [11]

5.2 Krokoměr a měření vzdálenosti podle GPS

Na mobilním telefonu je možné měřit také vzdálenost. Toto měření je možné uskutečnit hned dvěma způsoby. Prvním způsobem je využití akcelerometru. Tento senzor však sám o sobě přesná data neposkytuje. K měření vzdálenosti je nutná jeho kombinace s ostatními senzory. Pomocí analýzy dat akcelerometru je možné realizovat krokoměr (nebo také pedometr), který je v praxi používán k počítání kroků. Krok je akcelerometrem indikován při „každém“ silnějším nárazu, což se následně projeví výchyly hodnot na některé z os kartézské soustavy souřadnic. [13]

Další možnost je využití GPS navigace. Signál, pomocí kterého určíme naši polohu, je vysílán z družic, které obíhají kolem naší planety. Proto je nutné (nebo minimálně doporučené) mít přímou viditelnost na oblohu, odkud signál přichází. Každá z družic vysílá speciální kódy (časové razítko – tzn. absolutní čas, ve kterém byl datagram odeslán ze satelitu) a informace o své poloze a poloze dalších satelitů. Tento složitý kód doputuje do GPS přijímače, který dokáže vypočítat rozdíl mezi časem odeslání a přijetí zprávy. Tento proces není vůbec jednoduchý, neboť zatímco v družici jsou přesné atomové hodiny, mobilní telefony už takovou přesností nedisponují. Čas se tedy musí pomocí dalších algoritmů korigovat a pomocí dat z družice synchronizovat. Pokud dojde k vypočtení doby, po kterou zpráva putovala od družice k GPS přijímači, je ze znalosti rychlosti šíření signálu velmi snadné vypočítat, jak daleko se družice od GPS přijímače nachází. A právě na znalosti vzdálenosti GPS přijímače od družice a polohy samotné družice je založeno celé zaměření polohy. [14]

K období psaní kvalifikační práce je aktuálně 100 dostupných aplikací k měření vzdálenosti na Google Play obchodu z toho 5 aplikací je placených a zbylých 95 je zdarma.

Pedometer - Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení, také kvůli dobrému hodnocení a kvůli možnosti kalibrace.



Obr. č. 18 Aplikace Pedometer, převzato a upraveno z [11]

EPP – Pomáhej pohybem - Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení, také kvůli velmi dobrému hodnocení a kvůli přispívání bodů na projekty pomoci lidem.



Obr. č. 19 Aplikace EPP – Pomáhej pohybem, převzato a upraveno z [11]

5.3 Hlukoměr

Rychlý rozvoj technologie v oblasti tzv. „chytrých telefonů“ nám v poslední době umožňuje kromě telefonování a zasílání zpráv, používat mobilní telefony ke všem možným dalším účelům. Kromě všeobecných nástrojů jako jsou překladače, jízdní řády či mapy, se začínají objevovat i různé specializované aplikace včetně hlukoměrů. Hlukoměry používají pro měření hladiny intenzity zvuku L mikrofon telefonu a ukazují hodnoty v dB. [15]

K období psaní kvalifikační práce je aktuálně 52 dostupných aplikací k měření hlasitosti na Google Play obchodu z toho 4 aplikace jsou placené a zbylých 48 je zdarma.

Zvukoměr – Sound Meter - Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení, také kvůli dobrému hodnocení a kvůli možnosti kalibrace.



Obr. č. 20 Aplikace Zvukoměr – Sound Meter, převzato a upraveno z [11]

5.4 Tónový generátor

K období psaní kvalifikační práce je aktuálně 250 dostupných aplikací ke generování zvuku na Google Play obchodu z toho 72 aplikací je placených a zbylých 178 je zdarma.

Tónový generátor – Frequency Sound Generator - Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení a také kvůli výbornému hodnocení.



Obr. č. 21 Aplikace Tónový generátor, převzato a upraveno z [11]

5.5 Úhloměr

K období psaní kvalifikační práce je aktuálně 120 dostupných aplikací k měření úhlu na Google Play obchodu z toho 17 aplikací je placených a zbylých 103 je zdarma.

Smart tools – Tato aplikace byla použita, protože má velký počet stažení, také kvůli dobrému hodnocení a v neposlední řadě, protože je to aplikace s velkou variabilitou nástrojů.



Obr. č. 22 Aplikace Smart Tools, převzato a upraveno z [11]

6 Vytvoření online přehledu aplikací měřících fyzikální veličiny pro Android

Tyto www stránky byly vytvořeny z toho důvodu, aby ostatní vyučující mohli využívat mnou ověřené aplikace a nebrali měření z mobilních telefonů za jednoznačně přesné. V následujících kapitolách jsou znázorněny některé aplikace a přístroje, při měření různých veličin. Z výsledků je patrné, že některé přístroje a aplikace jsou skutečně přesné a v praxi mohou být využitelné. Naopak některé jsou velice nepřesné, až nepoužitelné. Online přehled aplikací měřících fyzikální veličiny pro Android je dostupný na stránkách: <http://aplikace-pro-fyzikalni-mereni7.webnode.cz>

7 Porovnání naměřených hodnot z aplikace s laboratorní technikou

Všechny naměřené hodnoty získány z mobilních telefonů a z laboratorních přístrojů byly pečlivě zapsány do tabulek a vyhodnoceny v níže uvedených grafech a tabulkách.

7.1 Luxmetr

K porovnávání dat získaných z mobilního telefonu bylo potřeba vybrat laboratorní přístroj, který je svými technickými specifikacemi nejvhodnější k porovnání a vyhodnocení přesnosti dat. Pro výběr vhodného přístroje byly porovnány tyto luxmetry: HD450, LX-101, MS-1300, Light sensor – luxmetr od společnosti Vernier. Měření bylo provedeno v zatemněné místnosti, aby data získaná z přístrojů byla co nejpřesnější.



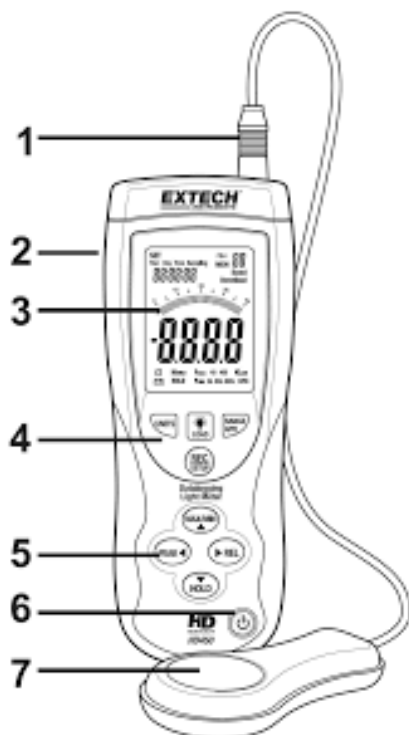
Obr. č. 23 Měřicí místnost

HD450

Tento měřicí přístroj je možné používat k profesionálnímu zjištění intenzity osvětlení. A to nejen kvůli zdárnému růstu pokojových květin, ale i ke kontrole, zda máte dobré osvětlení při své práci, nebo můžete pomocí tohoto luxmetru změřit intenzitu osvětlení, kterou vyzařují různé zdroje světla. [17]



Obr. č. 24 Luxmetr HD450, převzato a upraveno z [17]



- 1) Připojka (konektor) kabelu senzoru měření intenzity osvětlení.
- 2) Konektor USB k připojení k počítači (pod krytem).
- 3) LCD displej s grafickou stupnicí.
- 4) Horní ovládací tlačítka přepínání režimů měření.
- 5) Dolní ovládací tlačítka přepínání funkcí.
- 6) Tlačítko zapínání a vypínání přístroje.
- 7) Senzor měření intenzity osvětlení se zabudovanou fotodiodou a s ochranným bílým krytem. [17]

Obr. č. 25 Luxmetr HD450 - Ovládací tlačítka a další součásti přístroje, převzato a upraveno z [17]

Tabulka 4. Tolerance (přesnost) měření a rozsahy měření, převzato a upraveno z [17]

Rozsah měření	Rozlišení	Přesnost
400,0 lux	0,1 lux	$\pm (5 \% + 10 \text{ dgt})$
4000 lux	1 lux	
40,00 k	0,01 k	$\pm (10 \% + 10 \text{ dgt})$
400,0 k	0,1 k	

Přesnost měření se uvádí v $\pm$ (% odečtení naměřené hodnoty + počet míst = dgt).

LX-101

Tento digitální luxmetr umožňuje měřit osvětlení v rozsahu od 0 do 50000 luxů. Je vybaven automatickým nulováním. Má velmi nízkou spotřebu a separátní senzor rozšiřuje možnosti tohoto přístroje pro měření v různých polohách. [18]



Obr. č. 26 Luxmetr LX-101, převzato a upraveno z [18]

Tabulka 5. Tolerance (přesnost) měření a rozsahy měření, převzato a upraveno z [18]

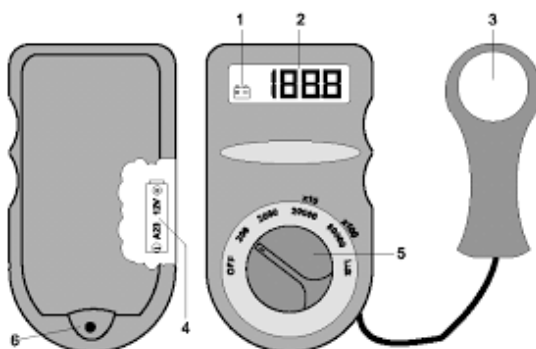
Rozsah měření	Rozlišení	Přesnost
0-1999 lux	1 lux	$\pm (5 \% + 2 \text{ dgt})$
2000-19990 lux	10 lux	
20000–50000 lux	100 lux	

MS-1300

Digitální luxmetr MS-1300 je měřicí přístroj, který slouží k přesnému zjištění intenzity osvětlení a dopadu světla na určitou plochu. Měření intenzity světla se provádí pomocí fotočlátku (fotodioda, fototranzistor), výsledek měření lze zobrazit na displeji (LCD) ve čtyřech rozsazích. K napájení přístroje slouží 1 alkalická baterie 12 V typu 23A. [19]



Obr. č. 27 Luxmetr MS-1300, převzato a upraveno z [19]



Obr. č. 28 Luxmetr MS-1300 - Ovládací tlačítka a další součásti přístroje, převzato a upraveno z [19]

- 1) Symbol indikující vybitou baterii. Objeví-li se tento symbol na displeji přístroje, vyměňte baterii.
- 2) Pole zobrazení naměřené hodnoty intenzity osvětlení. Zobrazí-li se v tomto poli na displeji „1“, došlo k přetečení zvoleného měřicího rozsahu. V tomto případě přepněte přístroj na vyšší rozsah.
- 3) Světelný senzor se zabudovanou fotodiodou (fototranzistorem) a ochranným krytem.
- 4) Alkalická baterie 12 V typu 23A.
- 5) Otočný přepínač zapnutí a vypnutí přístroje (poloha „OFF“) a volba měřících rozsahů.
- 6) Šroubek k otevření krytu pro výměnu baterie. [19]

Tabulka 6. Tolerance (přesnost) měření a rozsahy měření, převzato a upraveno z [19]

Rozsah měření	Přesnost měření
0,01 až 50 000 lux (4 rozsahy)	$\pm 5 \% + 10$ posl. znaků na displeji ($< 10\,000$ lux)
	$\pm 10 \% + 10$ posl. znaků na displeji ($> 10\,000$ lux)

Light Sensor – Luxmetr (čidlo intenzity světla)

Senzor využívá křemíkovou fotodiodu, která vytváří napětí úměrné intenzitě dopadajícího světla. Hlavní předností je obrovská frekvence, se kterou dokáže zaznamenávat změny při měření [20]

Možná použití senzoru:

- zkoumání závislosti intenzity světla na vzdálenosti od zdroje
- studium polarizace
- studium odrazivosti
- pohlcování optickými filtry
- určování kvality osvětlení na různých místech
- zkoumání činnosti zářivek - určení frekvence jejich "blikání" [20]



Obr. č. 29 Light Sensor – Luxmetr (čidlo intenzity světla), převzato a upraveno z [20]

Tabulka 7. Rozsahy a citlivost, převzato a upraveno z [20]

Rozsah	Citlivost	Vhodné
0-600 lux	0,2 lux	- pro měření při slabém osvětlení
0–6000 lux	2 lux	- pro měření v běžně osvětlených místnostech
0-150000 lux	50 lux	- pro měření venku, za slunečního svitu

Po proměření všech výše uvedených luxmetrů, tedy: HD450, LX-101, MS-1300 a Light Sensor – Luxmetr (čidlo intenzity světla) bylo dosaženo závěru, že nejlepší přístroj pro porovnávání s daty z mobilního telefonu bude luxmetr HD450, který svými technickými parametry převyšuje své konkurenty. V této kapitole bylo proměřeno pět přístrojů, tedy: Sony Xperia Z1, Sony Xperia Z5, LG E960 – Nexus 4, Samsung Galaxy S3 a Lenovo P70 – A.

Měření závislosti na vzdálenosti od zdroje světla

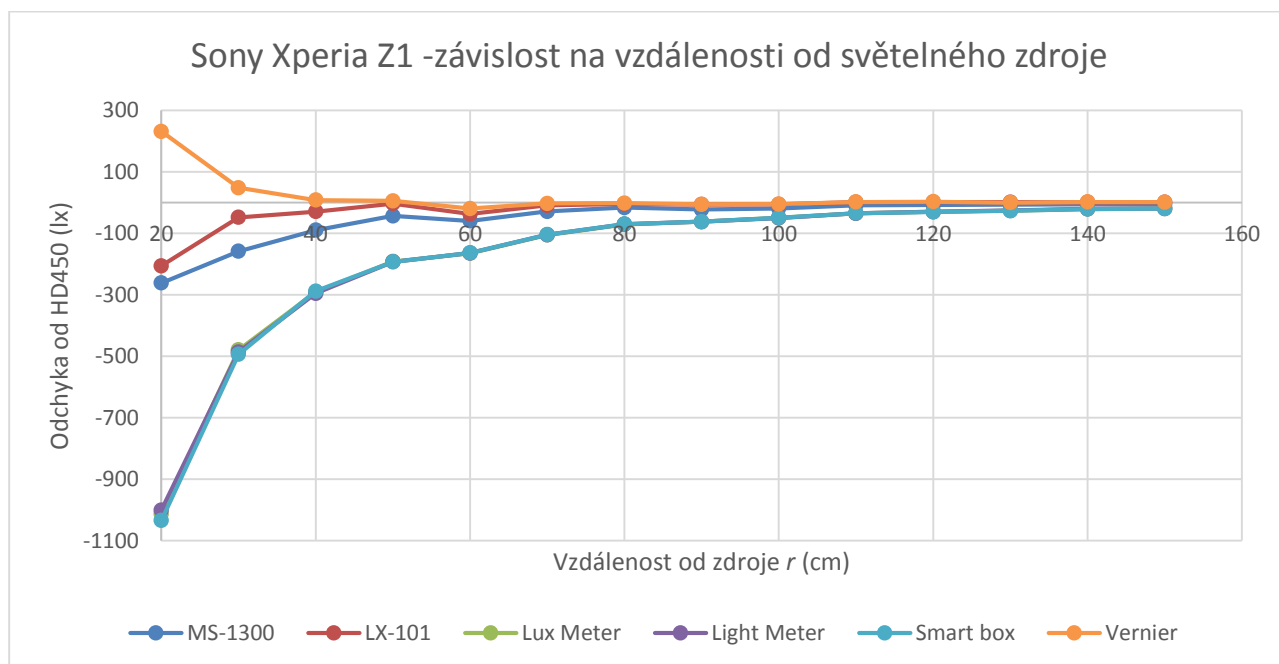
- 1) Nastavení zdroje osvětlení (žárovka 12 W) – upevnění do počátku (0 cm), nastavení výšky (16 cm).
- 2) Kalibrace měřicího zařízení a upevnění do stativu.
- 3) Nastavení vzdálenosti měřicího zařízení od zdroje (150, 140, ..., 20 cm), nastavení výšky (16 cm).
- 4) Rozsvícení zdroje.
- 5) Po ustálení hodnot zápis do tabulky měření, výpočet průměrných hodnot, vytvoření grafu.

Sony Xperia Z1



Obr. č. 30 Sony Xperia Z1, převzato a upraveno z [21]

Graf č. 1 – Výsledky měření aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z1 a výše uvedených luxmetrů



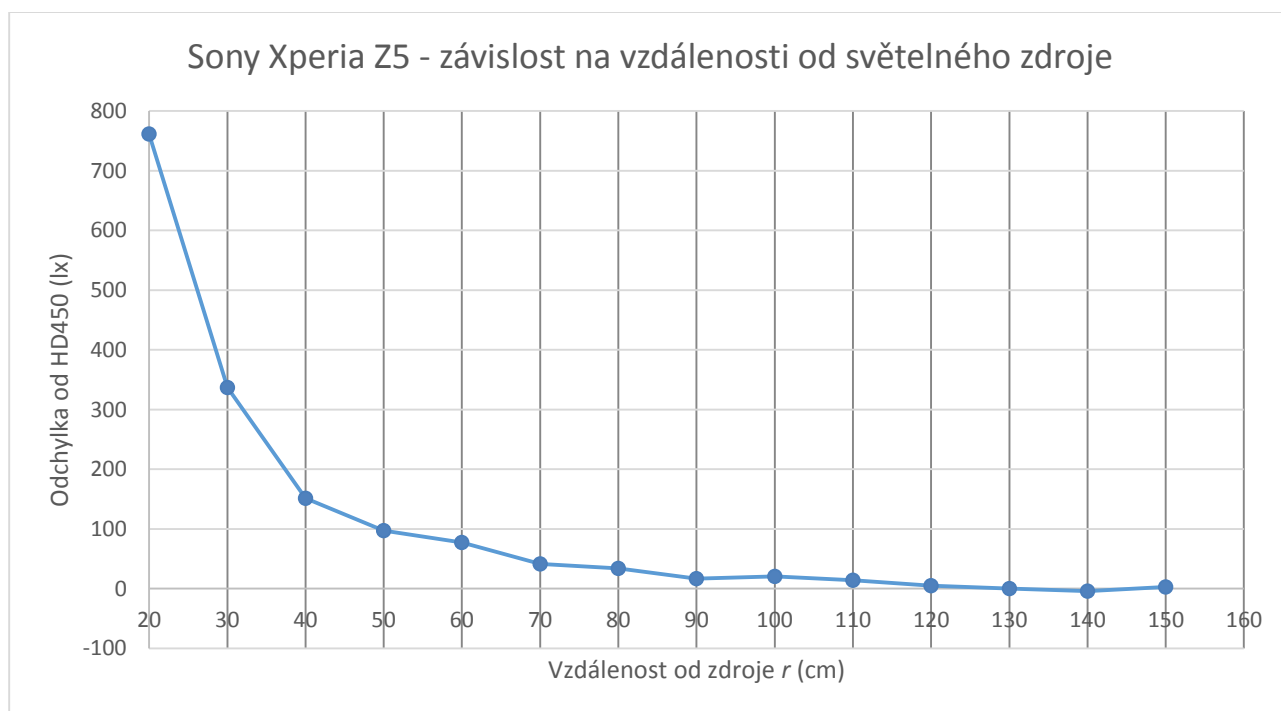
Z grafu vyplývá, že luxmetry mají do vzdálenosti 40 cm od zdroje téměř shodnou přesnost. Od vzdálenosti 40 cm se hodnoty liší. Dále je patrné, že mobilní aplikace měří uspokojivě do vzdálenosti 70 cm od zdroje. Za hranicí 70 cm se hodnoty rozcházejí. Poslední poznatek, který z grafu vyplývá, je ten, že všechny tři měřené aplikace měří totožně, proto jsem pro další měření u ostatních přístrojů volil pouze jednu aplikaci. Na základě tohoto měření, s tímto mobilním telefonem doporučuji měřit luxmetrem ve vzdálenosti od 70 cm do 150 cm od zdroje.

Sony Xperia Z5



Obr. č. 31 Sony Xperia Z5, převzato a upraveno z [25]

Graf č. 2 – Výsledky měření aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z5



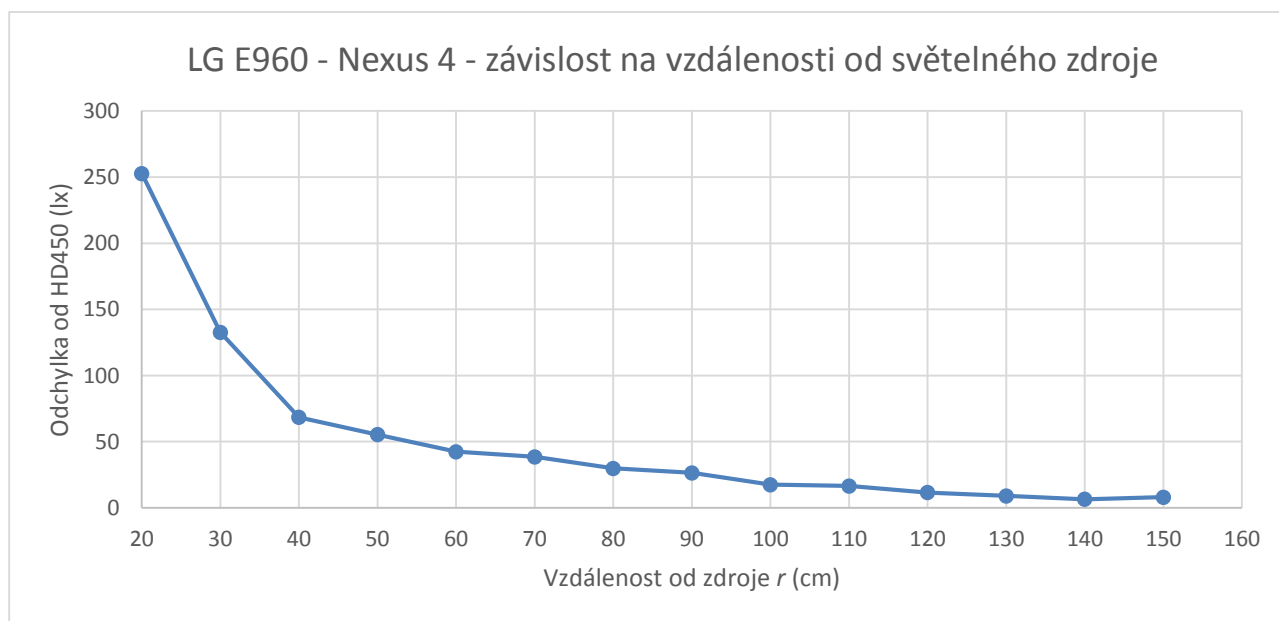
Z grafu vyplývá, že mobilní aplikace měří uspokojivě do vzdálenosti 70 cm od zdroje. Od 60 cm se hodnoty rozcházejí. Na základě tohoto měření, s tímto mobilním telefonem doporučuji měřit luxmetrem ve vzdálenosti od 150 cm do 70 cm.

LG E960 – Nexus 4



Obr. č. 32 LG E960 – Nexus 4, převzato a upraveno z [22]

Graf č. 3 – Výsledky měření aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem LG E960 – Nexus 4



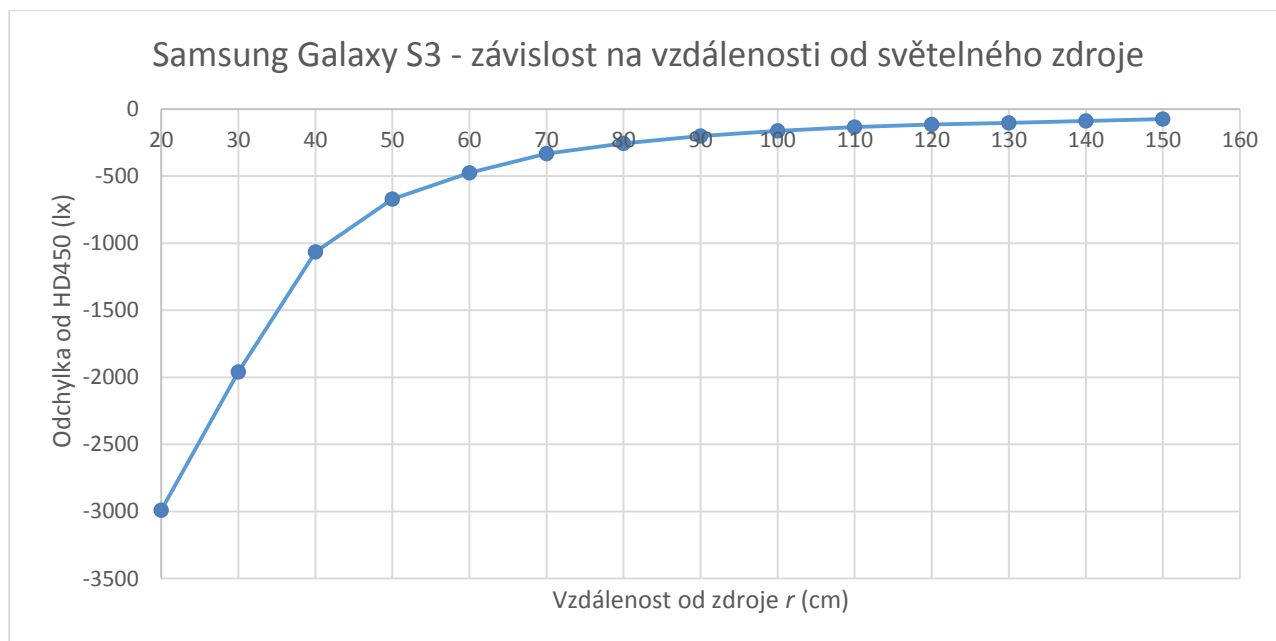
Z grafu vyplývá, že mobilní aplikace měří velmi dobře do vzdálenosti 50 cm od zdroje. Od 50 cm se hodnoty rozcházejí. Na základě tohoto měření, s tímto mobilním telefonem doporučuji měřit luxmetrem ve vzdálenosti od 50 cm do 150 cm od zdroje.

Samsung Galaxy S3



Obr. č. 33 Samsung Galaxy S3, převzato a upraveno z [24]

Graf č. 4 – Výsledky měření aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Samsung Galaxy S3



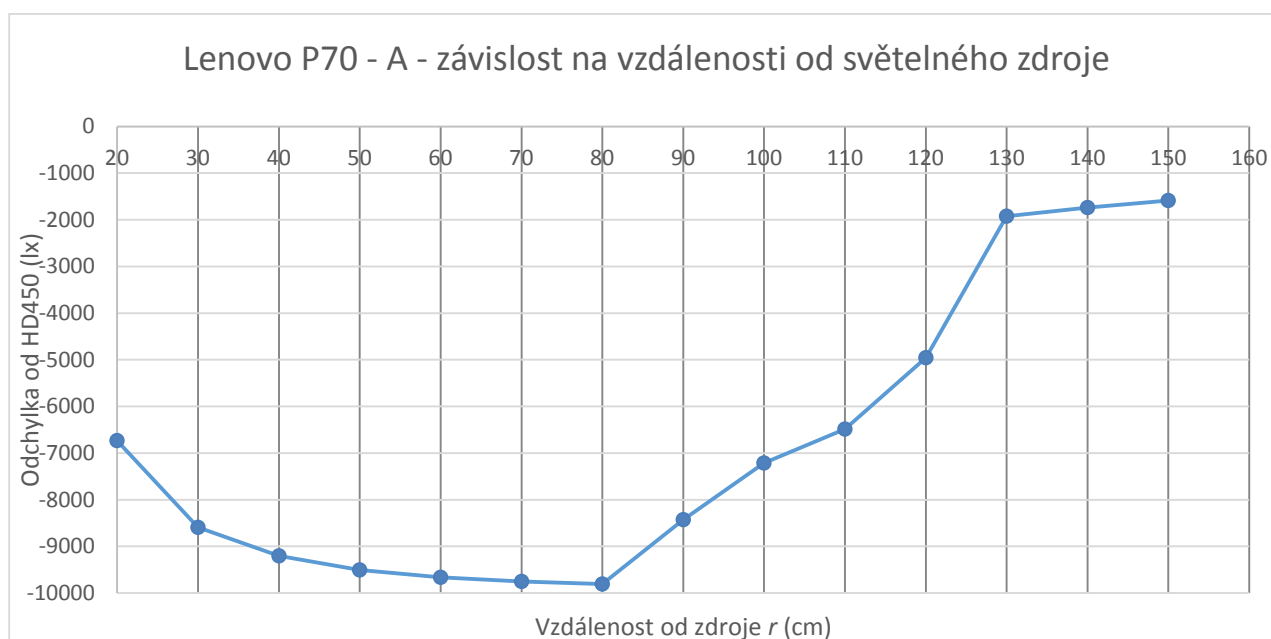
Z grafu vyplývá, že mobilní aplikace měří uspokojivě do vzdálenosti 110 cm od zdroje. Od 100 cm se hodnoty rozcházejí. Na základě tohoto měření, s tímto mobilním telefonem doporučuji měřit luxmetrem ve vzdálenosti od 150 cm do 110 cm.

Lenovo P70 – A



Obr. č. 34 Lenovo P70 - A, převzato a upraveno z [23]

Graf č. 5 – Výsledky měření aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené zařízením Lenovo P70 – A



Z grafu vyplývá, že mobilní přístroj měří velmi špatně. Od 150 cm, tedy od počátku měření se hodnoty rozcházejí. Na základě tohoto měření, s tímto mobilním telefonem nedoporučuji měřit luxmetrem v jakékoliv vzdálenosti.

Po proměření přístrojů v operaci měření závislosti na vzdálenosti od zdroje, bylo dosaženo závěru a to takového, že nejlépe měřil přístroj LG E960 – Nexus 4. Naopak nejméně přesná data poskytl telefon Lenovo P70 – A.

Měření závislosti na úhlu natočení ke zdroji světla

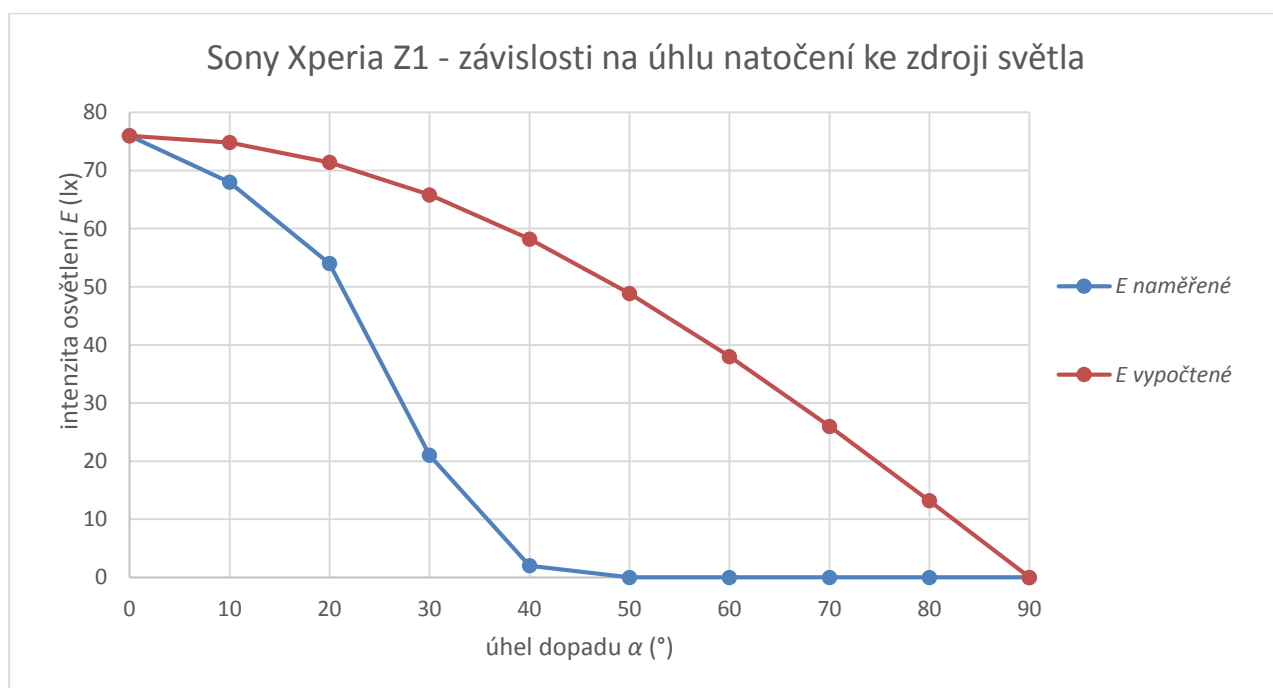
- 1) Nastavení zdroje osvětlení (LED žárovka 12 W) – upevnění do počátku (0 cm), nastavení výšky (16 cm).
- 2) Kalibrace a upevnění měřicího zařízení do stativu, nastavení úhlu 0° podle aplikace Smart Tools.
- 3) Nastavení vzdálenosti měřicího zařízení od zdroje (150 cm) – nepřesnější měření mobilního telefonu, nastavení výšky (16 cm), použitá aplikace – Light Meter.
- 4) Rozsvícení zdroje.
- 5) Po ustálení hodnot zápis do tabulky měření.
- 6) Postupné nastavování úhlu (0° , 10° , 20° , ..., 90°) podle aplikace Smart Tools.
- 7) Výpočet teoretické závislosti na úhlu natočení ke zdroji podle vzorce $E = \frac{I \times \cos \alpha}{r^2}$ (lx), kde E je intenzita elektrické energie, I je svítivost, $\cos \alpha$ je úhel natočení ke zdroji a r je vzdálenost měřicího zařízení od zdroje.
- 8) Výpočet průměrných hodnot, vytvoření grafu.

Sony Xperia Z1



Obr. č. 35 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji

Graf č. 6 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z1 při snímání světla pod úhlem



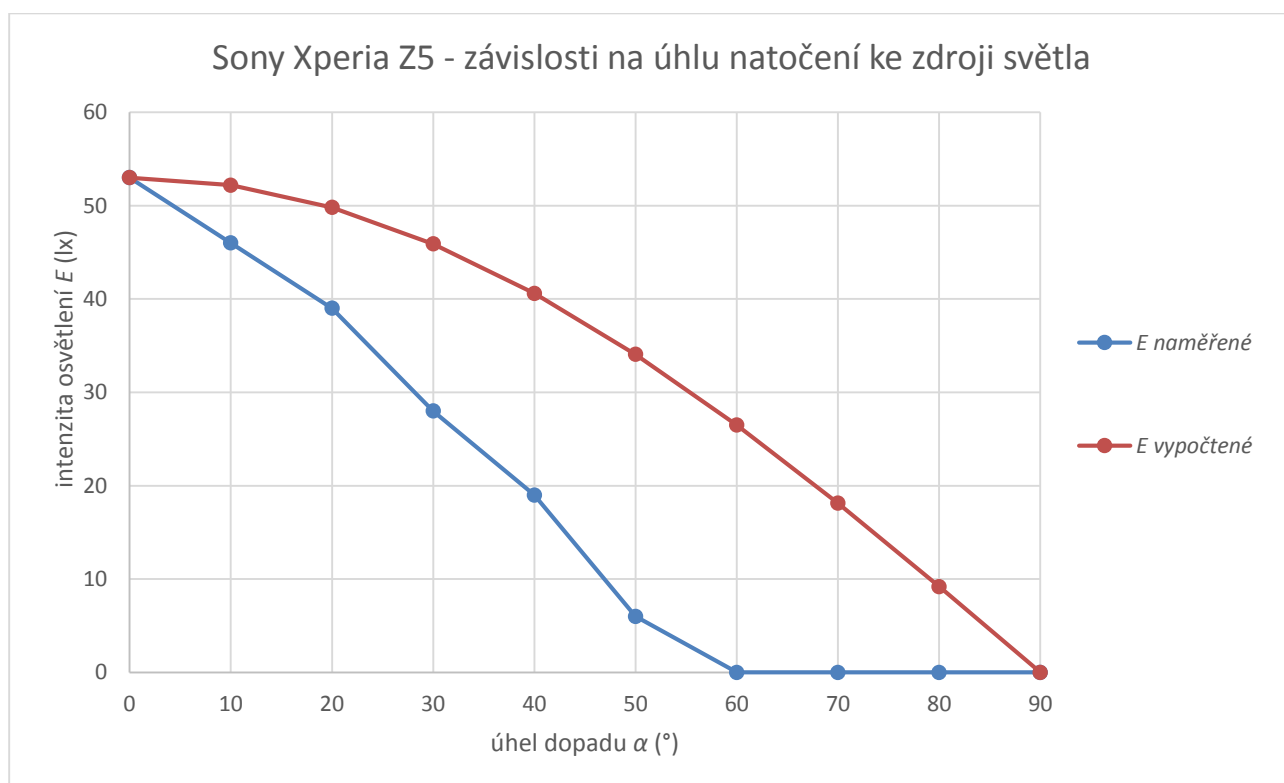
Z grafu je patrné, že když nastavíme měřící zařízení ke zdroji pod jakýmkoliv úhlem, zařízení přestává měřit přesně. Na základě tohoto měření tedy doporučuji měřit pod úhlem 0° .

Sony Xperia Z5



Obr. č. 36 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji

Graf č. 7 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z5 při snímání světla pod úhlem

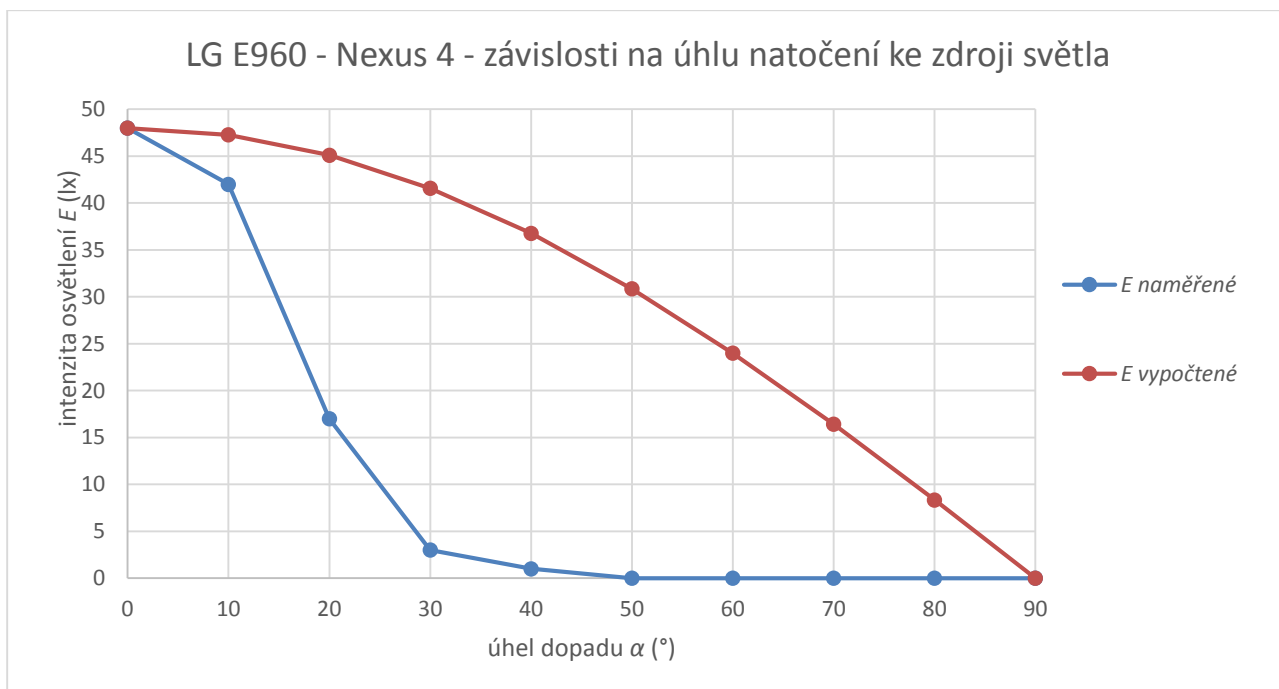


Z grafu je patrné, že když nastavíme měřicí zařízení ke zdroji pod jakýmkoliv úhlem, zařízení přestává měřit přesně. Na základě tohoto měření tedy doporučuji měřit pod úhlem 0° .



Obr. č. 37 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji

Graf č. 8 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem LG E960 – Nexus 4 při snímání světla pod úhlem



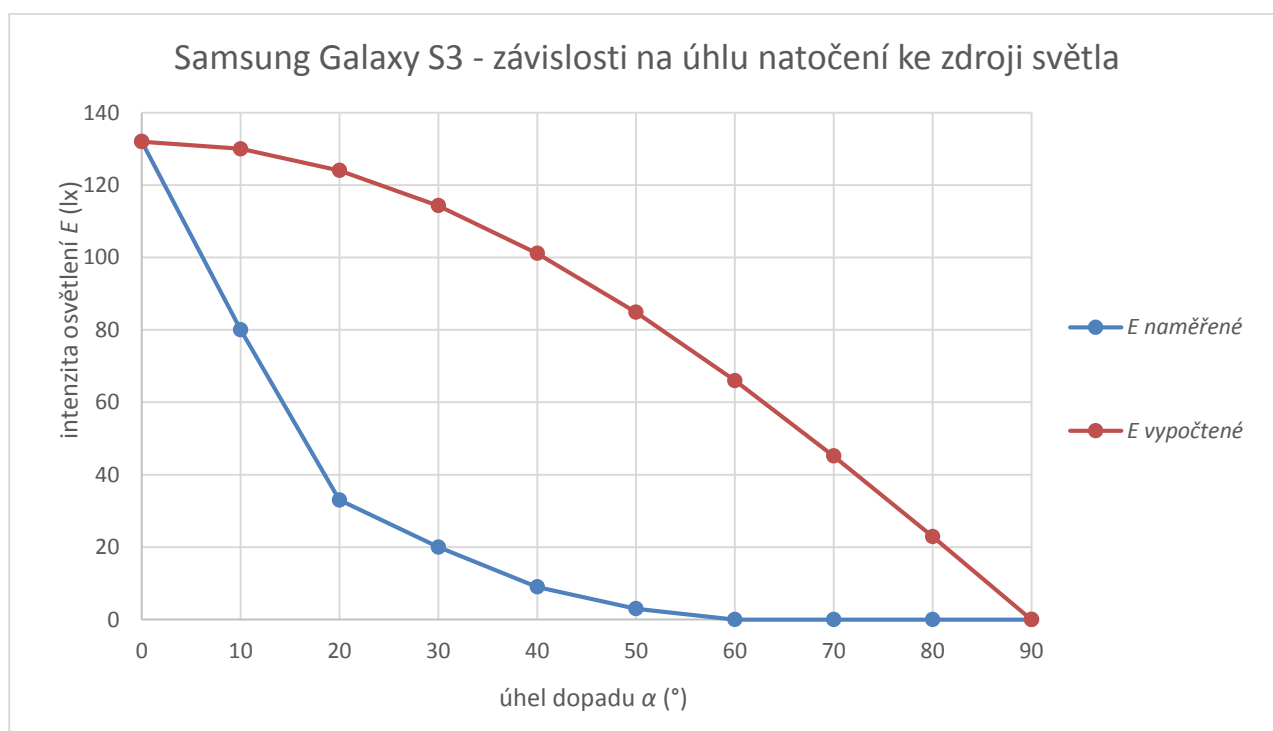
Z grafu je patrné, že když nastavíme měřící zařízení ke zdroji pod jakýmkoliv úhlem, zařízení přestává měřit přesně. Na základě tohoto měření tedy doporučuji měřit pod úhlem 0° .

Samsung Galaxy S3



Obr. č. 38 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji

Graf č. 9 – Výsledky měření aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Samsung Galaxy S3 při snímání světla pod úhlem



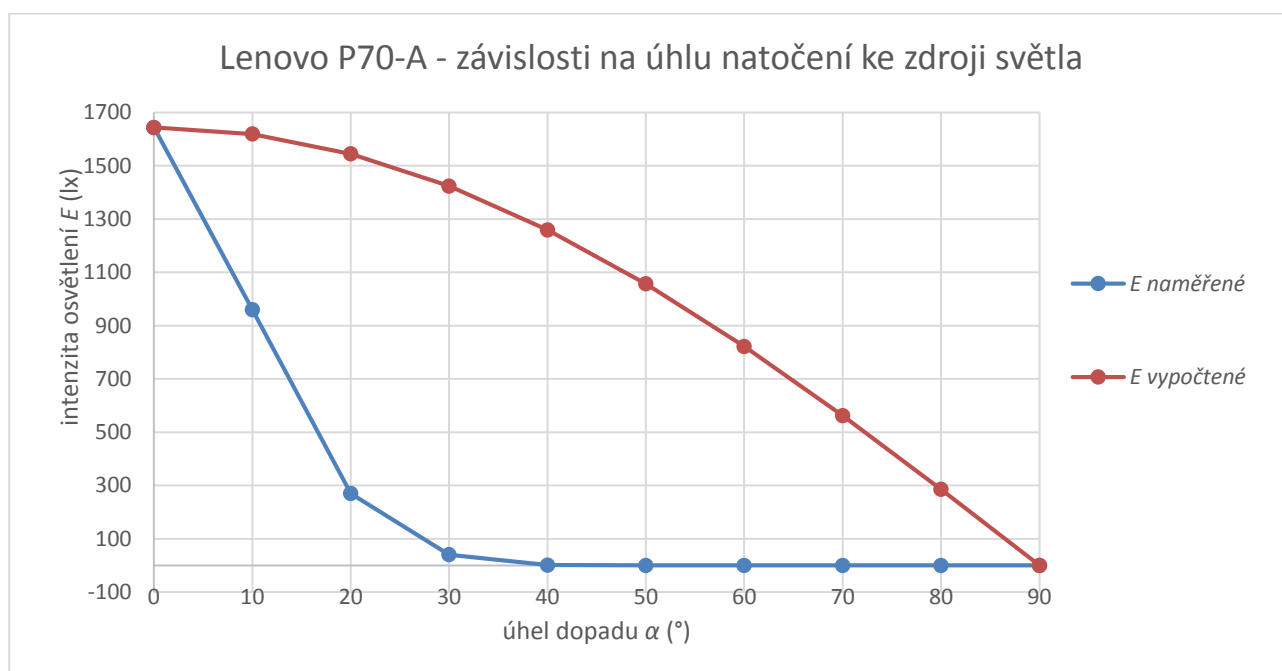
Z grafu je patrné, že když nastavíme měřící zařízení ke zdroji pod jakýmkoliv úhlem, zařízení přestává měřit přesně. Na základě tohoto měření tedy doporučuji měřit pod úhlem 0° .

Lenovo P70 – A



Obr. č. 39 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji

Graf č. 10 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené zařízením Lenovo P70 - A při snímání světla pod úhlem



Z grafu je patrné, že když nastavíme měřící zařízení ke zdroji pod jakýmkoliv úhlem, zařízení přestává měřit přesně. Na základě tohoto měření tedy doporučuji měřit pod úhlem 0° .

V měření závislosti na úhlu natočení ke zdroji neposkytl uspokojivá data ani jeden z přístrojů, proto doporučuji vždy měřit pod úhlem 0° .

Měření reakční doby přístroje

- 1) Nastavení zdroje osvětlení (žárovka 12 W) – upevnění do počátku (0 cm), nastavení výšky (16 cm).
- 2) Kalibrace měřicího zařízení a upevnění do stativu.
- 3) Nastavení videokamery pro záznam měření.
- 4) Nastavení vzdálenosti měřicího zařízení od zdroje (150 cm), nastavení výšky (16 cm), použitá aplikace – Light Meter.
- 5) Rozsvícení a zhasnutí zdroje světla (10x).
- 6) Analýza videa z videokamery pomocí programu Tracker.
- 7) Po získání hodnot výpočet průměrné doby reakce.

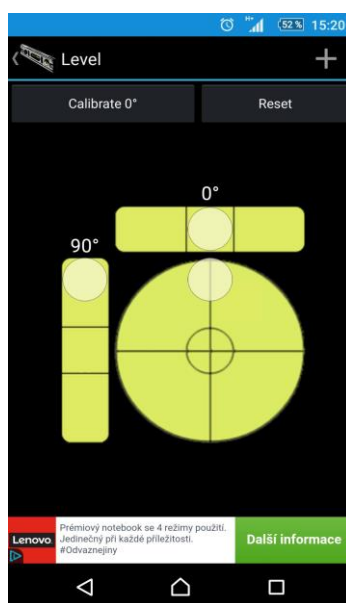
Tabulka 8. Výsledky měření reakční doby všech přístrojů

Sony Xperia Z1	Sony Xperia Z5	LG E960 - Nexus 4	Samsung Galaxy S3	Lenovo P70 - A
0,27 s	0,17 s	0,33 s	0,34 s	2,66 s

Z tabulky vyplývá, že reakční dobu měl nejkratší přístroj Sony Xperia Z5. Naopak nejdelší reakční dobu měl telefon Lenovo P70 – A.

7.2 Úhloměr

Pro měření závislosti dopadajícího světla na úhlu natočení mobilního přístroje ke zdroji bylo potřeba přesné nastavení úhlu. Jelikož je mobilní telefon schopen pomocí aplikace úhel změřit, bylo potřebné zjistit pouze přesnost, s jakou je přístroj schopen určit tuto veličinu. Pro zjištění byla použita nakloněná rovina s nastavitelnou polohou a úhloměr ke zjištění skutečného úhlu. Odkoušeno bylo 20 aplikací pro měření úhlu. Dostatečně uspokojivě pro mé měření měřila pouze aplikace Smart Tools. Jelikož tato aplikace je schopna úhel měřit poměrně přesně, byla použita pro nastavení úhlu u všech přístrojů při měření závislosti na úhlu natočení ke zdroji světla u luxmetrů. Pro měření byl použit mobilní telefon Sony Xperia Z1.



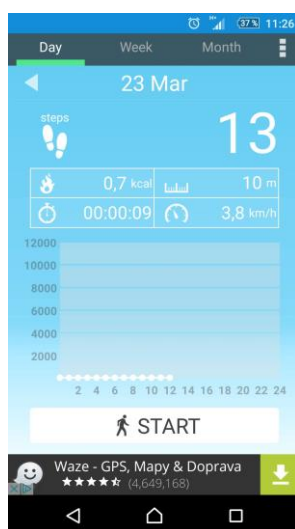
Obr. č. 40 Měření úhlu aplikací Smart Tools

7.3 Krokoměr a měření vzdálenosti podle GPS

Další měřenou veličinou, která byla vybrána do mé práce je vzdálenost. Proměřeny byly 2 aplikace, přičemž jedna funguje pomocí akcelerometru jako krokoměr a druhá přes senzor GPS. Pomocí senzoru GPS lze zaznamenat trajektorii a dráhu pohybu, akcelerometr může počítat počet kroků a určit dráhu chůze. Tato veličina byla měřena telefonem Sony Xperia Z1.

Pedometer - krokoměr

Tato aplikace byla měřena na předem vymezených, přesně odměřených vzdálenostech. Byly změřeny úseky 18, 200, 500 a 700 metrů. Každé měření bylo pečlivě zapsáno do tabulky výsledků. Pro každou vzdálenost bylo provedeno 25 měření a z nich byl vypočítán průměr. Aplikace mimo číselných hodnot generuje také sloupcový graf bez popisu os. V možnostech nastavení je uvedena kalibrace. Měření proběhlo pro všechny citlivosti, shrnuto v tabulce 8, 9, 10, 11. Možnost nastavení vstupních parametrů, včetně délky kroku, vedla k přesnějším výsledkům. Lze předpokládat, že po podrobnějším zkoušení s různě dosaženou délkou kroku, by se naměřené hodnoty dráhy mohly rovnat blíže reálným.



Obr. č. 41 Měření vzdálenosti aplikací Pedometer

Tabulka 9. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 18 m.

Citlivost aplikace	Vzdálenost naměřená (m)	Vzdálenost skutečná (m)
0	17,04	18
1	16,80	18
2	17,16	18
3	17,08	18
4	17,00	18
5	17,20	18
6	17,20	18
7	17,24	18
8	17,28	18

Tabulka 10. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 200 m.

Citlivost aplikace	Vzdálenost naměřená (m)	Vzdálenost skutečná (m)
0	175,16	200
1	174,44	200
2	176,24	200
3	173,92	200
4	179,68	200
5	180,04	200
6	180,12	200
7	179,72	200
8	179,60	200

Tabulka 11. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 500 m.

Citlivost aplikace	Vzdálenost naměřená (m)	Vzdálenost skutečná (m)
0	443,60	500
1	446,16	500
2	442,36	500
3	443,84	500
4	448,56	500
5	449,92	500
6	450,36	500
7	449,52	500
8	449,88	500

Tabulka 12. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 700 m.

Citlivost aplikace	Vzdálenost naměřená (m)	Vzdálenost skutečná (m)
0	621,72	700
1	625,44	700
2	622,96	700
3	622,88	700
4	621,12	700
5	620,76	700
6	620,32	700
7	620,68	700
8	620,84	700

Z výsledků je patrné, že při zvětšující se vzdálenosti se hodnoty více odchylují od hodnot reálných. Dále je také zřejmé, že nastavená citlivost aplikace neměla na průběh měření žádný vliv. Nastavení parametrů jednotlivce dopomohlo k přesnějším výsledkům.

EPP – pomáhej pohybem, měření vzdálenosti podle GPS

Tato aplikace byla měřena na předem vymezených vzdálenostech. Byly změřeny úseky 590, 1200 a 2298 metrů, znázorněné v tabulce 12. Každé měření bylo pečlivě zapsáno do tabulky výsledků. Pro každou vzdálenost bylo provedeno 20 měření a z nich byl vypočítán průměr. Aplikace nabízí možnost podpořit vlastním pohybem neziskové organizace, dětské domovy a podobně. Mimo času a vzdálenosti, zobrazuje pouze tempo v minutách na kilometr (kroky nepočítá vůbec). Není zde možná žádná kalibrace.



Obr. č. 42 Měření vzdálenosti aplikací EPP – Pomáhej pohybem

Tabulka 13. Měření aplikace EPP – Pomáhej pohybem

Trasa	Vzdálenost naměřená (m)	Vzdálenost skutečná (m)
J. Bendy - Šumava	620	590
J. Bendy - JČU	1145	1200
J. Bendy - Výstaviště	2270	2298

Z výsledků je patrné, že se naměřené hodnoty odchylují od skutečných v každé vzdálenosti jinak. Odchylka není závislá na vzdálenosti.

Hlavní myšlenkou tohoto měření je především upozornění na přístup k technologiím a ověřování si získaných hodnot, místo slepé důvěry v jejich neomylnost. Při využití mobilních aplikací ve školní praxi musíme mít na zřeteli uvedené poznatky a diskutovat se studenty přesnost takovýchto měření.

7.4 Hlukoměr

K porovnávání dat získaných z mobilního telefonu bylo potřeba vybrat laboratorní přístroj, který je svými technickými specifikacemi nejvhodnější k porovnání a vyhodnocení přesnosti dat. Pro výběr vhodného přístroje byly porovnány tyto hlukoměry: Sound Level Meter – hlukoměr od společnosti Vernier a LUTRON SL-4011. Měření bylo provedeno v místnosti, která byla zvukově poměrně dobře odizolovaná, aby data získaná z přístrojů byla co nejpřesnější.

Sound Level Meter – hlukoměr

Senzor je vybaven mikrofonom, který měří akustický tlak. Výstup z tohoto mikrofonu je filtrován, zesilován a převáděn na hodnoty hladiny hluku. Senzor musí být při měření namířen mikrofonom přímo na zdroj hluku. [26]

Některá možná použití

- proměření hluku na koncertě, zábavě, na letišti či na dálnici
- vyhodnocení hlučnosti vaší ulice, vaší školy
- změny hladiny hluku se vzdáleností od zdroje hluku
- studium efektivnosti protihlukových opatření
- mapování hluku v terénu s pomocí LabQuestu a GPS
- měření hluku v domácnosti
- studium hučení rychlovarné konvice [26]



Obr. č. 43 Hlukoměr SLM-BTA, převzato a upraveno z [26]

Tabulka 14. Rozsahy a citlivost, převzato a upraveno z [26]

Rozsah	Citlivost
35–90 dB	0,1 dB
75–130 dB	0,1dB

LUTRON SL – 4011

Digitální zvukoměr SL-4011 umožňuje měřit signály v kmitočtovém pásmu od 30 Hz do 8 kHz. Standardně je vybaven váhovými filtry odpovídajícími křivkám hladin stejné hlasitosti A a C, velmi citlivým elektrostatickým kondenzátorovým mikrofonom (Ø12,7 mm / 0,5inch) a analogovým výstupem (výstupní impedance je 600 Ohm). Pomocí externího kalibrátoru SC-941 (opt.) je možné velmi jednoduše zvukoměr SL-4011 kalibrovat. Dva módy rychlosti měření (rychlý – 200 ms, pomalý – 500 ms) jsou, jakož i všechny ostatní funkce zvukoměru v souladu s IEC 651/2. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny na 3 1/2 LCD displeji. Přístroj je napájen destičkovou baterií 9 V. [27]



Obr. č. 44 Hlukoměr SL-4011, převzato a upraveno z [27]

Tabulka 15. Přesnost měření, převzato a upraveno z [27]

Frekvence	Přesnost měření (SL-4022)
31,5 Hz	$\pm 3,0$ dB
63,0 Hz	$\pm 2,0$ dB
125,0 Hz	$\pm 1,5$ dB
250,0 Hz	$\pm 1,5$ dB
500,0 Hz	$\pm 1,5$ dB
1,0 kHz	$\pm 1,5$ dB
2,0 kHz	$\pm 2,0$ dB
4,0 kHz	$\pm 3,0$ dB
8,0 kHz	$\pm 5,0$ dB

Po proměření výše uvedených hlukoměrů, tedy: Sound Level Meter – hlukoměr a LUTRON SL – 4011 bylo dosaženo závěru, že nejlepší přístroj pro porovnávání s daty mobilního telefonu bude hlukoměr LUTRON SL – 4011, který má nepatrně lepší technické parametry.

Měření závislosti na vzdálenosti od zdroje zvuku

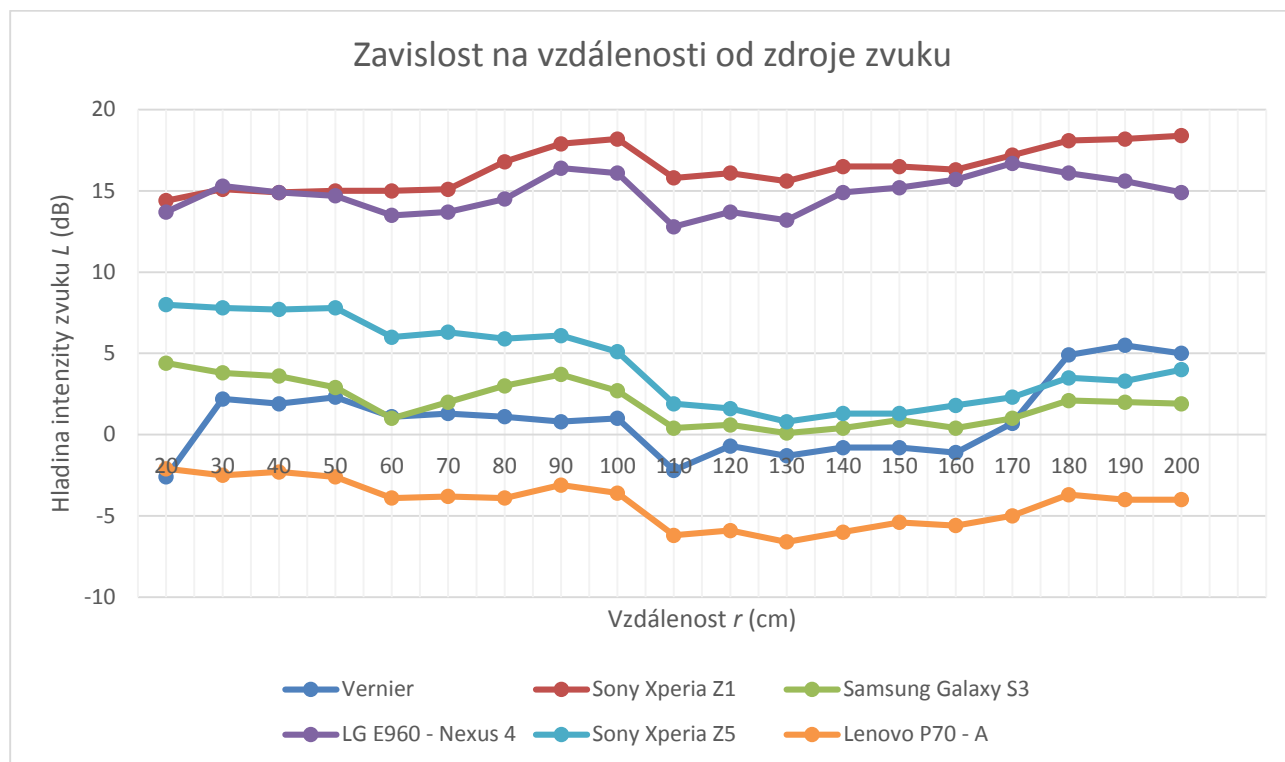
Stejně jako v kapitole Luxmetr, i v této kapitole bylo proměřeno pět přístrojů, tedy: Sony Xperia Z1, Sony Xperia Z5, LG E960 – Nexus 4, Samsung Galaxy S3 a Lenovo P70 – A.

- 1) Nastavení zdroje zvuku (reproduktory Trust 10 W) – ustavení do počátku (0 cm).
- 2) Kalibrace měřicího zařízení (shodné hodnoty zvuku s LUTRON SL – 4011).
- 3) Nastavení mikrofonu na měřicím zařízení ke zdroji zvuku.
- 4) Nastavení vzdálenosti od zdroje (20, 30, 40, ..., 200 cm), nastavení optimální výšky k reproduktoru, použitá aplikace – Zvukoměr – Sound Meter.
- 5) Pomocí programu Audacity vygenerování zvuku o frekvenci 1000 Hz a následné spouštění (10x).
- 6) Po ustálení hodnoty na přístroji zápis do tabulky měření.
- 7) Po získání všech hodnot výpočet průměru a sestavení grafu.



Obr. č. 45 Měření intenzity zvuku v závislosti na vzdálenosti od zdroje zvuku

Graf č. 11 – Výsledky měření závislosti na vzdálenosti od zdroje zvuku u všech měřicích přístrojů



Z grafu vyplývá, že nejlepší hodnoty poskytl mobilní telefon Samsung Galaxy S3, který se nejvíce blížil hodnotám skutečným. Naopak nejméně přesné údaje poskytl přístroj Sony Xperia Z1. Na základě těchto měření doporučuji vždy přístroj pečlivě kalibrovat.

Měření reakční doby přístroje

- 1) Nastavení zdroje zvuku (reproduktory Trust 10 W) – ustavení do počátku (0 cm).
- 2) Kalibrace měřicího zařízení (shodné hodnoty zvuku s LUTRON SL – 4011).
- 3) Nastavení mikrofону měřicího zařízení ke zdroji zvuku..
- 4) Nastavení vzdálenosti od zdroje (50 cm), nastavení optimální výšky k reproduktoru, použitá aplikace – Zvukoměr – Sound Meter.
- 5) Nastavení videokamery pro záznam měření.
- 6) Pomocí programu Audacity vygenerování zvuku o frekvenci 1000 Hz a následné spouštění (10x).
- 7) Analýza videa z videokamery pomocí programu Tracker.
- 8) Po získání hodnot výpočet průměrné doby reakce.

Tabulka 16. Výsledky měření reakční doby všech přístrojů

Sony Xperia Z1	Sony Xperia Z5	LG E960 - Nexus 4	Samsung Galaxy S3	Lenovo P70 - A
1,4 s	1,29 s	1,77 s	1,38 s	1,61 s

Z tabulky vyplývá, že reakční dobu měl nejkratší přístroj Sony Xperia Z5. Naopak nejdelší reakční dobu měl telefon LG E960 - Nexus 4

7.5 Tónový generátor

K získání dat z mobilního telefonu bylo potřeba vybrat přístroj, který je svými technickými specifikacemi nejvhodnější k vyhodnocení přesnosti získaných dat. Pro výběr vhodného přístroje byly porovnány tyto mikrofony: Genius MIC-01C a SUPERLUX E205U. Měření bylo provedeno v místnosti, která byla zvukově poměrně dobře odizolovaná, aby frekvence generovaná z přístrojů byly co nejpřesnější

Genius MIC-01C

Všesměrový, výstupní impedance 2.2 K ohm (max), citlivost - 62 dB $\pm$ 4 dB (na 1 kHz), frekvenční rozsah 100 Hz – 10 kHz, odstup šumu 40 dB (na 1 kHz). [28]



Obr. č. 46 Genius MIC-01C, převzato a upraveno z [28]

Při měření nastala situace, ve které mikrofon nebyl schopen měřit frekvence vyšší než 12 000 Hz. Po nastudování technické specifikace, kde je uveden rozsah od 100-10 000 Hz, byl zvolen jiný mikrofon.

SUPERLUX E205U

Tabulka 17. Technické specifikace SUPERLUX E205U, převzato a upraveno z [29]

Typ	Back Electret Condenser
Směrová charakteristika	Supercardioid
Max. vzorkovací frekvence	16 bit /48 kHz
Frekvenční rozsah	30–18 000 Hz
Citlivost	-38 dBV/Pa (12.6 mV)
Max. SPL	135 dB
Požadavky na napájení	USB 5V, 30 mA (standard USB Host 1.0, 2.0, 3.0)
Kompatibilita	Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Mac OS
Rozměry	Ø54 × 150 mm
Hmotnost	422 g



Obr. č. 47 SUPERLUX E205U, převzato a upraveno z [29]

Po proměření mikrofону SUPERLUX E205U bylo dosaženo závěru, že mikrofón je schopen měřit námi požadované frekvence.

Pro generování frekvencí byla použita aplikace Frequency Sound Generator, která je schopná vygenerovat frekvence od 0 do 20000 Hz. Jako vstupní portál pro zvuk byl použit mikrofon SUPERLUX E205U a jako analyzátor frekvence byl použit počítačový program Soundcard Scope. Na mobilním přístroji byla vygenerována požadovaná frekvence, následně byla spuštěna a telefon byl přiložen k mikrofonu. Na počítači v programu Soundcard Scope se ukázala skutečná hodnota frekvence vycházející z přístroje. Data byla pečlivě zaznamenána do tabulky 18.

Tabulka 18. Měření aplikace Frequency Sound Generator

Sony Xperia Z1	Samsung Galaxy S3	LG E960 - Nexus 4	Sony Xperia Z5	Lenovo P70 - A	Skutečná frekvence (Hz)
100	100	100	100	100	100
500	500	500	500	500	500
1000	1000	1000	1000	1000	1000
2000	2000	2000	2000	2000	2000
3000	3000	3000	3000	3000	3000
4000	4000	4000	4000	4000	4000
5000	5000	5000	5000	5000	5000
6000	6000	6000	6000	6000	6000
7000	7000	7000	7000	7000	7000
8000	8000	8000	8000	8000	8000
9000	9000	9000	9000	9000	9000
10000	10000	10000	10000	10000	10000
11000	11000	11000	11000	11000	11000
12000	12000	12000	12000	12000	12000
13000	13000	13000	13000	13000	13000
14000	14000	14000	14000	14000	14000
15000	15000	15000	15000	15000	15000
16000	16000	16000	16000	16000	16000
17000	17000	17000	17000	17000	17000
18000	18000	18000	18000	18000	18000
19000	19000	19000	19000	-	19000
20000	20000	20000	20000	-	20000

Z tabulky vyplývá, že generované frekvence jsou skutečně přesné v rozsahu od 100 do 20000 Hz. Zvuk o nižší frekvenci zaznamenaný nebyl. Tuto chybu přisuzují reproduktorům mobilních telefonů, které nedokázali vygenerovat požadovanou frekvenci.

8 Návrh výukových aktivit s mobilními aplikacemi

Pro tuto kapitolu bylo vytvořeno celkem 9 níže uvedených návrhů. Z toho první 4 byly pro kapitolu Luxmetr, další 2 pro kapitolu Krokomeř a měření vzdálenosti podle GPS a poslední 3 pro kapitolu Hlukomeř.

Tabulka 19. Přehled vytvořených návrhů pro výukové aktivity s mobilními aplikacemi

Název úlohy	Název kapitoly
Stín a polostín	Luxmetr
Závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje světla	Luxmetr
Osvětlení školních prostor	Luxmetr
Odrazivost světla	Luxmetr
Cesta do školy	Krokomeř a měření vzdálenosti podle GPS
Kolik kroků uděláme cestou na oběd	Krokomeř a měření vzdálenosti podle GPS
Hladina intenzity zvuku lidského hlasu	Hlukomeř
Hladina intenzity zvuku strojů kolem nás	Hlukomeř
Jak dobrý máš sluch	Hlukomeř

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Stín a polostín	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Pomocí senzoru světla určit intenzitu osvětlení v oblasti stínu a polostínu.

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací pro měření světla, žárovka 12 V/20 W, těleso.

Teorie: Stín je prostor za tělesem, do něhož neproniká světlo ze zdroje. Polostín je prostor za tělesem, do kterého proniká světlo pouze z části zdroje.



Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme aplikaci pro měření světla.
- 2) Sestavíme měření dle schématu.
- 3) Po zapnutí aplikace počkáme na ustálení hodnot.
- 4) Plynule pohybujeme s přístrojem nad oblastí stínu a polostínu z jedné strany na druhou.
- 5) Pozorujeme, jak se hodnoty mění.
- 6) Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky měření.
- 7) Vyslovíme závěr – jaká je intenzita osvětlení v oblasti stínu a polostínu.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Závislost osvětlení na vzdálenosti od zdroje světla	
Jméno:	Podmínky měření: Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Změřit závislost osvětlení E na vzdálenosti od zdroje světla (žárovky). Analyzovat funkční závislost.

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací pro měření světla, žárovka 12 V/20 W, metr.

Teorie: Při kolmém dopadu světla na uvažovanou plochu je osvětlení E plochy ve vzdálenosti r od zdroje o svítivosti I dáno vztahem $E = \frac{I}{r^2}$.



Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme aplikaci pro měření světla.
- 2) Sestavíme měření dle schématu.
- 3) Po zapnutí aplikace počkáme na ustálení hodnot.
- 4) Upevněný přístroj nastavíme 10 cm od žárovky.
- 5) Naměřené hodnoty zaznamenáme do tabulky měření.
- 6) Opakujeme body 4. a 5. pro hodnoty vzdálenosti 70 cm, 80 cm, ..., 150 cm.
- 7) Po ukončení měření vytvoříme graf ze získaných hodnot.
- 8) Vyslovíme závěr – jaká je závislost osvětlení E na vzdálenosti od zdroje světla (žárovky).

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Osvětlení školních prostor	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Průzkum míry osvětlení školních prostor a porovnat s tabulkou norem.

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací pro měření světla.

Teorie: Každá místnost ve školním zařízení má mít podle norem předepsané osvětlení. Pomocí mobilního přístroje a aplikace pro měření světla zjistíte, zda jsou ve vaší škole normy splněny.



Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme aplikaci pro měření světla.
- 2) Sestavíme měření dle schématu.
- 3) Po zapnutí aplikace počkáme na ustálení hodnot.
- 4) Přístroj položíme doprostřed učebny.
- 5) Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky měření.
- 6) Tímto způsobem proměříme několik učeben.
- 7) Naměřené hodnoty porovnáme s tabulkou předepsaného osvětlení.
- 8) Vyslovíme závěr – jaká je míra osvětlení školních prostor.

referenční číslo	druh činnosti, místnost	Em	UGR	Ra	Poznámka
6.2.1.	učebny, konzultační místnosti	300	19	80	osvětlení má být regulovatelné
6.2.2.	učebny pro večerní studium a vzdělávání dospělých	500	19	80	osvětlení má být regulovatelné
6.2.3.	přednáškové haly	500	19	80	osvětlení má být regulovatelné
6.2.4.	tabule	500	19	80	zamezit zrcadlové odrazy
6.2.5.	demonstrační stůl	500	19	80	v přednáškových sálech 750 lx
6.2.6.	místnosti pro výtvarnou výchovu	500	19	80	
6.2.7.	místnosti pro výtvarnou výchovu v uměleckých školách	750	19	80	Tcp ≥ 5 000 K
6.2.8.	kreslárny (technické kreslení)	750	16	80	
6.2.9.	místnosti pro praktickou výuku a laboratoře	500	19	80	
6.2.10.	místnosti pro ruční práce	500	19	80	
6.2.11.	učební dílny	500	19	80	
6.2.12.	místnosti pro hudební cvičení	300	19	80	
6.2.13.	cvičebny práce na počítačích (počítačové učebny)	300	19	80	práce s displeji *
6.2.14.	jazykové laboratoře	300	19	80	
6.2.15.	přípravny a dílny	500	19	80	
6.2.16.	vstupní haly	200	22	80	
6.2.17.	komunikační prostory a chodby	100	25	80	
6.2.18.	schodiště	150	25	80	
6.2.19.	společenské místnosti a shromažďovací haly pro studenty a žáky	200	22	80	
6.2.20.	místnosti vyučujících	300	19	80	
6.2.21.	knihovny: police	200	19	80	
6.2.22.	knihovny: místa pro čtení	500	19	80	
6.2.23.	sklady učebních materiálů	100	25	80	
6.2.24.	sportovní haly, gymnastika, bazény (pro obecné běžné použití)	300	22	80	pro specializované činnosti musí být použity požadavky EN 12193 (Světlo a osvětlení: Osvětlení sportovišť)
6.2.25.	školní jídelny	200	22	80	
6.2.26.	kuchyně	500	22	80	

Tabulka pro měření osvětlení ve školních prostorách (pro náš účel je potřebný sloupec Em).

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Odrazivost světla	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Změřit odrazivost různých povrchů. Hliníkové fólie přiřadíme odrazivost 100 %.

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací pro měření světla, různé povrchy materiálů.

Teorie: Světlo se odráží z různých povrchů jinak. Porozumět těmto rozdílům je užitečné při výběru barvy a materiálu oblečení, při výběru barvy auta atd. Albedo je míra odrazivosti tělesa nebo jeho povrchu. Jde o poměr odraženého elektromagnetického záření k množství dopadajícího záření. Zlomek, obvykle vyjadřovaný procentuálně od 0 % do 100 %, je důležitým pojmem v klimatologii a astronomii. Závisí také na úhlu dopadu záření: pokud není specifikován, uvažujeme o pravém úhlu.

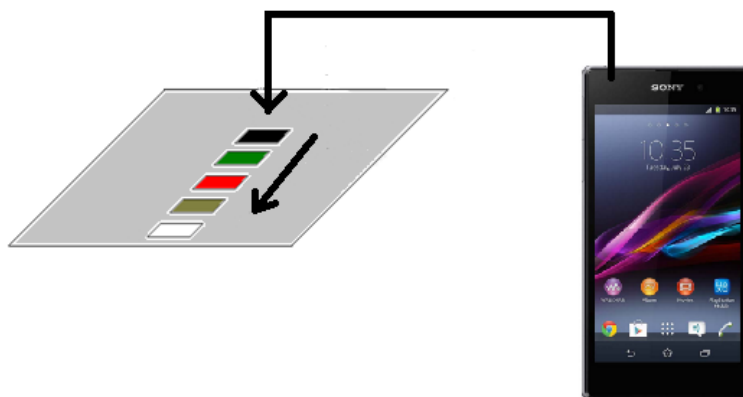


Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme aplikaci pro měření světla.
- 2) Sestavíme měření dle schématu. Přístroj upevníme 5 cm nad podložku.
- 3) Po zapnutí aplikace počkáme na ustálení hodnot.
- 4) Upevněný přístroj rovnoměrným pohybem posunujeme nad různými povrchy materiálů.
- 5) Údaje zaznamenáváme do tabulky měření.
- 6) Vyslovíme závěr – jaká je odrazivost světla různých materiálů.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Cesta do školy	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: V rámci své běžné denní činnosti (cesta do školy) nebo jiné činnosti (školního výletu) zaznamenejte trasu svého pohybu. Trajektorii pohybu zanešte do mapy. Studujte rychlost a směr pohybu. Určete celkovou uraženou vzdálenost.

Pomůcky: Mobilní telefon s GPS.

Teorie: GPS neboli Global Positioning System je soustava 24 satelitů (+ 3 satelity záložní) obíhajících Zemi ve výšce přibližně 20 000 km rychlostí asi 4,4 km/s. Satelity vysílají zprávy obsahující čas vyslání zprávy, polohu satelitu a informaci o přibližném stavu a poloze ostatních satelitů. Z těchto informací pak přijímač GPS určí informace o své poloze (metoda triangulace). K dobrému určení polohy musíme mít informace alespoň od 4 satelitů.

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon, zapneme GPS senzor a aplikaci pro měření vzdálenosti.
- 2) Vyčkáme na spojení přístroje se satelity.
- 3) Přístroj uložíme do batohu nebo do kapsy a vydáme se na cestu.
- 4) Po příchodu do cíle měření ukončíme.
- 5) Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky měření.
- 6) Vyslovíme závěr – jaká je trasa vašeho pohybu, trajektorie pohybu a vypočítejte průměrnou rychlost, kterou jste při cestě dosáhli.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Kolik kroků uděláme cestou na oběd	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Změřit vzdálenost a počet kroků na cestě ze třídy do školní jídelny.

Pomůcky: Mobilní telefon, aplikace krokoměr.

Teorie: Každý den chodíme na oběd do školní jídelny. Zamyslete se, kolik při této trase uděláme kroků a jakou urazíme vzdálenost. Tímto měřením si na tyto otázky odpovíme.

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon, zapneme aplikaci krokoměr pro měření vzdálenosti.
- 2) Přístroj uložíme do batohu nebo do kapsy a vydáme se na cestu.
- 3) Po příchodu do cíle měření ukončíme.
- 4) Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky měření.
- 5) Vyslovíme závěr – jaká je délka trasy vašeho pohybu a kolik kroků jste během cesty vykonali.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Hladina intenzity zvuku lidského hlasu	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Určit pomocí hlukoměru v mobilním přístroji hladinu intenzity zvuku lidského hlasu.

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací pro měření hluku.

Teorie: Práh slyšitelnosti je nejmenší intenzita zvuku, kterou je schopen vnímat pozorovatel s normálním sluchem ($I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Práh bolesti je nejmenší intenzita zvuku, která vyvolá pocit bolesti ($I_0 = 10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Hladina intenzity zvuku L (v decibelech) je fyzikální veličina, která vyjadřuje kolikrát je vnímaný zvuk silnější než práh slyšitelnosti (10x o 10 dB, 100x o 20 dB, 1000x o 30 dB).



Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme aplikaci pro měření hluku.
- 2) Sestavíme měření dle schématu.
- 3) Provázkem nebo metrem odměříme vzdálenost zdroje od přístroje (provázek/metr musí být rovnoběžně s mikrofonom).
- 4) Po zapnutí aplikace počkáme na ustálení hodnot.
- 5) Postupně v 10 s intervalech zkoušíme různé zvuky: ticho – potlesk – tlumený hovor – hlasitý hovor – velmi hlasitý hovor – křik.
- 6) Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky měření.
- 7) Vyslovíme závěr – jaká je hladina intenzity zvuku lidského hlasu.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Hladina intenzity zvuku strojů kolem nás	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Určit pomocí hlukoměru v mobilním přístroji hladinu intenzity zvuku strojů kolem nás (pračka, vysavač, televize, rádio, reprodukováná hudba, ulice, hřiště, přestávka ve škole, ticho).

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací pro měření hluku.

Teorie: Práh slyšitelnosti je nejmenší intenzita zvuku, kterou je schopen vnímat pozorovatel s normálním sluchem ($I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Práh bolesti je nejmenší intenzita zvuku, která vyvolá pocit bolesti ($I_0 = 10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$). Hladina intenzity zvuku L (v decibelech) je fyzikální veličina, která vyjadřuje kolikrát je vnímaný zvuk silnější než práh slyšitelnosti (10x o 10 dB, 100x o 20 dB, 1000x o 30 dB).

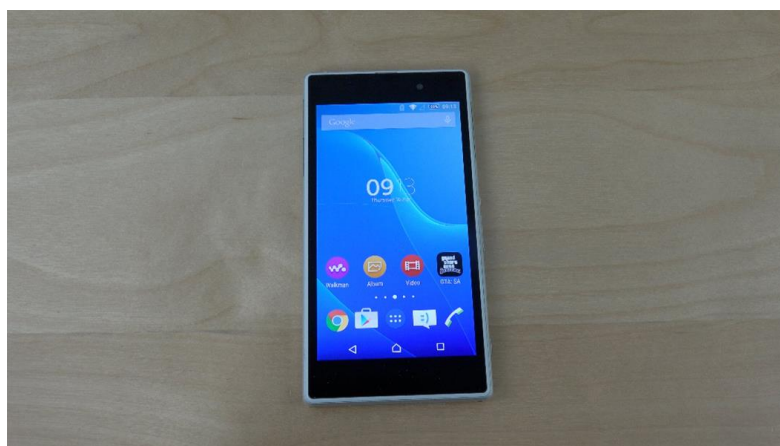


Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme aplikaci pro měření hluku.
- 2) Sestavíme měření dle schématu.
- 3) Provázkem nebo metrem odměříme vzdálenost zdroje od přístroje (provázek/metř musí být rovnoběžně s mikrofonom).
- 4) Po zapnutí aplikace počkáme na ustálení hodnot.
- 5) Postupně měříme hluk různých strojů a hluk v různých místnostech:

- a. hluk celého pracovního cyklu pračky;
 - b. hluk různých spotřebičů kolem nás – televize, rádio, zvuk ze sluchátek (přiložením hlukoměru ke sluchátkům), zvuk mobilního telefonu, hluk varné konvice;
 - c. hluk ve škole – ve třídě, na chodbě,;
 - d. ticho – ve dne, v noci.
- 6) Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky měření.
- 7) Vyslovíme závěr – jaká je hladina intenzity zvuku různých strojů a v různých místnostech.

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY	
Název úlohy: Jak dobrý máš sluch	
Jméno:	<i>Podmínky měření:</i> Teplota: Tlak: Vlhkost:
Třída:	
Datum:	
Spolupracovali:	

Cíl práce: Určit pomocí frekvenčního generátoru slyšitelné frekvence, které dokážeme zaznamenat pouhým uchem.

Pomůcky: Mobilní telefon s aplikací, která generuje zvuk o určité frekvenci.

Teorie: Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat, jsou značně individuální a leží v intervalu přibližně 16 Hz až 20 000 Hz.



Schéma měření

Postup měření:

- 1) Vezmeme mobilní telefon a zapneme frekvenční generátor.
- 2) Sestavíme měření dle schématu.
- 3) Po zapnutí aplikace vygenerujeme zvuk o libovolné frekvenci.
- 4) Do tabulky zapisujeme, zda zvuk slyšíme nebo ne.
- 5) Vyslovíme závěr – jaké jsou zvukové frekvence, které dokážeme zaznamenat pouhým uchem.

9 Závěr

Předmětem mé práce bylo ověřit, zda může být mobilní telefon užitečným pomocníkem na hodinách fyziky v konkrétních oblastech a to: měření světla, měření vzdálenosti pomocí krokoměru a pomocí GPS, měření zvuku.

U kapitoly Luxmetr (měření světla) bylo proměřeno 5 mobilních telefonů. Měřena byla závislost na vzdálenosti od zdroje světla, závislost na úhlu natočení ke zdroji světla a reakční doba přístroje. K měření závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji bylo potřebné přesné nastavení úhlu. Z toho důvodu byla proměřena další aplikace a to aplikace úhloměr.

Tématem další kapitoly bylo měření vzdálenosti pomocí krokoměru a pomocí GPS. Jelikož měření vzdálenosti se věnuje velké množství publikací, byl počet mobilních přístrojů omezen pouze na jeden.

V kapitole Hlukoměr (měření zvuku) bylo proměřeno stejných 5 mobilních telefonů jako u měření světla. Měřena byla závislost na vzdálenosti od zdroje zvuku a reakční doba přístroje. Navíc bylo zařazeno měření frekvenčního generátoru.

U měření světla a zvuku byli proměřeny také přístroje od firmy Vernier, protože jsou často využívány na velké většině škol. Pořizovací cena těchto přístrojů je poměrně vysoká. U luxmetru je to 2 978 Kč a u hlukoměru 8 962 Kč.

Z výsledků je dobře patrné, že některé mobilní telefony se správnou aplikací mohou pro účel měření na základní škole spolehlivě nahradit drahé měřicí přístroje. V průběhu práce jsem se seznámil s mnoha měřicími přístroji, které jsem využíval pro měření. Setkal jsem se také s velkou spoustou mobilních aplikací, ať už k měření světla, vzdálenosti nebo zvuku. Věřím, že tyto zkušenosti mi byly velkým přínosem.

10 Seznam použité literatury

- [1] VLČEK, Lukáš. *Mobilní technologie a jejich využití ve výuce*. Brno, 2007. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph. D.
- [2] NEUMAJER, Ondřej. Ondřej Neumajer - domovská stránka [online]. [cit. 13-10-2015]. Dostupné z: <http://ondrej.neumajer.cz/index.php?itemid=119>
- [3] NEUMAJER, Ondřej. [online]. In: . [cit. 14-10-2015]. Dostupné z: <http://www.inflow.cz>
- [4] CHALUPNÍK, Radim. ICT ve vzdělávacím obsahu lekcí informačního vzdělávání ve veřejných knihovnách. Brno, 2015. Dostupné také z: http://is.muni.cz/th/323988/ff_m/. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce Mgr. Pavlína Mazáčová, Ph.D.
- [5] KOCICHOVÁ, Dagmar, Lenka SUCHÁNKOVÁ a kolektiv. Mobilita a cloud ve výuce [online]. Brno, 2015 [cit. 14-10-2015]. Dostupné z: <http://dikypr.itelligence.cz/Documents/Metodick%C3%BD%20materi%C3%A1l%20B3%20Mobilita%20a%20cloud%20ve%20v%C3%BDuce.pdf>. Uživatelská příručka pro učitele.
- [6] ŠKOPEK, Pavel. Techbox: váš telefon je prošpikovaný senzory [online]. 2013 [cit. 15-10-2015]. Dostupné z: <http://mobilenet.cz/clanky/techbox-vas-telefon-je-prospikovany-senzory-12496>
- [7] CHROUST, Martin a Filip KUŽEL. Smartphony mají 19 smyslů. Znáte je všechny? [online]. 26.2.2015. 2015 [cit. 06-11-2015]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/smartphony-maji-19-smyslu-znate-je-vsechny/sc-3-a-1329584/default.aspx>
- [8] VĚŽNÍK, Petr. Mobilní aplikace [online]. 2013, 1 [cit. 19-02-2016]. Dostupné z: http://wiki.knihovna.cz/index.php/Mobilní_aplikace
- [9] CASTLEDINE, Earle, Myles EFTOS a Max WHEELER. Vytváříme mobilní web a aplikace. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-3763-5.
- [13] HUBR, Ivo. Měření vzdálenosti pomocí senzorů mobilního telefonu. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. IVO LATTENBERG, Ph.D.
- [14] DOLEJŠ, Jan. Jak funguje zaměření polohy pomocí GPS? [online]. 2013, , 1 [cit. 02-02-2016]. Dostupné z: <http://www.svetandroida.cz/gps-princip-201503>

- [15] MICHÁLKOVÁ, Monika. Zvukoměr – mobilní aplikace v chytrém telefonu [online]. 2015, , 1 [cit. 03-03-2016]. ISSN 1213-6395. Dostupné z: <http://www.izolace.cz/clanky/detail/3335-zvukomer-mobilni-aplikace-v-chytre-m-telefonu>
- [16] DOLEJŠ, Jan. Smart Tools – změřte s Androidem úhel, vzdálenost, vibrace, směr a další [online]., 1 [cit. 13-03-2016]. Dostupné z: <http://www.svetandroida.cz/smart-tools-zmerte-s-androidem-uhel-vzdalenost-vibrace-smer-a-dalsi-201210#delka>
- [17] EXTECH INSTRUMENTS a CONRAD ELECTRONIC ČESKÁ REPUBLIKA, S. R. O. Digitální luxmetr HD450 se záznamníkem a s připojením k PC. 2010
- [18] MICRONIX, SPOL. S R.O. Digitální luxmetry LX-101, LX-103, LX-105.
- [19] CONRAD ELECTRONIC ČESKÁ REPUBLIKA, S. R. O. Digitální luxmetr MS-1300. 2012.
- [20] VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *Light Sensor – Luxmetr (čidlo intenzity světla)*
- [26] VERNIER SOFTWARE & TECHNOLOGY. *Sound Level Meter - hlukoměr.*
- [27] LUTRON ELECTRONICS CO., INC. *DIGITÁLNÍ ZVUKOMĚR SL-4011.*

Internetové zdroje

- [10] www.mobilmania.cz 26. 11. 2015
- [11] <https://play.google.com> 21. 2. 2016
- [12] <http://www.beryko.cz> 1. 3. 2016
- [21] www.sonymobile.com 15. 3. 2016
- [22] www.alfamobil.cz 17. 3. 2016
- [23] www.tech-boom.com 17. 3. 2016
- [24] www.samsung.com 17. 3. 2016
- [25] www.scenter-online.cz 17. 3. 2016

[28] www.kasa.cz

[29] www.muziker.cz

11 Seznam obrázků

- 1) Obr. č. 1 Koncept 1:1, převzato a upraveno z [2]
- 2) Obr. č. 2 Kompetence 21. století, převzato a upraveno z [4]
- 3) Obr. č. 3 Směry strategie digitálního vzdělávání, převzato a upraveno z [4]
- 4) Obr. č. 4 Názorná ukázka funkce akcelerometru, převzato a upraveno z [6]
- 5) Obr. č. 5 Gyroskop, převzato a upraveno z [5]
- 6) Obr. č. 6 Elektronický kompas, převzato a upraveno z [6]
- 7) Obr. č. 7 Ukázka funkce proximity senzoru, převzato a upraveno z [6]
- 8) Obr. č. 8 Senzor intenzity okolního osvětlení, převzato a upraveno z [6]
- 9) Obr. č. 9 GPS čip, funkce GPS, převzato a upraveno z [6]
- 10) Obr. č. 10 Senzor barometru, převzato a upraveno z [6]
- 11) Obr. č. 11 Snímač otisků prstů, převzato a upraveno z [6]
- 12) Obr. č. 12 Měření srdečního tepu za pomoci aplikace S Health, převzato a upraveno z [6]
- 13) Obr. č. 13 Měření UV záření, převzato a upraveno z [6]
- 14) Obr. č. 14 Rezistivní technologie displeje, převzato a upraveno z [6]
- 15) Obr. č. 15 Aplikace Smart Tools, převzato a upraveno z [10]
- 16) Obr. č. 16 Aplikace Light Meter, převzato a upraveno z [10]
- 17) Obr. č. 17 Aplikace Lux Meter, převzato a upraveno z [10]
- 18) Obr. č. 18 Aplikace Pedometer, převzato a upraveno z [10]
- 19) Obr. č. 19 Aplikace EPP – Pomáhej pohybem, převzato a upraveno z [10]
- 20) Obr. č. 20 Aplikace Zvukoměr – Sound Meter, převzato a upraveno z [10]
- 21) Obr. č. 21 Aplikace Tónový generátor, převzato a upraveno z [10]
- 22) Obr. č. 22 Aplikace Smart Tools, převzato a upraveno z [10]
- 23) Obr. č. 23 Měřicí místnost
- 24) Obr. č. 24 Luxmetr HD450, převzato a upraveno z [16]
- 25) Obr. č. 25 Luxmetr HD450 - Ovládací tlačítka a další součásti přístroje, převzato a upraveno z [16]
- 26) Obr. č. 26 Luxmetr LX-101, převzato a upraveno z [17]

- 27) Obr. č. 27 Luxmetr MS-1300, převzato a upraveno z [18]
- 28) Obr. č. 28 Luxmetr MS-1300 - Ovládací tlačítka a další součásti přístroje, převzato a upraveno z [18]
- 29) Obr. č. 29 Light Sensor – Luxmetr (čidlo intenzity světla), převzato a upraveno z [19]
- 30) Obr. č. 30 Sony Xperia Z1, převzato a upraveno z [20]
- 31) Obr. č. 31 Sony Xperia Z5, převzato a upraveno z [24]
- 32) Obr. č. 32 LG E960 – Nexus 4, převzato a upraveno z [21]
- 33) Obr. č. 33 Samsung Galaxy S3, převzato a upraveno z [23]
- 34) Obr. č. 34 Lenovo P70 - A, převzato a upraveno z [22]
- 35) Obr. č. 35 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji
- 36) Obr. č. 36 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji
- 37) Obr. č. 37 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji
- 38) Obr. č. 38 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji
- 39) Obr. č. 39 Měření intenzity osvětlení v závislosti na úhlu natočení ke světelnému zdroji
- 40) Obr. č. 40 Měření úhlu aplikací Smart Tools
- 41) Obr. č. 41 Měření vzdálenosti aplikací Pedometer
- 42) Obr. č. 42 Měření vzdálenosti aplikací EPP – Pomáhej pohybem
- 43) Obr. č. 43 Hlukoměr SLM-BTA, převzato a upraveno z [26]
- 44) Obr. č. 44 Hlukoměr SL-4011, převzato a upraveno z [27]
- 45) Obr. č. 45 Měření intenzity zvuku v závislosti na vzdálenosti od zdroje zvuku
- 46) Obr. č. 46 Genius MIC-01C, převzato a upraveno z [28]
- 47) Obr. č. 47 SUPERLUX E205U, převzato a upraveno z [29]

12 Seznam grafů

- 1) Graf č. 1 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z1 a výše uvedených luxmetrů
- 2) Graf č. 2 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z5
- 3) Graf č. 3 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem LG E960 – Nexus 4
- 4) Graf č. 4 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Samsung Galaxy S3
- 5) Graf č. 5 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Lenovo P70 – A
- 6) Graf č. 6 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z1 při snímání světla pod úhlem
- 7) Graf č. 7 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Sony Xperia Z5 při snímání světla pod úhlem
- 8) Graf č. 8 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem LG E960 – Nexus 4 při snímání světla pod úhlem
- 9) Graf č. 9 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Samsung Galaxy S3 při snímání světla pod úhlem
- 10) Graf č. 10 – Výsledky měřených aplikací ve výše uvedené rešerši, měřené telefonem Lenovo P70 - A při snímání světla pod úhlem
- 11) Graf č. 11 – Výsledky měření závislosti na vzdálenosti od zdroje zvuku u všech měřicích přístrojů

13 Seznam tabulek

- 1) Tabulka 1. Modely telefonů, které mají 60% a nižší vybavenost, převzato a upraveno z [9]
- 2) Tabulka 2. Modely telefonů, které mají 60 – 80% vybavenost, převzato a upraveno z [9]
- 3) Tabulka 3. Modely telefonů, které mají 80 – 100% vybavenost, převzato a upraveno z [9]
- 4) Tabulka 4. Tolerance (přesnost) měření a rozsahy měření, převzato a upraveno z [16]
- 5) Tabulka 5. Tolerance (přesnost) měření a rozsahy měření, převzato a upraveno z [17]
- 6) Tabulka 6. Tolerance (přesnost) měření a rozsahy měření, převzato a upraveno z [18]
- 7) Tabulka 7. Rozsahy a citlivost, převzato a upraveno z [19]
- 8) Tabulka 8. Výsledky měření reakční doby všech přístrojů
- 9) Tabulka 9. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 18 m.
- 10) Tabulka 10. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 200 m.
- 11) Tabulka 11. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 500 m.
- 12) Tabulka 12. Měření aplikace Pedometer na vzdálenost 700 m.
- 13) Tabulka 13. Měření aplikace EPP – Pomáhej pohybem
- 14) Tabulka 14. Rozsahy a citlivost, převzato a upraveno z [26]
- 15) Tabulka 15. Přesnost měření, převzato a upraveno z [27]
- 16) Tabulka 16. Výsledky měření reakční doby všech přístrojů
- 17) Tabulka 17. Technické specifikace SUPERLUX E205U [29]
- 18) Tabulka 18. Měření aplikace Frequency Sound Generator
- 19) Tabulka 19. Přehled vytvořených návrhů pro výukové aktivity s mobilními aplikacemi

14 Seznam příloh

- 1) Příloha A – Datový nosič (CD)