



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

Měření hladiny intenzity zvuku zařízeními s operačním systémem iOS

Vypracoval: Bc. Daniel Svitič

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vochozka, Ph.D.

České Budějovice 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci 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 diplomové 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.

V Českých Budějovicích dne 18. 12. 2020

Podpis studenta

Anotace

Diplomová práce se zabývá využitím mobilních zařízení jako didaktické pomůcky pro měření hluku. Pojednává o přesnosti měření zařízení s operačním systémem iOS a testuje konkrétní zařízení a aplikace, zda jsou vhodné k výukovým účelům. Součástí práce je zároveň návrh a ověření modelové hodiny, kdy žáci mají za úkol měřit hluk pomocí iPadů.

Klíčová slova: hluk, měření hluku, mobilní zařízení

Abstract

The main topic of this thesis is usage of mobile devices as noise meters for physics laboratory projects. The main interest is to compare the measurements from the mobile device (iOS based platform) to a calibrated noise measuring system. The outcome is then discussed whether the mobile devices are suitable for demonstration of acoustic phenomena. The thesis includes as well a plan for a model lesson, in which students are supposed to measure noise levels with iPads.

Keywords: noise, noise measurement, mobile devices

Poděkování

Rád bych zde poděkoval Mgr. Vladimíru Vochozkovi, Ph.D. za vedení práce a cenné rady. Děkuji také Katedře aplikované fyziky a techniky za možnost psát tuto práci. Měření do výzkumné části proběhlo díky zapůjčení zařízení od společnosti 24u s.r.o. a bezplatnému pronájmu bezdozvukové komory od Českého rozhlasu České Budějovice.

Měření hladiny intenzity zvuku zařízeními s operačním systémem iOS

Teoretická část:

- Technická specifikace mobilních telefonů a tabletů Apple.
- Stručný přehled učiva akustiky na základních a středních školách.

Praktická část:

- Metodologie měření hladiny intenzity zvuku.

Experimentální část:

- Porovnání naměřených hodnot s měřicím systémem Isemcon.
- Pilotáž výuky s využitím zařízení s iOS pro měření hladiny intenzity zvuku.

Doporučená literatura:

1. ŠKVOR, Zdeněk. *Elektroakustika a akustika: vysokoškolská učebnice*. V Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05034-7.
2. MIKERÁSEK, Rudolf. *Měření v hluku v interiérech a exteriérech*. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
3. ČERNÝ, Lukáš. *Měření akustického tlaku na pracovišti*. České Budějovice, 2012. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
4. HLAVIČKA, Alois, ed. *Fyzika pro pedagogické fakulty*. 2. vyd. Praha: SPN, 1978. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).
5. VLACHÝ, Václav. *Praxe zvukové techniky*. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, c2008. ISBN 978-80-86253-46-6.
6. SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. V Praze: Akademie múzických umění, 2013. Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU. ISBN 978-80-7331-297-8.
7. MCCARTHY, Bob. *Sound systems: design and optimization: modern techniques and tools for sound system design and alignment*. New York: Focal Press, 2013. ISBN 978-0-240-52156-5.
8. ČSN EN ISO 9612. *Akustika – Určení expozice hluku na pracovišti – Technická metoda*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
9. HEJNOVÁ, Eva. *Didaktika pro 2. stupeň ZŠ*. Ústí nad Labem, 2010. Studijní materiál. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem.

Obsah

Úvod.....	7
1 Teoretická část.....	8
1.1 Zvukové jevy ve výuce pro základní školu	8
1.2 Zvuk ve výuce pro střední školy.....	12
1.3 Badatelsky orientovaná výuka fyziky	16
1.4 Akční výzkum.....	16
1.5 Učební pomůcky ve výuce fyziky	17
1.6 Měření hluku.....	19
1.7 Technické specifikace iPhonů	20
1.8 Technické specifikace iPadů.....	25
1.9 Vestavěné mikrofony v iPadech a iPhonech.....	27
1.10 Apple Watch	29
2 Praktická část.....	31
2.1 Testování aplikací	31
2.2 Hodnocení aplikací	32
2.3 Testování přesnosti měření hluku na iPhonech a iPadech	38
2.4 Kalibrace aplikací	44
2.5 Vzdálená správa zařízení	49
2.6 Výuka podporovaná mobilními zařízeními	50
Závěr	57
Citovaná literatura.....	58
Seznam obrázků	64
Seznam tabulek	65
Seznam grafů	66
Přílohy.....	71

Úvod

Tato diplomová práce zkoumá použití iPhoneů a iPadů jako zařízení pro měření hluku. Zabývá se využitím mobilních zařízení s operačním systémem iOS jako didaktické pomůcky při výuce na 2. stupni základní školy. Jejím úkolem je zodpovědět otázku, zda lze tato zařízení využít jako alternativu k profesionálním jednoúčelovým měřičům hluku.

Podle výzkumu společnosti Nielsen Admosphere z října roku 2016 mělo 58 % žáků v rozmezí 6-14 let vlastní smartphone (chytrý mobilní telefon) a 40 % vlastnilo tablet. [1] Díky rozšíření mobilních telefonů a tabletů mezi rodiči, dětmi, a dokonce i některými školami a možnostmi tato zařízení obohatit dalšími funkcemi instalací dodatečných aplikací, se přímo nabízí otázka využití těchto zařízení při výuce jako univerzální didaktické pomůcky.

Cílem této práce je ověřit, zda lze mobilními zařízeními s iOS měřit úroveň hluku dostatečně přesně tak, aby tato zařízení mohla být použita žáky pro měření hluku. Smyslem tohoto využití je dát žákům reálnou představu tím, že změří hladinu hluku, kterou zároveň vnímají svým sluchem. Tato zkušenost je rozdílná od pouhého výčtu hodnot pro různé situace, který si přečtou v učebnici.

Nedílnou součástí práce je příprava a ověření badatelsky orientované úlohy pro výuku na základních školách, při které jsou využívány iPady s nainstalovanou aplikací pro měření hluku. Jejím smyslem je žáky vést k vlastnímu poznání, zkoumání a prezentaci výsledků.

1 Teoretická část

Než přijde na řadu návštěva bezodrazové komory a měření jednotlivými zařízeními v ní, je důležité uspořádat a dát do souvislostí základní informace, metody a postupy, které budou potřeba pro řešení nastolené problematiky.

1.1 Zvukové jevy ve výuce pro základní školu

V rámcovém vzdělávacím programu pro základní školy je hluk ve výuce fyziky zmiňován jako jedna ze dvou základních součástí tematického okruhu pro 2. stupeň s názvem *Zvukové děje*. V učebnicích fyziky pro základní školu se můžeme setkat s názvem *Zvukové jevy*. [2] U tohoto okruhu jsou uvedeny jako očekávané výstupy žáka následující:

1. „rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku“;
 2. „posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí“.
- [3]

Při bližším pohledu na učivo v tomto tematickém okruhu lze zjistit, že obsahuje následující témata:

„Vlastnosti zvuku – látkové prostředí jako podmínka vzniku šíření zvuku, rychlost šíření zvuku v různých prostředích; odraz zvuku na překážce, ozvěna; pohlcování zvuku; výška zvukového tónu“. [3]

Pro potřeby výuky zabývající se problematikou hluku je potřeba si definovat základní pojmy týkající se zvukových jevů.

1.1.1 Zvuk, tón, hluk a rychlost zvuku

Prvním takovým pojmem je samozřejmě samotný **zvuk**. Zdrojem zvuku jsou rychle kmitající tělesa, která svým pohybem ovlivňují okolní vzduch. Předávají svou energii molekulám vzduchu, u kterých dochází k jejich zhušťování a zředování. Za předpokladu, že bude kmitání pravidelné, je takový zvuk možné označit jako **tón** neboli hudební zvuk. V případě, že se bude jednat o nepravidelné kmitání, je označován jako **hluk**, což může být šum, vrzání, brum apod. [4]

Pro šíření zvuku je podstatné prostředí, ve kterém se zvuk šíří. Tím nemusí být jen vzduch. I v kapalinách a pevných látkách dochází k šíření zvuku. Zvuk k šíření potřebuje látkové prostředí. Z toho důvodu se nešíří ve vakuu. Rychlost zvuku

ve vzduchu je při 20 °C 343 m/s. Proč při 20 °C? Protože rychlost zvuku ve vzduchu velmi závisí na teplotě vzduchu. Pro přesnou hodnotu lze využít výpočet dle vztahu

$$v_t = 331,6 + 0,61 \cdot t, \quad (1)$$

kde 331,6 m/s je rychlost zvuku při teplotě 0 °C a t je teplota vzduchu v °C. [5]

1.1.2 Ozvěna a dozvuk

Znát rychlost zvuku je zásadní při hledání ozvěny a dozvuku. Kdy a jak tyto jevy vznikají? Oba pojmy souvisí s odrazem zvuku, který vzniká na přechodu dvou prostředí. V závislosti na tom, v jaké vzdálenosti se zvukový signál odrazí, se rozlišuje, o který z nich jde. Na základě měření bylo zjištěno, že lidský sluch je schopný rozpoznat rozdíl dvou po sobě jdoucích signálů, které mají mezi sebou časový odstup alespoň 0,1 s. Právě díky znalosti rychlosti zvuku lze odvodit, že zvuk za tuto dobu dosáhne vzdálenosti 34 m. Za předpokladu, že zvuk musí urazit cestu k místu odrazu a zpět, je hraniční vzdálenost 17 m. Pokud je vzdálenost menší, jedná se o **dozvuk**. V případě, že je vzdálenost větší, jde o **ozvěnu**. [5]

Dozvuku a ozvěny nebo jejich eliminace se využívá při designování architektonických staveb jako jsou koncertní sály, kostely, nahrávací studia či přednáškové místnosti. Je třeba s nimi počítat i při návrhu ozvučení prostor. V nahrávacích studiích je snaha omezit odrazy, aby byl nahraný zvuk, co nejčistší. Dozvuk je ale pro naše uši přirozený, protože se kolem nás běžně objevuje. Z toho důvodu se do nahrávek následně uměle dotváří. Naopak v kostelích se odrazu využívá pro zesílení lidského hlasu, aby bylo slyšet kázání faráře. [5]

1.1.3 Barva tónu

Lidský sluch je schopný zaznamenat zvuky v rozsahu frekvencí od 16 do 20 000 Hz. Frekvence pravidelného chvění určuje výšku tónu. Čím vyšší frekvence, tím vyšší tón. Z praxe je známo, že tón o stejné výšce může znít jinak. Například tón zahraný na dva různé hudební nástroje. Tón má jednu základní frekvenci, ke které se ale mohou přidat násobky základní frekvence s nižší úrovní, tedy vyšší harmonické. Ty nám určují tzv. **barvu tónu**. [5]

1.1.4 Sluch

Sluch je schopnost umožňující člověku vnímat zvuky okolo něj. Pro příjem zvukových signálů člověku slouží uši. Funguje to tak, že zvukový podnět dorazí na vnější ucho a zvukovodem se dostává do bubínku, který rozkmitá a předává vibrace přes kladívko, kovadlinku a třmínek, což jsou nejmenší kůstky v lidském těle, hlemýždi, který je naplněný kapalinou. Tam končí mnoho nervových zakončení, které vedou informaci do mozku. [4]

Jak je řečeno výše, lidský sluch je schopný vnímat zvuky ve frekvenčním rozsahu od 16 do 20 000 Hz. U konkrétních lidí se ale rozsah může lišit. Mimo jiné má na něj vliv věk. S roustoucím věkem horní hranice klesá. Může tak být například 16 000 Hz nebo i nižší. Je možné se setkat také s termínem absolutní sluch. To znamená schopnost určit výšku slyšeného tónu. Odhady říkají, že absolutní sluch má asi jeden člověk z deseti tisíc. [4] Tato schopnost je ale častější. [6]

Díky sluchu se lze i orientovat v prostoru. Je to možné díky tomu, že jsou uši umístěné na opačných stranách hlavy. Díky tomu přijímaný zvuk přichází v mírně odlišném čase a mozek tak dokáže lokalizovat směr, odkud přichází. Tohoto efektu se využívá při stereo nahrávání hudby či prostorového zvuku u filmů. Lokalizace v prostoru pomocí sluchu zdaleka není tak efektivní jako zraková. [2]

1.1.5 Hlasitost, vliv hluku a ochrana před ním

Rozsah slyšení je velmi velký. Výkon dopadající na metr čtvereční odpovídající prahu slyšení je přibližně jen 0,000 000 000 001 W. Naopak výkon pro práh bolesti dosahuje 10 W. Je tedy velmi zajímavé, jaký rozsah dokáže lidské ucho zvládnout. [2]

Protože by bylo velmi nepřehledné používat pro vyjádření hlasitosti fyzikální veličinu výkon, je zavedena veličina **hladina intenzity zvuku** L_I . Tato veličina říká, kolikrát je zvuk silnější, než je práh slyšitelnosti. Jednotkou hladiny intenzity zvuku je decibel (dB). Byla nazvána podle skotsko-amerického vědce a vynálezce Alexandra Grahama Bella s využitím předpony deci pro větší podrobnost. Rozlišovací schopnost lidského sluchu je právě 1 dB. Prahu slyšitelnosti odpovídá hodnota 0 dB. Pokud je výkon zvýšen 10 krát, dojde ke zvýšení hladiny intenzity zvuku o 10 dB. V případě, že se výkon zvětší 100 krát, je hladina intenzity zvuku o 20 dB vyšší. Pro rozpoznání dvou různých hlasitostí je potřeba, aby rozdíl mezi nimi byl alespoň 1 dB. U menších rozdílů se může zdát,

že se jedná o stejnou hlasitost. Je potřeba dodat, že práh slyšení není pro všechny frekvence stejný. Uvedené hodnoty tedy odpovídají prahu slyšení pro frekvenci 1 000 Hz. [2]

Hladina intenzity zvuku klesá s rostoucí vzdáleností od zdroje zvuku. O tom se lze přesvědčit jednoduchým pokusem. Umístíme-li někde zdroj zvuku, například reproduktor mobilního telefonu, který vydává konstantní zvuk, při jeho přibližování a oddalování se bude hladina intenzity zvuku zvyšovat a zmenšovat. Hladina intenzity přitom klesá s druhou mocninou vzdálenosti. To znamená, že dvojnásobné zvětšení vzdálenosti od zdroje zvuku se rovná čtyřnásobně nižší hladině intenzity zvuku. [2]

Získávání hodnot hladiny intenzity zvuku je jedním ze základních bodů při zkoumání vlivu hluku na lidský organismus a ochraně před ním. V kapitole 1.1.1 je zmíněna fyzikální definice hluku. Hluk je však do jisté míry subjektivní pojem. Může jím být tedy i pravidelné kmitání, které je v tu chvíli obtěžující. Zároveň hluk může být důležitou informací. Například když jde člověk po ulici a díky tomu, že slyší projíždějící auto, ví, že nemá vstupovat do vozovky. Konkrétně tento příklad nabývá v současnosti nových rozměrů. Výrobci automobilů dělají tišší a tišší automobily, pneumatiky, elektromobily, které vydávají tak malý hluk, že ho lze přeslechnout. [7]

V našem okolí je hluk přítomný velmi často. Jak lze vyčíst z tabulky (Tabulka 1), při hladinách intenzity zvuku od 130 dB výše dochází již k bolestivým vjemům. [3]

Tabulka 1: Hladiny intenzity zvuku [2]

Zdroj zvuku	dB	Zdroj zvuku	dB
práh slyšení	0	křik (zblízka)	80
šum listí	20	velmi silná reprodukováná hudba	90
šepot	30	pneumatická sbíječka	100
tlumený hovor	40	diskotéka	110
televizor	50	rockový koncert	120
hlasitý hovor	60	práh bolesti	130

I nižší hladiny však mohou způsobit trvalé poškození sluchu. K tomu může dojít kupříkladu při dlouhodobém pobytu v prostředí s hladinou intenzity zvuku vyšší

než 70 dB. Hluk může způsobovat i jiné problémy než poškození sluchu. Může docházet například k bolestem hlavy, únavě, podrážděnosti apod. [4]

Z těchto informací je patrné, že chránit svůj sluch je velmi důležité. Prvním z kroků je odstranění příčiny hluku, například omezení používání hlučných přístrojů, snížení hlasitosti poslouchané hudby a další. Pokud není možné zdroj zvuku odstranit, přichází na řadu jeho izolace. Při některých pracích a v některých zaměstnáních se používají sluchové chrániče, které mohou mít podobu pěnových nebo pevných špuntů do uší. Také je možné se setkat s klapkami přes uši, které vypadají jako velká sluchátka. Okolo železničních tratí, dálnic a silnic s velkým provozem se staví protihlukové bariéry, které mají podobu zdí, plexisklových stěn nebo valů zeminy. U různých zařízení může být použito tlumících obalů, např. u chladicího zařízení ledniček nebo motorového prostoru automobilu. Účinným způsobem, jak snížit míru hluku, je i zvýšení vzdálenosti od zdroje zvuku. Na hudebním festivalu se stan postaví dále od podia. [5]

Pro zjištění úrovně hluku se využívají zařízení pro měření hluku, která lze najít pod pojmem hlukoměr či zvukoměr. Využívají se na koncertech pro kontrolu hladiny intenzity zvuku. Krajské hygienické stanice s nimi kontrolují dodržování hlukových limitů. Blíže o nich pojednávají následující kapitoly.

1.2 Zvuk ve výuce pro střední školy

Rámcové vzdělávací programy pro střední školy se dělí podle typů škol. Z hlediska problematiky zvuku je nejvíce obsáhlý rámcový vzdělávací program pro gymnázia následovaný rámcovými vzdělávacími programy pro střední odborné vzdělávání, které se dělí na soustavy oborů J, E, H, L0, M, konzervatoře a nástavbové studium. [8]

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia uvádí očekávané výstupy a učivo související s problematikou zvuku a měření v následujících tématech:

Fyzikální veličiny a jejich měření

Očekávané výstupy:

Žák

1. „měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření“;
2. „rozliší skalární veličiny od vektorových a využívá je při řešení fyzikálních problémů a úloh“. [9]

Učivo:

3. „soustava fyzikálních veličin a jednotek – Mezinárodní soustava jednotek (SI)“;
4. „absolutní a relativní odchylka měření“. [9]

Pohyb těles a jejich vzájemné působení

Očekávané výstupy:

Žák

1. „užívá základní kinematické vztahy při řešení problémů a úloh o pohybech rovnoměrných a rovnoměrně zrychlených/zpomalených“;
2. „určí v konkrétních situacích síly a jejich momenty působící na těleso a určí výslednici sil“;
3. „využívá (Newtonovy) pohybové zákony k předvídání pohybu těles“;
4. „využívá zákony zachování některých důležitých fyzikálních veličin při řešení problémů a úloh“;
5. „objasní procesy vzniku, šíření, odrazu a interference mechanického vlnění“. [9]

Učivo:

1. „**kinematika pohybu** – vztahná soustava; poloha a změna polohy tělesa, jeho rychlost a zrychlení“;
2. „**dynamika pohybu** – hmotnost a síla; první, druhý a třetí pohybový zákon, inerciální soustava; hybnost tělesa; tlaková síla, tlak; třetí síla; síla pružnosti; gravitační a tíhová síla; gravitační pole; moment síly; práce, výkon; souvislost změny mechanické energie s prací; zákony zachování hmotnosti, hybnosti a energie“;
3. „**mechanické kmitání a vlnění** – kmitání mechanického oscilátoru, jeho perioda a frekvence; postupné vlnění, stojaté vlnění, vlnová délka a rychlost vlnění; zvuk, jeho hlasitost a intenzita“. [9]

Například v rámcovém vzdělávacím programu pro střední odborné vzdělávání v soustavách L0 a M je náplň výuky fyziky rozdělena do třech úrovní – A, B, C. Úroveň A je nejvyšší úroveň a C je nejnižší. Škola si sama volí úroveň dle poznámek k rámcovému vzdělávacímu programu. Může si zvolit i vyšší úroveň k danému vzdělání. Pro účely této práce není podstatné rozepisovat všechny úrovně. Témata pro střední odborné vzdělávání se shodují s rámcovým vzdělávacím plánem pro gymnázia. Liší se množstvím látky a minimálními očekávanými výstupy. [10] Pro zpracování témat v této práci je využito „nejvyšší úrovně“, tedy obsahu pro gymnázia.

1.2.1 Měření fyzikálních veličin

Měření je označováno jako soubor experimentálních činností, které mají za cíl určit hodnotu měřených veličin. Princip měření spočívá v porovnávání působení zkoumaného

objektu vůči působení jiného objektu (měřidla). Porovnávání působení na lidské smysly je subjektivní. Obecně je ale pro fyziku typická snaha o objektivní měření. Toho se dosahuje porovnáváním s měřicím zařízením. Pro měření se rozlišuje více měřicích metod. [11]

Metody měření:

1. „*přímé a nepřímé*“;
2. „*absolutní a relativní*“;
3. „*statické a dynamické*“;
4. „*substituční*“;
5. „*kompenzační*“. [11]

Výsledky měření jsou vždy ovlivněné chybami. Ty vznikají nedokonalostí smyslů, použitých měřidel nebo měřicích metod a působením vnějších vlivů. Takové chyby jsou nazývány jako systematické. Vznikat mohou také hrubé chyby. K těm dochází při nepozornosti, omylu nebo únavě toho, jež měření provádí. Na systematické a hrubé chyby lze přijít z výsledků měření a díky tomu je lze částečně nebo úplně odstranit. Náhodné chyby odstranit nelze. Souhrn všech chyb nám udává nepřesnost zvukového měření. [11] U elektrických měřicích přístrojů by měl výrobce udávat třídu přesnosti. Ta může být zásadní při uplatňování měření podle zákona.

1.2.2 Zvukové vlnění

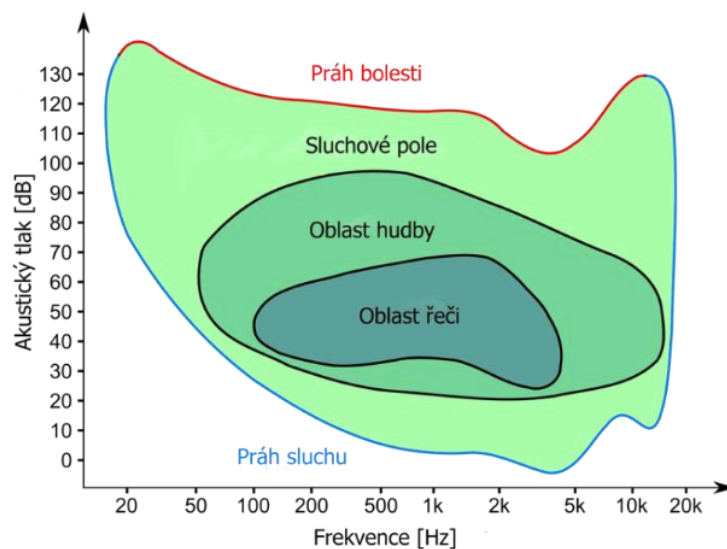
Jako zvukové vlnění nazýváme takové mechanické vlnění, které v lidském uchu vyvolává sluchový vjem. Fyzikálními ději souvisejícími se zvukovým vlněním se zabývá obor nazývaný akustika. Člověk díky zvuku získává informace o okolním světě. Tento přenos informací má tři základní části:

1. „*zdroj zvuku*“;
2. „*prostředí, ve kterém se zvuk šíří*“;
3. „*přijímač zvuku*“. [11]

Jako zdroj zvuku slouží chvění pružných těles. Kromě zvuku, který leží přibližně v intervalu 16 Hz až 20 000 Hz, jak už bylo řečeno dříve, rozeznáváme ještě infrazvuk, který má frekvence nižší, než je spodní hranice, a ultrazvuk, který má frekvence vyšší, než je horní hranice slyšitelného spektra. Ultrazvuk se využívá ve zdravotnictví pro diagnostické přístroje. Nahrazuje tak většinou zdraví škodlivé rentgenové záření. [11]

Zvuk se šíří jen pružným látkovým prostředím libovolného skupenství. Ve vzduchu se zvuk šíří jako podélné postupné vlnění. Rychlost zvuku pro výpočty se většinou používá 340 m/s. Přesný výpočet rychlosti zvuku ve vzduchu lze najít v kapitole 1.1.1. V kapalinách a pevných látkách je rychlost zvuku vyšší než ve vzduchu. Například ve vodě při teplotě 25 °C je to 1 500 m/s. Ve skle udávají tabulky dokonce 5 000 m/s. [12]

Jako přijímač zvuku slouží člověku ucho. O tom, jak ucho funguje, je více v kapitole 1.1.4. Obrázek 1 graficky vymezuje oblast citlivosti lidského ucha v závislosti na frekvenci, zároveň jsou vidět i oblasti řeči a hudby. [12]



Obrázek 1: Citlivost lidského ucha [13]

Lidské ucho není v celém slyšitelném spektru stejně citlivé. Nejvíce citlivé je přibližně mezi frekvencemi 700 Hz a 6 000 Hz.

Dopplerův jev

Pokud se zdroj a příjemce zvuku relativně k sobě pohybují, dochází k tomu, že pozorovatel registruje jiné frekvence, než jsou frekvence zdroje. S Dopplerovým jevem je možné se setkat například když nás míjí jedoucí automobil. Když se k nám automobil blíží, je frekvence, kterou slyšíme vyšší, v okamžiku, kdy nás míjí, odpovídá zdroji a pokud automobil směřuje od nás, dochází ke snížení vnímané frekvence zvuku motoru. [12]

1.3 Badatelsky orientovaná výuka fyziky

Fyzika je jedna z nejstarších věd. Její počátky je možné najít už ve starověku, kdy převážně patřila do filozofie. Převažujícími metodami byly úvaha a pozorování. Fyzikální zákony tak odpovídaly vypořádané zkušenosti. Badatelsky orientovaná výuka umožňuje žákům nejen pasivně přijímat nové informace, ale stát se na chvíli badatelem. Žáci provádí pozorování a experimenty, vymýšlí postupy a formulují hypotézy. Sami tedy objevují, jak fungují probírané jevy. Tato metoda je zároveň aktivizující, neboť je žák nucen vymyslet řešení nastoleného problému. Učitel není v této situaci středem pozornosti, ale je průvodcem žáků. [14]

Pro učitele je důležité si uvědomit, že žáci nejsou schopni komplexního bádání okamžitě. Mnoho žáků potřebuje postupné osvojení této metody. Vhodná je práce ve skupinách. Někdy je vhodné jednotlivým žákům ve skupině přidělit různé role. Díky několika úrovním bádání si žák může tuto metodu osvojit plynule. H. Banchi a R. Bell definovali čtyři úrovně bádání podle toho, jakou měrou zasahuje učitel do bádání: [15]

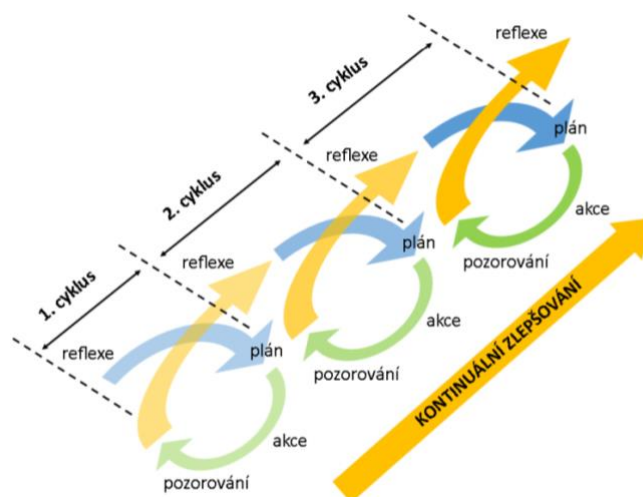
1. „*otevřené bádání – nejméně řízené učitelem*“;
2. „*nasměřované bádání*“;
3. „*strukturované bádání*“;
4. „*potvrzující bádání – nejvíce řízené učitelem*“. [15]

1.4 Akční výzkum

Pedagogický slovník uvádí, že akční výzkum je takový druh výzkumu, jehož cílem je zlepšovat zkoumaný úsek edukační reality. [16] Může to být ve své podstatě nekonečný proces, který zkoumá situaci, jež učitel vnímá jako důležitou či problematickou.

Akční výzkum aplikuje učitel ve chvíli, kdy se rozhodne zjistit, zda daná výuka nebo jisté prvky ve výuce fungují či nefungují a jak to případně napravit či zlepšit. Jak znázorňuje Obrázek 2, akční výzkum má 4 fáze, které se opakují:

- akce;
- pozorování;
- reflexe;
- plán. [17]



Obrázek 2: Akční výzkum (upraveno) [17]

Pozorovat a ověřit, zda a jak se navržená změna promítla do výuky, může být těžké. Pro zvolení vhodných nástrojů a metod je zásadní co nejlépe zvolit cíle a otázky výzkumu. Učitelé mají často na začátku akčního výzkumu pocit, že téměř neznají žádné výzkumné metody. [18] Pro inspiraci je vhodné některé uvést:

- spolupráce s kolegou, který pozoruje zkoumaný jev;
- audiozáznam;
- videozáznam;
- analýza produktů žáků;
- vyzkoušení určité lekce ve více třídách;
- myšlenkové mapy;
- doplňující otázky;
- pozorování;
- záznam do tabulky;
- poznámky.

Tento seznam neuvádí veškeré metody, které je možné použít. Uvádí jen výběr některých metod pro lepší představu, když učitel s akčním výzkumem začíná.

1.5 Učební pomůcky ve výuce fyziky

Učební pomůckou může být předmět nebo myšlenka, které mají za cíl podpořit vysvětlení látky žákům. Při správném zapojení do výuky dochází k efektivnějšímu dosažení výukových cílů. Díky využití učebních pomůcek získává učební proces na atraktivitě. Žáci nepřijímají jen verbálně předávané informace, ale mají možnost i praktické zkušenosti. Pomůcky souvisí též s uplatňováním názornosti, která je důležitou součástí moderní výuky. [19]

Pro potřeby dělení učebních pomůcek lze vhodně využít jejich formu. Dělíme je na:

A. Předmětové

1. Přirozené objekty
 - přírodniny;
 - technická zařízení;
 - didakticky upravené vzorky.
2. Modely objektů
 - geometricky podobné modely;
 - funkční modely;
 - realizované ideální modely.
3. Pomůcky pro demonstraci jevů
4. Pomůcky pro sledování veličin a jejich funkčních závislostí

B. Obrazové

1. Obrazy pro přímá pozorování, symbolická zobrazení
2. Obrazy pro statickou projekci
3. Dynamická projekce

C. Zvukové

D. Písemné

E. Dotykové pomůcky

F. Speciální programy pro počítače [20]

V procesu výuky mají učební pomůcky vícero důležitých funkcí. Z pohledu motivace mohou upevňovat vztah žáka k učení a podpořit jeho zájem o probíraný jev a řešení úkolů. Podporují zájem o objevování a tvořivost. Slouží jako podstatný zdroj informací především pro snadnější chápání vyučovaných jevů. Spojují školu s praxí. Při zkoumání pomůcek žák využívá dříve nabyté vědomosti a dovednosti. Tím propojuje již známé poznatky s novými. [20]

1.5.1 Mobilní zařízení jako učební pomůcky

Výzkum společnosti Nielsen Admosphere z října 2016 ukázal, že 58 % žáků v rozmezí 6-14 let vlastní smartphone (chytrý mobilní telefon) a 40 % vlastní tablet. [1] Některé školy zavádí do výuky tablety nebo dokonce vytváří specializované tabletové třídy. Pro mobilní zařízení vzniká množství specializovaných aplikací pro výuku nebo mohou sloužit jako prostředek pro získávání a prezentaci informací. Přestože v současnosti dochází spíše k omezování mobilních zařízení ve školách, při správném zavedení do výuky mohou mít přínos pro edukační proces. [21]

1.6 Měření hluku

Učebnice pro základní školy povětšinou uvádí, že pro vyjádření úrovně hluku se používá veličina hladina intenzity zvuku. U některých středoškolských učebnic se lze setkat také s hladinou akustického výkonu. Běžně se pro vyjádření úrovně hluku používá hladina akustického tlaku, která se zjišťuje pomocí hlukoměrů. Mobilní aplikace jsou jakousi simulací hlukoměrů, proto u nich platí to samé. Parametry hlukoměrů specifikuje norma ČSN EN 61672. Limity hluku v České republice pak stanovuje nařízení vlády 272/2011 Sb. [22] Pro představu o stanovených limitech lze uvést následující příklady:

Příklad č. 1:

„Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na němž je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění, a dále pro pracoviště určené pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq, 8h}$ se rovná 50 dB.“ [23]

Příklad č. 2:

„Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavci 2, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq, T}$ se rovná 70 dB.“ [23]

Pro pochopení souvislosti mezi hladinou akustického tlaku a hladinou intenzity zvuku je potřeba si tyto veličiny blíže definovat.

Hladina akustického tlaku L_p je definována vztahem

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}, \quad (2)$$

kde p (Pa) je sledovaný akustický tlak a p_0 (Pa) je referenční akustický tlak. Referenční akustický tlak má hodnotu $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa. Této hodnotě odpovídá v decibelové stupnici 0 dB. Zdvojnásobení akustického tlaku odpovídá zvýšení hladiny akustického tlaku o 6 dB. [7]

Hladina intenzity zvuku L_I je definována vztahem

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0}, \quad (3)$$

kde I (W/m^2) je sledovaná intenzita zvuku, I_0 (W/m^2) je referenční hodnota intenzity zvuku. Pro hladinu intenzity zvuku platí, že zvýšení intenzity zvuku na dvojnásobek znamená zvýšení hladiny intenzity zvuku o 3 dB. [7]

Při běžných podmínkách platí mezi hladinou akustického tlaku a hladinou intenzity zvuku vztah

$$L_I = L_p - 0,2 \cong L_p. \quad (4)$$

Rozdíl 0,2 dB lze zanedbat bez ztráty přesnosti akustických výpočtů a měření. [7] Pro žáky základní školy není podstatné tyto vztahy znát. Pro tuto práci je ale důležité uvědomovat si souvislost veličin a při měření s ní počítat.

Na měření hluku se dá dívat z několika pohledů. Je možné měřit okamžitou hodnotu nebo průměr za určitý časový úsek. Měří se například pro konkrétní místo nebo jak velký hluk vydává konkrétní zařízení. Na rozdíl od měřicích zařízení není lidské ucho stejně citlivé pro celé slyšitelné spektrum viz Obrázek 1. Z toho důvodu se pro korekci zavádí váhové filtry.

Váhové filtry jsou odpovědí na skutečnost, že zvuk o různých kmitočtech není lidským sluchem vnímán stejně. Skutečně změřená hodnota je pomocí filtru upravena tak, aby se přiblížila tomu, jak ji slyší lidské ucho. Váhové filtry mohou být A, B, C a další. Například v letecké dopravě se používá D. V mezinárodním měřítku je nejčastěji používaný váhový filtr A. Většina hlukoměrů by měla mít integrovaný některý z těchto filtrů. Filtr s rovnou frekvenční charakteristikou bývá označován jako Z. [22]

1.7 Technické specifikace iPhonů

První iPhone představila společnost Apple v roce 2007 a jmenoval se prostě jen **iPhone**. Měl displej s úhlopříčkou o velikosti 3,5 palce a bylo možné ho ovládat dotykově pomocí prstů ruky, aniž by bylo nutné použít stylus (pero pro práci na dotykových displejích). Od té doby se zvětšila velikost displejů, jejich rozlišení, výkon procesoru, velikost paměti a další, ale základní princip zůstal stejný. Jeho výbava byla na tu dobu poměrně nadstandartní. Obsahoval procesor od firmy Samsung postavený na platformě ARM s taktovací frekvencí 412 MHz. Velikost operační paměti byla 128 MB. Jako úložiště

pro uživatele byla k dispozici na výběr flash paměť o velikosti 4, 8 nebo 16 GB a nebylo ji možné měnit ani rozšiřovat například pomocí paměťové karty. O výrobu se stejně jako doposud i u dalších výrobků od Applu starala společnost Foxconn. Zajímavé je zmínit také to, že první iPhone bylo možné koupit jen u operátora AT&T ve Spojených státech amerických a byl blokován pro použití jen v této síti. [24]

iPhone 3G (2008)

Jako nástupce prvního iPhone přišel o rok později iPhone 3G. Co se týče vzhledu, lišil se od minulého modelu jen v nepodstatných detailech. Přinesl ale několik zásadních vylepšení. Jak už název napovídá, přibyla podpora sítí třetí generace. Mimo to ale přinesl také GPS (Global Positioning System – Globální polohový systém) a AppStore (Obchod s aplikacemi společnosti Apple). AppStore umožnil vývojářům distribuovat a prodávat aplikace tímto jednoduchým způsobem. Zbavil je tak potřeby hledat způsoby, jak aplikace dostat k uživatelům. [25]

iPhone 3GS (2009)

V roce 2009 přišel další model, který se vzhledem nelišil od svého předchůdce. Všechny změny se odehrály uvnitř zařízení. Telefon dostal nový procesor, který byl opět od společnosti Samsung postavený na platformě ARMv7 s taktovací frekvencí 600 MHz. Velikost operační paměti se zdvojnásobila na 256 MB. Jako první iPhone uměl bez potřeby aplikace třetích stran natáčet video, i když jen v rozlišení VGA (640×480 pixelů) a 30 snímků za sekundu. Nově se také v telefonu objevila funkce Spotlight, kterou obsahují zařízení Applu a slouží k vyhledávání v rámci zařízení. Velikost paměťového úložiště se zvedla až na 32 GB. [26]

iPhone 4 (2010)

V roce 2010 přišel Apple novým vzhledem svých telefonů. Zmizely zadní zaoblené hrany a objevily se ostřejší rysy iPhone 4. Přední a zadní strana telefonu byla ze skla. Současně s iPhone 4 přichází první procesor navrhovaný přímo společností Apple na platformě ARMv7 s taktovací frekvencí 789 MHz. Operační paměť byla opět zdvojnásobena a měla tedy 512 MB. Díky výkonnějšímu procesoru dostal iPhone podporu práce více aplikací najednou, tedy tehdy ještě jednoduchého multitaskingu. iPhone 4 také započal éru zvyšování rozlišení displeje a nazval svůj displej jako Retina.

Hustota pixelů se tak zvedla na 330 PPI (pixels per inch – pixel na palec). Zásadního vylepšení se telefon dočkal také v oblasti fotoaparátů. Zadní fotoaparát dostal přisvětlovací LED diodu a přední strana dostala kamerku pro video hovory, se kterou současně Apple vypustil na světlo světa svou představu video hovorů v podobě aplikace FaceTime. [27]

iPhone 4S (2011)

iPhone 4S se představil jen den před smrtí Steva Jobse (zakladatel společnosti Apple). Vzhled se příliš nelišil od předchozího modelu. Jedinou změnou, kterou lze pozorovat, jsou černé pruhy na bocích telefonu, které řeší problémy s anténou u minulého modelu. Procesor A5 z dílny Applu přichází jako první s trendem více jádrových telefonů. Mimo dvou jader procesorových, získal dvě jádra grafická. Velikost úložiště se zvětšila až na 64 GB. Větší úložiště bylo důležité i proto, že telefon nově umožňoval natáčet videa v rozlišení FullHD, tedy 1920×1080 pixelů při 30 snímcích za sekundu. S příchodem modelu 4S přišla inteligentní osobní asistentka nazvaná Siri. S ní bylo možné zjednodušit některé činnosti s telefonem. Bohužel ani na konci roku 2020 Siri neuměla komunikovat v českém jazyce. [28]

iPhone 5 (2012)

Zásadní změnou, kterou přinesl iPhone 5, bylo zvětšení velikosti úhlopříčky displeje na 4 palce. Dosud měly všechny modely displej o velikosti úhlopříčky 3,5 palce. I uvnitř telefonu se odehrála vylepšení. Nový procesor Apple A6 dostal taktovací frekvenci 1,02 GHz s funkcí automatického přetaktování až na 1,3 GHz. Operační paměť se oproti iPhone 4S zdvojnásobila na 1 GB. Telefon přinesl také podporu sítí čtvrté generace, nazývaných LTE (Long Term Evolution – technologie pro vysokorychlostní internet v mobilních sítích). Zařízení ale nepracovalo na frekvencích používaných pro LTE v České republice. [29]

iPhone 5S a 5C (2013)

iPhone 5S přinesl ochranu pomocí otisku prstu. Ta byla integrovaná pomocí čtečky otisku prstu umístěné v tlačítku Home Button. Apple ji nazval jako TouchID. Ta byla také jednou z mála poznávacích znamení oproti iPhone 5, od kterého se 5S vzhledově nelišil. Druhým poznávacím znamením byl dvoudiodový blesk, který měl zajistit větší světelnost

a lepší vyvážení barev díky odlišně barevně laděným diodám. Procesor povýšil na A7 s taktovací frekvencí 1,3 GHz a jeho součástí nově byl koprocesor M7. [30]

iPhone 5C byl vydán jako levnější varianta 5S. Hardwarově vycházel z o rok staršího iPhone 5. Navíc však dostal podporu LTE na frekvencích 800 MHz a 2 600 MHz, které jsou používány v České republice. Tento model byl nabízen na rozdíl od ostatních modelů v pěti barevných provedeních. [31]

iPhone 6 a 6 Plus (2014)

iPhone 6 jako vůbec první iPhone přinesl dvě velikosti displeje. Menší s velikostí úhlopříčky 4,7 palce a větší s přídomkem Plus, který měl displej s velikostí úhlopříčky 5,5 palce. Větší velikost telefonů navíc dala možnost osadit je většími bateriemi a zvětšit tak jejich výdrž. iPhone také dostal nový procesor A8 s taktovací frekvencí 1,4 GHz, který navíc jako první přinesl do iPhone 64bitovou architekturu. Vnitřní úložiště dostalo novou 128 GB velkou variantu. [32]

iPhone 6S a 6S Plus (2015)

Nástupcům iPhone 6 a 6 Plus zůstaly stejné velikosti displejů a vzhled se změnil jen v zanedbatelných detailech. Uvnitř přístrojů však došlo ke změnám. Především nový dvoujádrový procesor A9 získal taktovací frekvenci 1,83 GHz a grafický procesor dostal 6 jader, o 2 více než minulá generace. Paměť RAM, která se od modelu 5 držela na 1 GB, byla zvýšena na 2 GB a z technologie LPDDR3 se přešlo na modernější LPDDR4. Toto výrazné navýšení výkonu umožnilo natáčení a střih videí v rozlišení 4K. [33]

Tyto modely také přinesly novou technologii nazývanou Taptic Engine. Tato technologie využívala rozdílnou sílu vibrací pro zpětnou vazbu v závislosti na síle dotyku na displeji. Nezapomnělo se ani na fotoaparáty. Přední kamera dostala rozlišení 5 Mpx a zadní 12 Mpx. Model 6S Plus navíc obdržel optickou stabilizaci obrazu pro zadní kameru. [33]

iPhone SE (2016)

Model SE byl představen v březnu 2016, tedy mimo tradiční podzimní keynote (Tisková konference společnosti Apple), kde pravidelně Apple představuje každý rok nové modely iPhone. S cenou 12 999 Kč na oficiálním e-shopu při zahájení prodeje se stal nejlevnějším iPhone v historii. Jeho tělo vycházelo ze staršího iPhone 5S, ale procesor A9 získal od modelu 6S. [34]

iPhone 7 a 7 Plus (2016)

Modelům se sedmičkou v názvu opět zůstaly stejné velikosti displejů jako u jejich předchůdců 6 a 6S včetně Plus verzí. Přinesly ale některé zásadní změny. Byl odebrán do té doby všude přítomný jack 3,5 mm pro sluchátka. Současně Apple představil bezdrátová sluchátka AirPods. Nové podoby se dočkalo i tlačítko Home Button. To do té doby bylo mechanické. V nové verzi simulovala zmáčknutí tlačítka tzv. haptická odezva. Toto řešení souviselo s další novinkou, kterou se stala voděodolnost telefonu se stupněm krytí IP67. [35]

Zkrátka nepřišla ani výkonová stránka telefonu. Nový procesor Apple A10 dostal oproti A9 další dvě jádra s menším výkonem pro méně náročné operace s cílem prodloužit výdrž baterie. Nově také bylo možné pořídit telefon s až 256 GB pamětí. [35]

iPhone 8 a 8 Plus (2017)

Protože byly oba iPhony 8 představeny společně s revolučním iPhonem X, nedostalo se jim takové pozornosti a představovaly především levnější alternativu pro model X. I tak se ale pár novinek dočkaly. Především to byl nový procesor A11 Bionic s taktovací frekvencí 2,74 GHz, který jako první přišel se speciálním dvoujádrovým koprocesorem pro výpočet neuronových sítí a pro použití s umělou inteligencí. Pokračovalo se také s rozšiřováním bezdrátových technologií v podobě bezdrátového nabíjení. [36]

iPhone X (2017)

iPhone X přinesl několik zásadních novinek. První z nich byl tzv. bezrámečkový displej, díky čemuž telefon přišel o tlačítko Home Button, a tedy i technologii TouchID. Displej byl poprvé u iPhonu postavený na technologii OLED (Organic Light Emitting Diode – Organická světlo emitující dioda), měl velikost úhlopříčky 5,8 palce s hustotou pixelů 458 ppi. Do té doby Apple využíval technologii LCD (Liquid Crystal Display – Displej z tekutých krystalů). TouchID nahradila nová technologie FaceID, která místo otisku prstu využívala sken obličeje uživatele. [37]

Stejně jako iPhony 8 a 8 Plus obsahoval procesor A11 Bionic, bezdrátové nabíjení, voděodolnost IP67, Bluetooth 5.0, Wi-Fi ac s technologií MIMO (Multiple Input Multiple Output) a LTE cat. 12. Nově dostal přední TrueDepth kameru s rozlišením 7 Mpx, která sloužila nejen pro focení selfie fotografií, ale i pro použití s FaceID. Na zadní straně

lze najít dvojici fotoaparátů, které mají oba 12 Mpx rozlišení. Jeden slouží jako širokoúhlý se světelností $f/1,8$ a druhý je teleobjektiv s $f/2,4$. [37]

iPhone XS a XS Max (2018)

Na první pohled byl jen stěží rozlišitelný od iPhone X. iPhone XS získal především nový procesor A12 Bionic s druhou verzí koprocesoru Neural Engine s osmi výpočetními jádry (první verze měla jen jedno), větší možnost paměťového úložiště až 512 GB a v podobě modelu XS Max větší displej s velikostí úhlopříčky 6,5 palce. Aktualizace se dočkala také konektivita LTE, a to ve standardu Cat 18. Poprvé se také objevila podpora eSIM (embedded SIM). Voděodolnost se zvýšila na stupeň krytí IP68. [38]

iPhone 11, 11 Pro, 11 Pro Max (2019)

Všechny modely iPhone 11. řady dostaly procesor A13 Bionic. iPhone 11 měl displej postavený na technologii LCD, zatímco modely 11 Pro a 11 Pro Max dostaly panely OLED s kontrastním poměrem 2 000 000 : 1. Jako první iPhone dostaly Wi-Fi 6. [39]

iPhone SE (2. generace, 2020)

iPhone SE 2. generace vycházel z modelu iPhone 8. Procesor však byl vyměněn za novější model A13 Bionic, který měly i iPhone řady 11. Po vzoru iPhone 11 přibyla i skleněná zadní strana telefonu a s tím související podpora bezdrátového nabíjení. Stejně jako jeho předchůdce iPhone SE 1. generace nabízel nižší cenu oproti aktuálním vlajkovým loďm od Applu. [40]

iPhone 12, 12 Mini, 12 Pro, 12 Pro Max (2020)

iPhone 12. řady přišly ve čtyřech variantách. Oproti minulé generaci, která nabízela tři varianty (11, 11 Pro, 11 pro Max), přibyla ještě varianta Mini. Všechny varianty dostaly shodně procesor A14 Bionic postavený na 5 nm technologii a OLED displeje. Jako první iPhone měly podporu pro síť páté generace. [41]

1.8 Technické specifikace iPadů

Vyznat se v jednotlivých modelech iPadů a jejich vývoji je komplikovanější než v případě iPhoneů. Existují čtyři řady, které se liší svým zacílením:

1. iPad – standartní iPad;
2. iPad Air – zaměřený na nízkou váhu;
3. iPad Mini – menší velikost;
4. iPad Pro – pro profesionální použití.

Jednotlivé řady se neobjevily zároveň. Nejprve byl v roce 2010 představen iPad a další řady se objevily v průběhu vývoje. Každý rok nevycházel model pro každou řadu. Apple také v průběhu měnil označení pro jednotlivé generace. V následujícím textu jsou obsaženy jen modely zařazené do měření seřazené chronologicky podle roku vydání. [42]

iPad Air (1. generace, 2013)

V roce 2013 přišel iPad s přídomek Air. Po vzoru svých notebooků se stejným označením, získal menší rámečky a tenčí tělo. Celkově byl lehčí a zaměřený především na maximální mobilitu a nízkou váhu. Proto označení Air. Po stránce hardwaru disponoval procesorem A7 stejně jako iPhone 5S. Operační paměť typu DDR3 dosáhla velikosti 1 GB a v nabídce bylo možné si vybrat jednu ze čtyř velikostí interního úložiště (16, 32, 64 nebo 128 GB). Nechyběla podpora Wi-Fi 4, Bluetooth 4.0 a ve verzi LTE i podpora 4G sítí. Pro displej o velikosti úhlopříčky 9,7 palce byla použita technologie IPS LCD s LED podsvícením. Displej měl označení Retina, což u Apple produktů značilo větší hustotu pixelů. Pro připojení k počítači nebo pro nabíjení byl zvolen konektor Lightning, který v roce 2012 nahradil v zařízeních Applu původní 30 pinový konektor. Pro záznam obrazu bylo možné použít zadní fotoaparát s rozlišením 5 Mpx a přední s rozlišením 1,2 Mpx. [43]

iPad Air (2. generace, 2014)

Jeho design byl velmi blízký jeho předchůdci. Na první pohled si šlo všimnout, že místo klasického tlačítka Home Button, bylo nově zvoleno tlačítko s TouchID senzorem. Tablet dostal nový procesor A8, 2 GB operační paměti a rozlišení zadního fotoaparátu se zvýšilo na 8 Mpx. iPad Air 2 byl při svém představení nejtenčí tablet na trhu. [43]

iPad Mini (3. generace, 2014)

Výsadou řady Mini, jak už název napovídá, byla velikost. Na rozdíl od ostatních řad, které disponovaly velikostí displeje 9,7 až 12 palců, dostal iPad Mini jen 7,9 palce. Hardwarové parametry pak zdědil po starším iPadu Air 1. generace. [43]

iPad Mini (4. generace, 2015)

Čtvrtá generace iPadu Mini přinesla změnu designu a s tím také ztenčení těla a snížení váhy. Jako předchůdce dědila hardware od iPadu Air. V tomto případě Air druhé generace. [43]

iPad (5. generace, 2017)

iPad vydaný v roce 2017 je označován jako pátá generace. Toto označení před jeho vydáním ale měl iPad Air. Proto se lze v neoficiálních materiálech setkat i s označením šestá nebo sedmá generace. Pro tento model bylo využito šasi ze staršího iPadu Air první generace. Dočkalo se však několika změn, především kvůli integraci senzoru pro TouchID. Procesor byl použit Apple A9 z iPhone 6S. Operační paměť byla osazena velikostí 2 GB postavené na technologii LPDDR4. Vyráběl se s dvojí velikostí vnitřního úložiště (32 a 128 GB) a ve verzi s Wi-Fi a Wi-Fi + LTE. Nechyběl ani zadní fotoaparát s rozlišením 8 Mpx a přední pro videohovory s rozlišením 1,2 Mpx. Pro zobrazení byl využit LCD displej o velikosti úhlopříčky 9,7 palce. [43]

iPad (6. generace, 2018)

iPad šesté generace přinesl podporu Apple Pencil, elektronického pera, které bylo do té doby výsadou iPadu Pro. Spolu s nízkou cenou cílil na studenty a učitele. [44] Ostatní hardware se nedočkal výraznějších změn. Jedinou zásadní změnou prošel procesor, který povýšil na verzi A10. [43]

1.9 Vestavěné mikrofony v iPadech a iPhonech

Apple u svých zařízení využívá mikrofony s vyrovnanou frekvenční charakteristikou a dostatečným dynamickým rozsahem pro měření hluku v běžných podmínkách. [45] Jsou postavené na technologii MEMS (MikroElectroMechanical System – Mikroelektromechanický systém). Mikrofony MEMS bylo již v roce 2010 možné vyrobit s plochou frekvenční charakteristikou od 20 do 20 000 Hz při rozměrech, které lze integrovat i do moderních mobilních zařízení. Přidáním předzesilovače navíc získávají odolnost vůči změně teploty. [46] Bohužel Apple nedává k dispozici jejich technické parametry. Dokonce ani třetí strany nenabízí bližší informace. Pro zpracování a úpravu zvuku pro volání, natáčení zvuku k videím a dalšímu použití využívá softwarových zásahů v operačním systému. Podle nezávislých pozorování Apple používá filtr

označovaný jako horní propust se strmostí řádově 24 dB/oktávu se začátkem na 250 Hz. [47] Nicméně Apple umožňuje vývojářům aplikací tato softwarová omezení vyřadit. Je to možné díky speciálnímu režimu measurement (měření). Při jeho použití dojde k minimalizaci množství zpracování vstupních a výstupních signálů. Pokud má zařízení více mikrofonů, pak je v tomto režimu použit jen primární mikrofon. Apple uvádí dostupnost tohoto režimu pro operační systém iOS 5.0+. [48] Jiné zdroje, například blog Faber Acoustical (blog vývojáře jedné z testovaných aplikací – SoundMeter X) ale uvádí podporu od verze iOS 6. [49]

V novějších iPhonech a iPadech je využíváno většího počtu mikrofonů na rozdílných místech zařízení. Všechny iPady od páté generace, iPady Mini od druhé generace a všechny modely Pro a Air mají až dodnes (začátek roku 2020) dva mikrofony. Předchozí modely měly jen jeden. [50] Pro představu je na obrázku (Obrázek 3) vidět rozložení mikrofonů u iPhone X.



Obrázek 3: Mikrofony iPhone X, upraveno [51]

Více mikrofonů používá Apple u svých zařízení především pro potlačení okolního hluku k dalším úpravám tak, aby dosáhl co nejvyšší kvality zvuku telefonního hovoru. Neméně podstatné je ale i využití při nahrávání zvuku u videí, kde je cílem vysoká kvalita zvuku a jeho stereo záznam. [50]

Počty mikrofonů u konkrétních modelů iPhoneu je možné najít v tabulce (Tabulka 2.)

Tabulka 2: Počty mikrofonů – iPhone [50]

Model	Počet mikrofonů
iPhone, 3, 3G	1
4, 4S	2
5, 5S, SE, 6, 6S, 7, 8	3
X, XS, 11 Pro	4

Na obrázku (Obrázek 4) je vidět dvojice mikrofonů, které jsou součástí napájecího modulu pro iPhone 7. Červené šipky ukazují jejich přesnou pozici.



Obrázek 4: Náhradní napájecí modul pro iPhone 7 [52]

1.10 Apple Watch

Apple Watch jsou chytré hodinky od společnosti Apple. Jejich první verze byla představena v roce 2015. Pro svůj běh využívají operační systém watchOS. Z tohoto pohledu není zařazení do diplomové práce zásadní, ale je důležité je zmínit jako zajímavý doplněk k zařízením s iOS. Jejich zásadní funkcí je sloužit jako monitor zdraví společně s iPhone. Díky tomu se s představením série 5 v roce 2019 dostala do hodinek funkce měření hluku. Tu po aktualizaci operačního systému dostala zároveň i série 4.

Mimo ni mají hodinky senzory pro měření tepové frekvence, EKG (Elektrokardiografie), gyroskop a další, které dále používají k výpočtům zdravotních stavů, které hodinky neumí přímo měřit. [53]

Funkce měření hluku je dostupná u hodinek od série 4 v aplikaci Hluk, která je součástí operačního systému watchOS od verze 6. Pro vzorkování a měření úrovně okolního hluku využívají hodinky integrovaný mikrofon. Nenahrávají se při tom však žádné zvuky. K detailním specifikacím mikrofonu se lze dozvědět jen to, že podporuje Siri a že od hodinek verze 4 byl přesunut na opačnou stranu hodinek. Tedy u verze 4 a 5 se nachází u ovládací korunky. Důvodem k přesunu je lepší zvuk pro volání. [53]

Zásadní otázkou je, jak přesné měření hluku hodinkami je. Napovědět mohou testy uživatelů sociální sítě Reddit, kteří provedli testy v tiché místnosti, v místnosti se zvuky i při startu motoru. [54] K ověření správné hladiny využili standardní hlukoměr EXTECH 407736. Výsledkem byla odchylka maximálně o 1 %. Pro orientaci, zda již chránit svůj sluch, je to víc než dostatečné a k tomu aplikace Hluk právě slouží.

2 Praktická část

2.1 Testování aplikací

Stanovit přesný počet aplikací umožňujících měření hluku, které jsou dostupné v online obchodě AppStore, je velmi obtížné. AppStore neumožňuje žádným způsobem podrobněji filtrovat při vyhledávání aplikací. Jednou možností, jak vyhledávat, je zkoušet hledat podle názvu. Pro vyhledání více výsledků je vhodné použít nejen český název hlukoměr nebo zvukoměr, ale také anglické výrazy jako sound meter, decibel meter a podobně. Tímto způsobem se povedlo najít 140 aplikací, které měří hluk.

2.1.1 Kritéria pro výběr aplikací

Protože je diplomová práce zaměřená na školství a jedním z předpokladů je využití mobilů žáků, je zásadní při výběru aplikace zároveň zohlednit i finanční stránku. Proto pro ověření byly vybrány pouze aplikace dostupné zdarma. Těch bylo nalezeno celkem 48. Počty aplikací platily k 11. 3. 2019. Některé aplikace dostupné zdarma mají zároveň svoji placenou verzi, která může přidávat například větší možnost kalibrace, změnu váhových filtrů a další funkcionality, které bezplatná verze neumožňuje. Ne vždy platí, že aplikace zdarma tyto funkce nemají. Některé aplikace po zaplacení jen odstraňují reklamu.

Ve světě informačních technologií je pokrok velmi rychlý. Počet aplikací, jejich přesnost, funkcionalita a kvalita se může v čase výrazně měnit. Velký zájem Applu o zdraví a úspěšná integrace měření hluku do hodinek Apple Watch naznačují, že by se podobné funkce mohly dočkat i další zařízení. [55] Již nyní umožňují iPhony s kompatibilními sluchátky kontrolovat, zda uživatel nepřekračuje bezpečnou hlasitost při poslechu hudby. Mohly by se tak dočkat stejné možnosti měřit hladinu hluku stejně jako Apple Watch. Díky integraci podobných funkcí přímo od výrobce by se dalo očekávat, že budou změřené hodnoty velmi přesné. [56]

Před začátkem testování aplikací je potřeba stanovit kritéria, která musí aplikace splňovat, aby byla označena jako vhodná. Aplikace by měla ukazovat co nejpřesnější hodnoty. Metodický návod pro měření hluku na pracovišti, který vydává Ministerstvo zdravotnictví České republiky, udává předepsanou přesnost zvukoměrů třídami 1 a 2.

Tedy že možná odchylka je až ± 1 dB. [57] Tato přesnost je vhodná i pro použití ve výuce, jelikož rozlišovací schopnost lidského ucha je právě 1 dB.

Aplikace by měla být přehledná. To znamená, že na první pohled lze zjistit hledanou hodnotu, najít a provést potřebná nastavení. Měla by umožňovat rychlé použití bez složitého nastavování. Tedy v ideálním případě hned po nainstalování a spuštění aplikace okamžitě začít měřit. Přípustné je ale zařadit po nainstalování krok, ve kterém se zadají kalibrační data v podobě číselné hodnoty. Vhodné by bylo české prostředí. To by ale okamžitě snížilo počet všech aplikací na jednu. S přihlédnutím k faktu, že na druhém stupni základní školy by většina žáků měla mít základní znalost anglického jazyka, je tedy české prostředí výhodou, nikoliv podmínkou. Některé bezplatné aplikace obsahují reklamu, díky níž je financován jejich vývoj. Reklama by neměla výrazně narušovat používání aplikace.

Aplikace by též měla být konzistentní. To znamená, že by neměla vykazovat různé chování na odlišných modelech zařízení. Za stejných podmínek by měla zobrazovat stejné hodnoty měření. Měla by být též stabilní neboli nemělo by docházet k pádům aplikace. To vše je potřeba splnit. Není tedy důležité jen aby aplikace měřila přesně, ale zároveň aby umožňovala žákům snadné použití a přehledný výstup.

2.2 Hodnocení aplikací

Vybrané aplikace byly nejprve otestovány na iPhone X, zda splňují daná kritéria. Podrobněji rozebrané testování přesnosti měření viz kapitola 2.3.3 Testování aplikací z pohledu přesnosti měření. Následně pak proběhlo měření za účelem získání kalibračních dat pro jednotlivá zařízení viz kapitola 2.3.4 Testování zařízení.

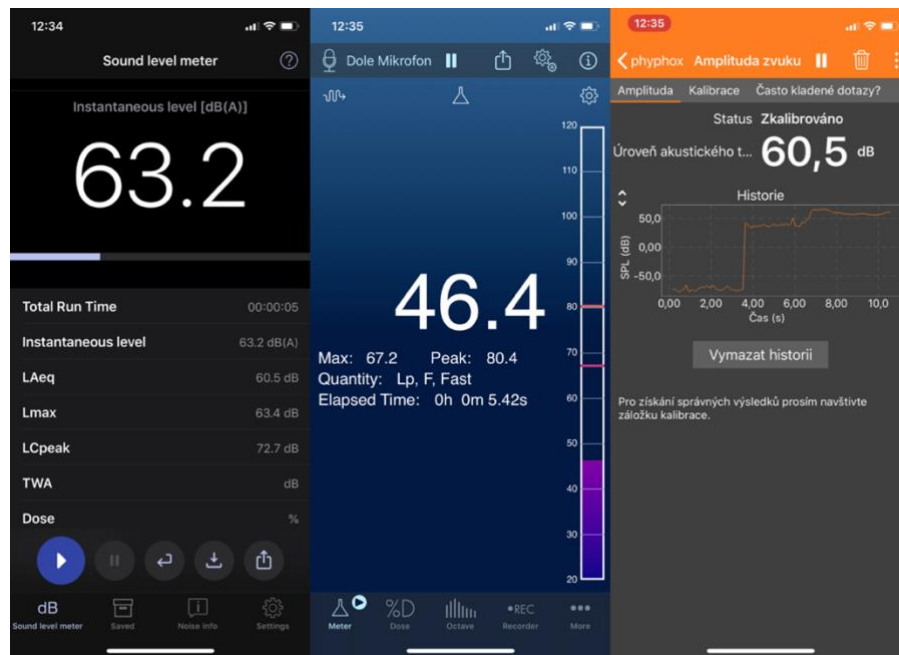
2.2.1 Aplikace splňující kritéria

Aplikace, které prošly všemi kritérii, jsou jen tři:

- NIOSH Sound Level Meter od EA Lab;
- SoundMeter X od Faber Acoustical;
- phyphox od RWTH University v Aachenu.

Tabulku naměřených hodnot pro tyto aplikace je možné najít v příloze č. 1 této práce.

Na obrázku (Obrázek 5) je možné vidět podobu aplikací, které splnily kritéria, na displeji telefonu.



Obrázek 5: Aplikace splňující kritéria

NIOSH Sound Level Meter

Aplikace NIOSH Sound Level Meter je pravděpodobně nejlepší z testovaných aplikací. Na úvodní obrazovce přehledně zobrazuje momentální úroveň hluku velkými číslicemi. Nad nimi je zobrazen právě využívaný váhový filtr. Je možné přepínat mezi filtry A, C a Z. Po zapnutí měření za časový úsek lze sledovat čas, průměr hladiny akustického tlaku za daný čas a hodnoty max (maximum) a peak (vrchol). Naměřené hodnoty následně lze i ukládat. Aplikace umožňuje jednoduchou kalibraci. Buď manuální, při které se zadá dříve zjištěná hodnota z totožného zařízení, nebo „automatická“, kde lze využít kalibrátor či referenční signál o dané hladině akustického tlaku. Aplikace také umožňuje propojení s aplikací Zdraví, se kterou synchronizuje naměřené hodnoty úrovně hluku. Nechybí ani podpora pro využití externího mikrofonu. Aplikace je kompletně v anglickém jazyce a je dostupná zdarma bez jakéhokoliv použití reklam.

SoundMeter X

SoundMeter X nabízí po kalibraci velmi přesné měření srovnatelné s referenčním měřidlem. Bohužel v bezplatné verzi nešlo v době měření použít žádný z váhových filtrů.

Od dubna 2020 se toto pravidlo mění. Předplatné SoundMeter Basic, které právě toto odemyká, je zdarma a není potřeba žádná aktivace. Po stažení a nainstalování aplikace jsou funkce původního předplatného dostupné. Díky tomu lze měnit váhové filtry či si zvolit, který z mikrofonů se má v daném zařízení použít. Tuto funkci neměla žádná z ostatních testovaných aplikací. Pro zpřístupnění dalších funkcí (rekordér, generátor šumu ad.) je potřeba se přihlásit k placenému předplatnému. Těch je několik druhů s různými stupni zpřístupnění funkcí a cena se pohybuje od 29 Kč za měsíc až po 4 599 Kč za rok. Dražší předplatná nejsou pro naše potřeby využitelná. Aplikace celkově nabízí velké množství funkcí a nastavení, které jsou i v bezplatné verzi vidět, avšak uživatel je nemůže spustit. Pokud je chce uživatel použít, aplikace ho odkáže na předplatné. Pro náročné uživatele je jistě velké plus, že se mohou detailně zabývat měřeními. Jazykové prostředí aplikace je celé v angličtině.

phyphox

Phyphox není primárně aplikace pro měření hluku. Je to aplikace vytvořená za účelem využití mobilních telefonů pro fyzikální experimenty. Je vyvíjena na Druhém institutu fyziky RWTH University v Aachenu. Je cílená na vzdělávání s využitím dostupných mobilních zařízení oproti speciálním drahým zařízením. Umožňuje například měření tlaku, rychlosti výtahu, zjištění hudebního tónu a mnohé další. Měření hluku lze najít v záložce akustika jako amplitudu zvuku. Před začátkem měření je potřeba provést kalibraci. Na to upozorňuje nápis v aplikaci. Kalibrovat je možné pomocí referenčního signálu nebo dříve zjištěnou hodnotou. Bohužel aplikace si data kalibrace neukládá a při vypnutí a opětovném zapnutí aplikace je potřeba hodnotu opět zadat. Aplikace neumožňuje podrobné nastavení měření ani zvolení váhové křivky. Nelze ani najít informaci o tom, jestli je nějaká využívána. Zajímavostí je možnost exportovat naměřená data do Excelu nebo CSV. Možný je též vzdálený přístup k zařízení pomocí webového rozhraní. Aplikace je dostupná pro 16 světových jazyků včetně angličtiny a češtiny. Jazykové prostředí se v aplikaci volí podle globálního nastavení zařízení.

2.2.2 Aplikace nesplňující kritéria

Všechny aplikace nesplňující kritéria měly jeden hlavní společný problém, a tím byla přesnost měření. Přesto, že některé nevyhovující aplikace měly možnost kalibrace, tak i po kalibraci nedosahovaly takové přesnosti měření, která byla stanovená.

Odchylka byla větší než ± 1 dB. Kompletní přehled naměřených hodnot jednotlivých aplikací lze najít v tabulce (Tabulka 8) v přílohách této práce. Častým problémem bylo, že hodnoty na displeji zařízení se rychle měnily ve velkém rozsahu, a tak nebylo možné hodnotu rozumně určit. Mnoho bezplatných aplikací obsahovalo reklamu. V některých případech to byl jen méně nápadný pruh u horního nebo dolního okraje displeje zabírající maximálně 10 % plochy displeje, ale u mnohých to byla například vyskakující reklama znemožňující práci s aplikací. V jednom z případů dokonce aplikace vůbec neměřila hluk, ale nabízela výherní automaty. Takové aplikace, které na první pohled znemožňovaly rozumnou práci s nimi, byly vyřazeny a nedostaly se do fáze porovnávání naměřených hodnot. Jelikož se v některých případech shodují názvy aplikací, je v závorce za názvem v těchto případech napsaný autor či vývojové studio. Až na výjimky, u kterých je to uvedeno, byly všechny aplikace v anglickém jazyce.

db meter (Elena Polyanskaya)

Aplikace nabízí přepínání mezi váhovými filtry A a C. Neobsahuje žádné reklamy a ani možnost kalibrace. Naměřené hodnoty se v rozmezí od 40 do 70 dB lišily zhruba o 2 dB. Od 70 dB výše se ale začaly strmě rozcházet s referenčním měřidlem a rozdíl byl i 20 dB.

db meter (Vlad Polyanskiy)

V aplikaci je velmi obtěžující vyskakovací reklama. Přibližně každých 30 s se zobrazí okno s reklamou, které přerušuje měření a je potřeba ho křížkem zavřít. V bezplatné verzi je možné přepínat mezi váhovými filtry A a B. Nechybí ani možnost kalibrace. Bohužel ani kalibrace v této aplikaci nedokáže kompenzovat nepřesnost měření. Po zakoupení Premium verze za 250 Kč se odemknou další váhové filtry, odstraní se reklama a aplikace umožní export naměřených dat.

sound meter (Exa Mobile)

V aplikaci sound meter od Exa Mobile není možné určit, jaký používá váhový filtr. Naměřené hodnoty, viz Příloha č. 2 této práce, jsou velmi nepřesné. Aplikace obsahuje reklamy a z nejasného důvodu se po velmi krátkém čase (přibližně 20 s) vypne displej telefonu. Nelze určit, zda je to funkce či chyba. Premium verze stojí 25 Kč, za což umožní odstranění reklam a použití kalibrace.

decibel meter (Xiangiy Liu)

Naměřené hodnoty se velmi rychle mění v rozptylu více jak 10 dB. Nelze tedy zaznamenat přesnou hodnotu. Nelze zjistit váhový filtr. Neumožňuje kalibraci ani není dostupná žádná premium verze. Podobně jako sound meter od Exa Mobile zhasíná displej po krátkém čase.

decibel X

Obsahuje velké množství reklam komplikujících práci s aplikací. V bezplatné verzi je možné nastavit pouze váhový filtr Z. Pro další váhové filtry a odstranění reklam je potřeba zakoupit premium verzi za 200 Kč.

db meter free

K aplikaci není možné zjistit použitý či nepoužitý váhový filtr. Umožňuje kalibraci, ale i po kalibraci se nepřibližuje přesnému měření. Nenabízí premium verzi ani neobsahuje reklamy.

dB Volume

Nabízí jen bezplatnou verzi, v které je možné přepínat mezi váhovými filtry A, B, C a Z. Neobsahuje reklamy ani možnost kalibrace. V celém měřeném rozsahu ukazuje hodnoty přibližně o 15 dB méně.

decibels

V aplikaci je pouze pohyblivá ručička se stupnicí od 0 do 110 dB. Není možné určit přesnou hodnotu. Neobsahuje reklamu, kalibraci, informaci o váhových filtrech a jejich nastavení ani žádné další možnosti. Zobrazované hodnoty nelze brát ani jako přibližné.

DBMeter (Kasra Meshkin)

V aplikaci je mnoho obtěžujících reklam, které ji vyřazují z měření. Není možné zjistit váhový filtr. Aplikace neobsahuje žádná nastavení ani kalibraci. Není dostupná žádná placená verze.

dBMeter (Dmytro Hebeniuk)

Aplikace neobsahuje reklamy. Je možné použít kalibraci, ale nelze měřit více než 80 dB. Z váhových filtrů lze vybírat mezi A, B, C a Z.

Sound Meter (LQH apps)

Obsahuje reklamy, které lze odstranit po zaplacení částky 79 Kč. Nelze zjistit váhový filtr ani ho změnit. Nelze použít ani jiná nastavení včetně kalibrace. Naměřené hodnoty se liší až o 20 dB.

Decibel Ultra

Naměřené hodnoty se většinou lišily o zhruba 0,4 dB. Maximální odchylka byla 1,5 dB. Bohužel aplikace obsahuje mnoho obtěžujících reklam, které není možné ani za poplatek odstranit. Aplikace umožňuje kalibraci a přepínání mezi váhovými filtry A, B, C a Z.

SoundMeter (Chen Lili) a Sound Meter noise detector

Tyto dvě aplikace jsou totožné s aplikací Sound Meter od LQH apps. Liší se barvou pozadí v aplikaci.

Decibel

Totožná aplikace jako DBMeter od Kasra Meshkin.

SLA Lite

V celém měření rozsahu aplikace vykazují o 3 až 5 dB větší hodnoty, než by měly být. Zásadním omezením je ale možnost měřit jen 20 s a pak je potřeba aplikaci vypnout a zapnout. Aplikace také obsahuje reklamy. Možné je přepínat váhové filtry A, C, Z. Díky premium verzi lze prodloužit čas měření a odstranit reklamy.

Decibel Meter (Ash Logic)

Naměřené hodnoty se lišily o 1 až 6 dB. Od 90 dB už aplikace pravděpodobně neměří. Zasekne se kolem hodnoty 93 dB. To vše platí i přes provedenou kalibraci, kterou aplikace umožňuje. Přítomné jsou reklamy, které je možné odstranit zakoupením premium verze za 49 Kč. Ta zároveň nabízí změnu váhových filtrů na A, C nebo Z.

SoundMeter (Nipakul Buttua)

Tato aplikace je víc než hlukoměr jedna velká reklama. Tu lze za 49 Kč odstranit, ale aplikace neumožňuje žádná nastavení, informace o váhových filtrech ani kalibraci. Určit přesnou hodnotu je obtížné až nemožné. Z toho důvodu do měření nebyla zařazena.

DecibelFlight

Aplikace je plná reklamy a celá v japonštině. Nebyla zařazená do měření.

SmartSoundMeter

Při měření nelze zaznamenat přesnou hodnotu. Hodnoty se neustále mění. Někdy s rozdílem až 70 dB. To nedokáže zlepšit ani integrovaná kalibrace. Zároveň aplikace obsahuje reklamy. Informace o váhových filtrech není dostupná. Reklamy je možné odstranit po zaplacení poplatku ve výši 25 Kč.

PhysicsToolbox

Tato aplikace vykazuje velmi nepřesné hodnoty. Například pro 50 dB ukazuje hodnotu 10 dB. Neobsahuje reklamy, premium verzi, žádná nastavení, kalibraci ani informaci o váhových filtrech.

2.3 Testování přesnosti měření hluku na iPhonech a iPadech

Všechna měření probíhala v bezodrazové komoře Českého rozhlasu v Českých Budějovicích v období od března do června 2019. V ní byla zajištěna teplota 22 °C a relativní vlhkost vzduchu 45 %. Taktové podmínky prostředí byly zvoleny proto, aby získané měření nebylo ovlivněné okolními podmínkami:

- měnící se teplotou a vlhkostí;
- změnou pozice měřicího a měřeného zařízení;
- odrazy místnosti;
- okolního hluku.

2.3.1 Referenční měřidlo

Pro měření referenčních hodnot by mohl být použit jakýkoliv kalibrovaný zvukoměr. Jako referenční měřidlo použit měřicí systém složený z následujícího:

- MacBook Pro 13 2015;
- měřicí software Smaart v8;
- zvuková karta Steinberg UR24;
- měřicí mikrofón iSEMcon GmbH EMX-7150;
- kalibrátor iSEMcon GmbH SC-1.

SMAART neboli Sound Measurement Acoustical Analysis Real Time tool (Nástroj pro akustická měření a analýzu v reálném čase) od Rational Acoustics je měřicí software

pro akustická měření a měření zvukového vybavení. Díky němu bylo možné ověřit nejen hladinu akustického tlaku, ale zároveň frekvenční odezvu zdroje signálu.

Pro měření byl použit profesionální měřicí mikrofon iSEMcon EMX-7150, jehož frekvenční charakteristika splňuje normu ČSN EN 61672 třídy 1. Tato norma předepisuje povolenou odchylku pro referenční frekvenci 1 000 Hz \pm 0,7 dB. [58] Mikrofon má téměř ideální kulovou charakteristiku až do frekvence 8 000 Hz a výrobcem udávaný maximální akustický tlak je 145 dB. Vlastní šum mikrofonu je pod 30 dB. [59]

Ke kalibraci měřicího systému byl použit originální kalibrátor pro měřicí mikrofon iSEMcon SC-1. Ten generuje referenční tón 1 000 Hz při hladině akustického tlaku 90 nebo 110 dB. [59] Kalibrace probíhala před každým novým dnem měření s využitím 90 dB hladiny akustického tlaku.

Připojení mikrofonu k počítači bylo zajištěno pomocí externí zvukové karty Steinberg UR24. Díky použití úroňové kalibrace pomocí kalibrátoru před každým měřením nebylo nutné kontrolovat, zda se změnilo nastavení citlivosti vstupu.

2.3.2 Přípravná fáze měření

Obrázek 6 ukazuje průběh měření při prvních nastavovacích testech, které měly za cíl najít vhodnou pozici pro měření a zároveň kontrolu vlivu jiné polohy referenčního měřidla a měřeného zařízení na výsledek měření.



Obrázek 6: Měření v bezodrazové komoře

Za prvé bylo nutné najít vhodnou vzdálenost měřeného zařízení od reproboxu, aby mohlo být dosaženo hladiny akustického tlaku minimálně 105 dB. Hledání vhodné vzdálenosti bylo provedeno tak, že byl měřicí mikrofón posouván po ose kolmé k přední hraně reproboxu za současné kontroly hladiny akustického tlaku. Počáteční vzdálenost mikrofónu byla 1 m od reproboxu. Finální vzdálenost, při které probíhala následně všechna další měření, byla nastavena na 0,5 m. V této vzdálenosti bylo vybraným reproboxem možné dosáhnout hladiny akustického tlaku 107 dB na generované frekvenci 1 000 Hz.

Vliv rozdílné polohy měřeného zařízení a referenčního měřidla byl testován při hladině akustického tlaku 60 dB. Poloha měřicího zařízení byla nastavena tak, aby byla v ose reproboxu. Měření bylo nejprve provedeno na referenčním zařízení, které bylo poté nahrazeno za měřené zařízení (iPhone X) tak, aby bylo ve stejné poloze. Následně proběhlo měření, kdy byla zařízení umístěna nad sebou a měřila současně. Jejich vzdálenost od sebe byla 50 mm. Cílem nebylo zjištění absolutních hodnot, ale zda se tato měření vůči sobě liší. Stejným způsobem bylo provedeno další měření s tím rozdílem, že byla zařízení vedle sebe. Vzdálenost zařízení vůči sobě byla zachována na 50 mm. Výsledek ukázal, že se naměřené hodnoty plně shodovaly, tedy bylo možné měřit současně referenčním měřidlem a měřeným zařízením bez ovlivnění výsledku díky jejich rozdílné poloze.

Protože pro měření byl zvolen generovaný referenční signál 1 000 Hz, bylo vhodné zvolit pro reprodukci zvuku takový reprobox, který nemá dělicí frekvenci stejnou jako referenční signál. V opačném případě by se mohlo stát, že při měření u reproboxu bude docházet ke zkreslení a nebude tak měřen čistý signál. Tato situace by nemusela nutně nastat, ale pro eliminaci problémů a ovlivnění měření je tento krok vhodné udělat. Dělicí frekvence je frekvence, na které dochází k rozdělení frekvenčních pásem u vícepásmové reprosoustavy. Je hlavní veličinou, která popisuje reproduktorovou výhybku. To je elektronický obvod s jedním vstupem a alespoň dvěma výstupy, který rozděluje přivedený signál na jeden nebo více frekvenčních pásem. Skládá se z filtrů, jejichž základními typy jsou High pass (Horní propust) a Low pass (Dolní propust). [60] Pro reprodukci zvuku posloužil reprobox JBL SRX812. Ten má dělicí frekvenci nastavenou na 1 900 Hz a výrobce udává maximální hladinu akustického tlaku 136 dB ve vzdálenosti 1 m od přední hrany reproboxu. [61]

2.3.3 Testování aplikací z pohledu přesnosti měření

Aplikace, které prošly ostatními kritérii, byly podrobeny zkoušce přesnosti měření hladiny akustického tlaku. Ta probíhala s využitím iPhone X jako měřeného zařízení, na kterém byly aplikace nainstalované a spuštěné. U každé aplikace probíhalo porovnávání naměřených hodnot s referenčním měřidlem v rozsahu 40 až 105 dB po 5 dB krocích. U aplikací, které nabízely kalibraci, byla provedena kalibrace a opětovné měření. Kompletní změřené hodnoty lze najít v přílohách na stranách 71 a 72.

Tabulky v přílohách obsahují jen aplikace, u kterých bylo možné měření provést. U velké části aplikací to možné nebylo, protože:

- aplikace neukazovala konkrétní hodnotu;
- nebylo možné zaznamenat hodnotu, jelikož se neustálila;
- aplikace neměřila hladinu akustického tlaku;
- vyskakovací reklamy neumožnily dokončení měření.

Seznam aplikací, které splnily podmínku maximální odchylky ± 1 dB, se shoduje se seznamem aplikací, které prošly celým hodnocením. Jedná se tedy o aplikace NIOSH, SoundMeter X a phyphox. U všech třech aplikací bylo nutné provést kalibraci, aby dané přesnosti dosáhly.

2.3.4 Testování zařízení z pohledu přesnosti měření

Do měření byly zařazené modely podle jejich zastoupení na trhu v rámci značky Apple. Tedy kolik procent trhu ze všech mobilů, respektive tabletů značky Apple má dané zařízení. Hranice pro zařazení do měření byla stanovena na hodnotu 5 %.

Tabulka 3 a Tabulka 4 ukazují procentuální zastoupení modelů v rámci značky Apple.

Tabulka 3: Zastoupení trhu iPad [62]

iPad	
Model	Zastoupení iPadů (%)
iPad Air 2	15,3
iPad Air	13,5
iPad Mini 4	11,0
iPad 5	10,1
iPad 6	7,2
iPad Mini 3	7,1

Tabulka 4: Zastoupení trhu iPhone [62]

iPhone	
Model	Zastoupení iPhoneů (%)
iPhone 6S	16,9
iPhone 6	13,9
iPhone 7	11,7
iPhone 7 Plus	9,0
iPhone SE	8,5
iPhone 6S Plus	8,3
iPhone 8	5,9
iPhone 8 Plus	5,3
iPhone X	5,3

Hodnoty v tabulkách byly platné k 1. 2. 2019, kdy probíhaly první přípravy měření. Cílem testování iPhoneů a iPadů bylo získat odpovědi na dvě otázky:

- Měří různé výrobky stejného modelu zařízení shodně?
- Jaké kalibrační hodnoty je potřeba dosadit pro konkrétní aplikaci a zařízení, aby bylo měření jimi přesné?

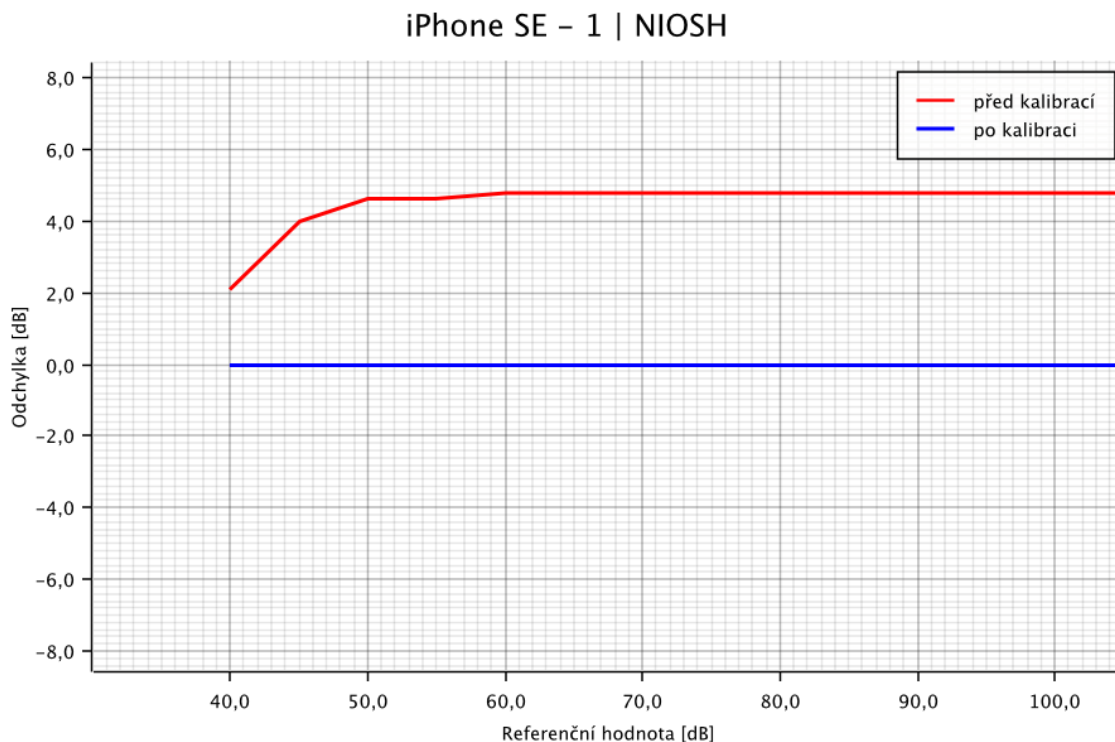
Pro ověření, zda se různé výrobky téhož modelu shodují, byly hodnoty zjišťovány pro všechny iPady i iPhone y na dvou exemplářích každého modelu.

Měření probíhalo následujícím způsobem. Proběhla kalibrace referenčního měřidla. Měřené zařízení bylo umístěno do připravené pozice pro testování a byla spuštěna vybraná aplikace do režimu měření. U aplikace phyphox nejprve proběhla kalibrace. Reprobox byl zesílen na požadovanou hladinu akustického tlaku. Měření začínalo na hladině 40 dB. Toho bylo dosaženo pomocí kontroly na referenčním měřidle. Do tabulky v počítači byla ručně zaznamenána změřená hodnota na měřeném zařízení. Stejným postupem byly naměřeny další hodnoty až do 105 dB. Postupovalo se po 5 dB velkých krocích.

Po otestování obou exemplářů daného modelu proběhla jejich kalibrace a měření bylo opakováno stejným způsobem. Kalibrace byla u všech zařízení a aplikací provedena ručně.

2.3.5 Výsledky měření

V přílohách na stránkách 73 až 147 jsou grafy všech měření. Při procházení výsledků je možné pozorovat pár zajímavostí. Například u iPhone SE v aplikaci NIOSH se v rozsahu od 40 do 60 dB odchylka postupně zvyšuje, ale od 60 do 105 dB je již stálá. Po provedení kalibrace je odchylka nulová v celém rozsahu od 40 do 105 dB. Obě měření ukazuje Graf 1. Tato pozorování jsou stejná u všech aplikací a zařízení, u kterých se tato situace objevuje.



Graf 1: iPhone SE - NIOSH - před/po kalibraci

Až na iPhone 5S byla měření mezi dvěma exempláři u každého modelu shodná. U iPhone 5S je možné, že došlo k chybě při měření či byl daný kus specifickým způsobem ovlivněný, například poškozený. To by bylo možné ověřit pomocí dalšího exempláře. Bohužel dodatečné měření se nepovedlo uskutečnit.

Díky tomu, že byly kalibrační hodnoty různých exemplářů stejného modelu shodné, bylo možné vytvořit kalibrační tabulku, to jest tabulku hodnot pro konkrétní aplikace a zařízení, které se jen zadají do aplikace a je zkalibrováno, aniž by bylo nutné vlastní referenční měřidlo, kalibrátor, či jiné příslušenství. Více o tom pojednává kapitola 2.4.

Přestože výsledky měření dokazují, že je možné na iPhonech a iPadech měřit v rozsahu 40 až 105 dB tak přesně, že jsou výsledky shodné s referenčním měřidlem, pouze tři aplikace ze 48 testovaných tohoto dosáhly. Toto číslo samozřejmě ovlivňuje fakt, že byly testovány pouze aplikace dostupné zdarma. Je možné, že by při zařazení placených aplikací byl výsledek jiný.

2.4 Kalibrace aplikací

Žádná z aplikací, která byla otestována v rámci této práce, nenabízí jiný druh kalibrace než kalibraci úrovnovou. Celý následující text se proto věnuje úrovnové kalibraci (dále jen „kalibrace“). U všech třech aplikací, které splnily kritéria, lze provést kalibraci dvojitým způsobem:

- Automatická kalibrace: Tuto možnost lze využít za předpokladu, že je měřen zvuk s konstantní známou hladinou akustického tlaku (u některých aplikací je pevně určeno, jaká to musí být). Aplikace pak sama zvolí nejlepší dorovnaní odchylky.
- Manuální kalibrace: Tuto možnost lze využít za předpokladu, že je známá hodnota kalibračního posuvu pro dané zařízení a ručně se zadá do aplikace.

V následujících dvou tabulkách je možné najít kalibrační posuvy pro měřená zařízení.

Tabulka 5: Kalibrační posuvy pro iPhony

iPhony			
Model zařízení	NIOSH	phyphox	Soundmeter X
iPhone 5S	5,10	110,51	8,20
iPhone SE	-4,80	110,80	9,60
iPhone 6	-1,30	112,00	11,60
iPhone 6S	-1,30	112,00	11,60
iPhone 7	-3,70	111,24	10,10
iPhone 7 Plus	-3,70	111,24	10,10
iPhone 8	-3,70	111,24	10,10
iPhone 8 Plus	-3,70	111,24	10,10
iPhone X	-1,60	111,40	10,45
iPhone XS	-3,20	110,90	10,00

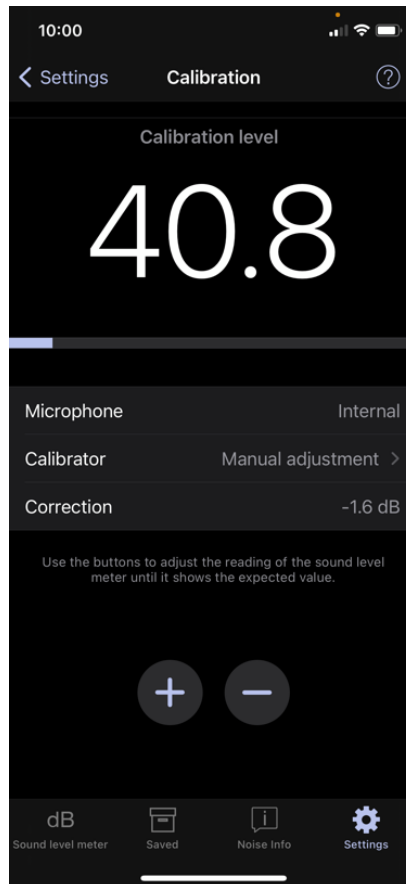
Tabulka 6: Kalibrační posuvy pro iPady

iPady			
Model zařízení	NIOSH	phyphox	Soundmeter X
iPad 5	-0,10	119,35	5,94
iPad 6	4,20	126,96	4,10
iPad Air	7,90	123,00	6,90
iPad Air 2	7,90	123,00	7,00
iPad Mini 4	2,50	121,09	7,20

Každá aplikace je, co se nastavení kalibračních posuvů týče, specifická. Na následujících stranách je detailní popis nastavení pro každou z nich.

NIOSH

Do nastavení kalibračního posuvu u aplikace NIOSH vede následující cesta: **Settings – Calibration**. Pod položkou **Calibrator** je voleno, zda uživatel použije automatickou nebo manuální kalibraci. Při výběru manuální kalibrace není možné hodnotu napsat na klávesnici, ale je nutné použít tlačítka + a – viz Obrázek 7.



Obrázek 7: Kalibrace aplikace NIOSH

Pro automatickou kalibraci je možné vybrat mezi hladinami 94 dB a 114 dB. Nelze zvolit vlastní hodnotu.

phyphox

Měření úrovně akustického tlaku v aplikaci phyphox je umístěné v sekci **Akustika – Amplituda zvuku**. Po spuštění není aplikace vůbec kalibrována, na což upozorňuje nápisem „NENÍ zkalibrováno“, a ukazuje hodnoty v záporných číslech. Pokud se uživatel přepne do záložky **Kalibrace**, aplikace mu sama poradí pomocí popisků, jak kalibraci provést, viz Obrázek 8.

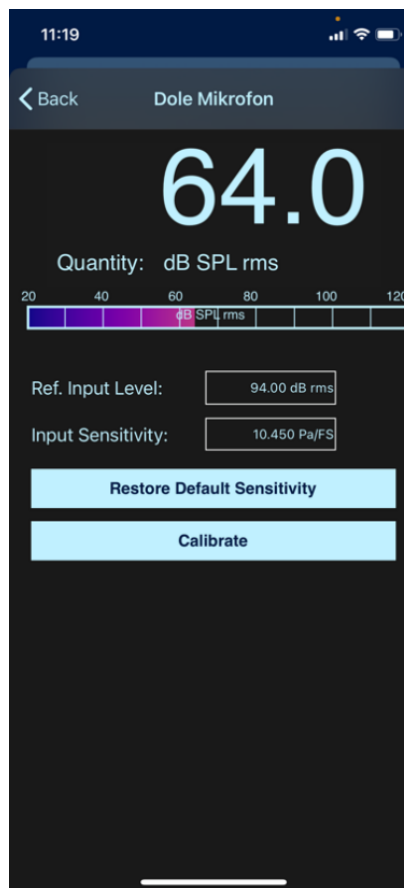


Obrázek 8: Kalibrace aplikace phyphox

Pro automatickou kalibraci lze zvolit vlastní hodnotu. Manuální kalibrace je zadávána pomocí klávesnice. Při zadávání hodnoty ručně je nutné mít vypnuté měření Amplitudy zvuku a při zápisu hodnoty použít desetinnou tečku, nikoliv čárku. Při nedodržení tohoto postupu se hodnota neuloží. Hodnota se ukládá jen do restartu aplikace. Z toho důvodu je nutné po opětovném spuštění opět provést kalibraci.

SoundMeter X

Aplikace SoundMeter X má nastavení kalibrace schované pod symbolem mikrofonu v levé horní části displeje. Následně je možné se přes položku **Calibrate** dostat ke kalibraci. Zde je možné ručně zadat vlastní hodnotu pro automatickou kalibraci nebo zadat přímo kalibrační posuv. Opět je potřeba myslet na to, že hodnota musí být zadávána s desetinnou tečkou, nikoliv čárkou. Pomocí tlačítka **Restore Default Sensitivity** se vrátí hodnoty do továrního nastavení. Jak nastavení v aplikaci SoundMeter X vypadá, ukazuje Obrázek 9.



Obrázek 9: Kalibrace aplikace SoundMeter X

2.5 Vzdálená správa zařízení

V případě, že se škola rozhodne využít tablety pro výuku a vybavit své zázemí mobilními zařízeními ve větším množství, nabízí se otázka, jak zařízení spravovat. Jednou cestou může být spravovat zařízení po jednom ručně. Jinou cestou může být použití vzdálené správy mobilních zařízení MDM (Mobile Device Management – Správa mobilních zařízení). Ať už má správu zařízení v oblasti informačních a komunikačních technologií ve školách na starost učitel informatiky nebo dedikovaný správce informačních a komunikačních technologií, v obou případech je výhodné, když ušetří čas při přípravě zařízení pro výuku.

MDM umožňuje v jedinou chvíli, jedním příkazem, pro jedno nebo více zařízení instalovat vybrané aplikace, nastavovat omezení pro uživatele, sledovat informace o aktuálním stavu zařízení a další. To všechno bez fyzického přístupu k zařízení. Pokud jsou zařízení připojená do sítě, odkud mají přístup k MDM serveru spravujícího daná zařízení, a správce má přístup k serveru kdekoli v internetu, pak může zařízení ve škole spravovat například z domova. Díky tomu je správa zařízení efektivnější, komfortnější a šetří čas. Pokud například přijde učitel s požadavkem, že potřebuje do zařízení pro celou třídu nainstalovat novou aplikaci, je možné mít zařízení připravená i během pár minut. [63]

MDM bývá většinou aplikována díky produktu třetí strany, který nabízí funkce pro správu zařízení. [63] Mezi řešení, které podporuje Apple produkty, tedy iPhone, iPady a MacBooky, patří například VMware Workspace, JAMf Pro, Miradore, Microsoft Endpoint a další. Přímo zaměřující se na školství je například Mosyle Manager.

Během výzkumu do této diplomové práce byla v září 2020 provedena implementace MDM na jedné základní škole v Jihočeském kraji. Bylo zvoleno řešení Mosyle Manager, které je přizpůsobené školnímu prostředí a s jistými omezeními je ho možné používat zdarma. Do systému se přidávalo 24 iPadů sedmé generace (2019). Do budoucna je plánováno přidání dalších mobilních zařízení od společnosti Apple (iPady, MacBooky a Apple TV). V přílohách této práce od strany 160 je možné najít detailní popis průběhu implementace vzdálené správy.

2.6 Výuka podporovaná mobilními zařízeními

Testování aplikací a zařízení mělo jeden hlavní cíl. Za předpokladu, že zařízení projdou úspěšně testováním, mohly by být použity jako didaktická pomůcka. Pro tento účel byla připravena vyučovací hodina včetně pracovního listu.

Pro ověření a zdokonalení navržené vyučovací hodiny a pracovního listu byl proveden akční výzkum, který proběhl na čtyřech základních školách v Jihočeském kraji v průběhu roku 2020. Zúčastnilo se ho celkem 180 žáků devátých tříd. Pro výzkum bylo připraveno celkem 20 kusů iPadů šesté generace. Byla na ně nainstalována aplikace NIOSH a provedena kalibrace přidáním kalibračních dat, které byly zjištěny během předchozích měření.

2.6.1 Charakteristika vyučovací hodiny

Vyučovací hodina byla rozdělena do několika základních částí:

- hra;
- měření;
- diskuze.

Dále k těmto částem patřily ještě úvod do hodiny a závěrečné hodnocení. V úvodu hodiny byli žáci seznámeni s tím, že se jedná o výzkum do diplomové práce. Byli informováni, že budou pracovat s drahými zařízeními a o souvisejících pravidlech pro zacházení s nimi. Následně proběhl rychlý průzkum slovní formou, zda již žáci probírali téma zvuk. Cílem této diskuze bylo, aby sami prezentovali, co již vědí. Vyučovací hodina byla koncipovaná tak, aby učitel nevykládal látku a ani neopakoval již probrané učivo. Větší část hodiny se nesla v duchu práce žáků, nikoliv výkladu učitele. Ten byl jen průvodcem.

Hra

Po úvodu přišla na řadu hra. Mohla by se jmenovat například „Odkud to mluví“. Hra spočívala v tom, že žáci vytvořili kruh. Jeden dobrovolník šel doprostřed kruhu a dostal na oči šátek nebo jinou pomůcku pro zakrytí zraku. Úkolem onoho dobrovolníka uprostřed bylo, aby až uslyší někoho mluvit, ukázal odkud ho slyší. Ostatní v kruhu čekali na pokyn učitele, který ukázal na jednu osobu, a ta řekla krátkou větu. Například mohla říct: „Dnes je venku hezky.“ Vždy mluvil jen jeden člověk. Takto mohli promluvit tři či čtyři žáci. Pro demonstraci to byl dostatečný počet. Poté se mohl dobrovolník

vyměnit. Bylo vhodné vystřídat v pozici dobrovolníka a mluvících chlapce i dívky. Díky tomu se žáci přesvědčili, že je vnímání stejné u obou pohlaví.

Smyslem této hry bylo především to, aby si žáci uvědomili, že dokážou detekovat směr, odkud zvuk přichází, aniž by viděli jeho původ. Aby se soustředili na poslech a uvědomili si, že když se otočí směrem, odkud přichází zvuk, má to vliv na to, jak hlasitě ho vnímají. Hra byla předřazena měření hluku, jelikož měla žáky navést ke správnému provedení měření v souvislosti se směřováním mikrofonu. Jako uzavření této části hodiny proběhla diskuze s žáky o tom, co měla tato hra demonstrovat. Měli se zamyslet a vyjádřit, co mohli díky této hře pozorovat. Podstatou je, že by na to žáci měli přijít sami bez učitele.

V první verzi připravené hodiny následovalo po hře vypracování otázek v pracovním listě viz kapitola 2.6.2. Po prvních odučených hodinách ale došlo k úpravě. Po hře bylo zařazeno měření a až po něm vypracování otázek. Díky tomu žáci vypracovávali otázky již se zkušeností, kterou získali měřením hluku. Zároveň bylo takto možné spojit diskuzi o naměřených hodnotách a průběhu měření spolu s odpověďmi na otázky.

Měření

Měření hluku pomocí iPadů byla stěžejní část hodiny. Cílem bylo, aby si žáci mohli změřit různé druhy zvuku, které opravdu slyší, vědí, jak daleko jsou od zdroje, a měří reálné hodnoty. To je rozdíl oproti tabulkám hodnot uváděných v učebnicích. U těch je pro žáky často těžké si představit, o jaké intenzitě je daný hluk. Tabulky v učebnicích v některých případech ani neuvádí, v jaké vzdálenosti bylo měření provedeno. [2] [4] Druhy zvuku byly vybrány tak, aby byly žákům blízké. Takové, které běžně slyší kolem sebe. Zároveň měli uvést některé zákonitosti chování zvuku v prostoru. Například snižování intenzity zvuku s rostoucí vzdáleností od zdroje, útlum hlasitosti při aplikování překážky mezi zdroj zvuku a posluchače či dynamiku zvuku při mluveném projevu. Více k této problematice je uvedeno v kapitole 2.6.2. Žáci při měření pracovali ve dvojicích. To bylo dáno jednak počtem zařízení, ale i proto, že byly dvojice výhodné pro tuto aktivitu. Jeden žák měřil a druhý zapisoval hodnoty do tabulky. V těchto činnostech se vystřídali, aby si zkusili obě pozice.

Diskuze

Jak již bylo řečeno výše, po prvních hodinách byly za měření přesunuty otázky, kterými tak začíná část hodiny nazvaná diskuze. Žáci po měření odložili iPady a měli čas na vypracování otázek. Následně proběhla diskuze, při které žáci měli vyhodnotit, co zjistili měřením hluku. V souvislosti s tím zároveň prezentovali odpovědi na otázky v pracovním listu.

Na závěr hodiny žáci poskytli zpětnou vazbu. Co se jim dařilo, v čem měli v zadaných úkolech problém a co se jim na hodině líbilo. Získané informace byly použity pro úpravu hodiny a pracovních listů.

2.6.2 Charakteristika pracovního listu

V průběhu výzkumu vznikly celkem tři verze pracovního listu. Na základě zkušenosti z proběhlé výuky a zpětné vazby žáků byly prováděny úpravy. Třetí verze pracovního listu byla vyhodnocena jako finální. Všechny tři verze je možné najít v příloze této práce.

2.6.2.1 Historie verzí pracovního listu

Nejprve byl navržen pracovní list, kterému odpovídá první verze. K tvorbě návrhu byly využity zkušenosti z pedagogické i zvukařské praxe autora. Ověření první verze pracovního listu proběhlo na základní škole v obci, která má přibližně 800 obyvatel. V deváté třídě, kde ověření probíhalo, bylo 12 žáků. Škola měla jen jednu třídu v ročníku.

Na základě poznatků z první ověřovací hodiny došlo k úpravám pracovního listu a vznikla jeho druhá verze. Pro ověření byl využit větší počet žáků než u první verze. Na základní škole v okresním městě, kam chodilo přibližně 850 žáků, byly celkem čtyři deváté třídy. Jednotlivé třídy měly 12, 14, 17 a 22 žáků.

Poté došlo k úpravám na třetí verzi pracovního listu. Její ověření bylo provedeno na dvou základních školách. Na obou školách se jednalo o tři třídy v devátých ročnících. V prvním případě se jednalo o školu v menším městě (přibližně 10 000 obyvatel). Jednotlivé třídy měly 12, 14 a 17 žáků. Poslední ověření proběhlo na škole v krajském městě. Tato škola měla přibližně 680 žáků. Jednotlivé třídy, kde proběhl výzkum, měly 19, 19 a 20 žáků. Po ověření na těchto dvou školách již nedošlo k žádným úpravám pracovního listu.

2.6.2.2 Rozbor úprav v jednotlivých verzích pracovního listu

Pracovní list obsahuje dvě části: Měření hluku a Otázky k tématu. V prvních dvou verzích pracovního listu byla zařazena nejprve část s otázkami k tématu a poté část o měření hluku. Toto pořadí se ale při výuce ukázalo jako nevýhodné. Výhodnější bylo zařadit otázky až po měření, protože žáci tak využili svých zkušeností z měření a odpovědi na otázky jim již nečinili žádný problém. Proto byla do finální verze zařazena nejprve část měření a až poté část s otázkami.

Otázky

První verze pracovního listu obsahovala následující otázky:

- „V jaké práci/povolání jsou lidé ohroženi nadměrným hlukem?“
- „Jak se před nadměrným hlukem chránit?“

V druhé verzi byla první otázka mírně upravena a doplněna o další. Vypadala takto:

- „V jakých situacích jsi ty ohrožen nadměrným hlukem? V jakém povolání jsou lidé ohroženi nadměrným hlukem?“

Tato změna vedla k zacílení na žáka. Měla směřovat k tomu, aby žáci využili svých vlastních zkušeností. Doplnující otázka měla vést k tomu, aby se žáci zamysleli obecněji. Následně byly otázky ve třetí verzi pracovního listu přesunuty až za část měření.

Měření

Poněkud podrobněji si zaslouží rozebrat část měření. U ní došlo k velkému množství úprav. První verze obsahovala měření těchto osmi zvuků:

- „Měření 1: reprodukováná hudba ve vzdálenosti 1 m.“
- „Měření 2: reprodukováná hudba ve vzdálenosti 2 m.“
- „Měření 3: reprodukováná hudba za dveřmi učebny.“
- „Měření 4: mluvení učitele za katedrou, měření v první lavici.“
- „Měření 5: mluvení učitele za katedrou, měření v třetí lavici.“
- „Měření 6: hovor celé třídy.“
- „Měření 7: rozhovor dvou lidí, měření ve vzdálenosti 1 m.“
- „Měření 8: rozhovor dvou lidí, měření ve vzdálenosti 2 m.“

U tohoto výběru se ukázalo několik problémů. Prvním z nich byla reprodukováná hudba. Kvůli její dynamické podstatě měli žáci velký problém změřit jednu hodnotu a mezi žáky se hodnoty výrazně lišily. Nebylo tak možné demonstrovat útlum vznikající vzdalováním se od zdroje či aplikací překážky. Přestože je hudba žákům bližší než generovaný signál, byla v další verzi nahrazena růžovým šumem. Na první pohled kosmetickou změnou prošly také vzdálenosti pro měření. Měření, která měla v první verzi danou vzdálenost

2 m, nyní dostala vzdálenost 5 m. Tyto úpravy vedly k požadovanému výsledku. Přesto ve třetí verzi došlo k další úpravě signálu. Byl na něj aplikován filtr frekvencí pod 300 Hz. Díky této úpravě se signál stal směrovějším, a tak docházelo k menšímu vlivu odrazů v prostoru. Vygenerovaný signál ve formátu WAV a MP3 je možné stáhnout z přiloženého CD.

Podobný problém jako reprodukováná hudba měla i mluvená řeč. Ve výsledku dokonce větší než hudba. Moderní hudba je velmi často upravena silnou kompresí, aby ji tak dokázalo přehrát velké množství různých zařízení. To se u nenahrané řeči neděje a dynamika je tak velká. Pro vyrovnanější přednes byla improvizovaná řeč nahrazena čtením. Hovor dvou žáků byl vyřazen a zůstalo jen čtení učitele. Učitel se v tomto případě snažil o pravý opak toho, co se očekává od dobrého projevu. Čtení bylo monotónní s co nejmenší dynamikou projevu.

V této podobě byl úkol ponechán se záměrem, aby žáci měli porovnání mezi generovaným signálem bez dynamiky a dynamickým zdrojem zvuku. Žáci si tak měli uvědomit, proč úroveň hlasitosti při měření kolísá.

Poslední novinkou, která byla přidána od druhé verze bylo „ticho“. To znamená, že žáci měli být v klidu, nemluvit, nedělat žádné zvuky a podobně. Při měření pak zjistili, že nenaměří nulovou hodnotu. Na základě tohoto zjištění měli odvodit, proč tomu tak je.

2.6.3 Vyhodnocení výzkumu

Vyhodnocení výzkumu proběhlo na základě subjektivního pozorování autora v roli vyučujícího, zpětné vazby od žáků a připomínek od přihlížejících učitelů. Jako doplněk k vyhodnocení přispěl průzkum žakovských odpovědí v pracovních listech.

Odpovědi žáků a jejich počty je možné najít v příloze práce (Tabulka 9 až Tabulka 11). Podobné odpovědi byly do tištěné verze kategorizovány. Naměřené hodnoty z pracovních listů jsou též součástí příloh této práce (Tabulka 12 až Tabulka 15). Pro přehlednost jsou rozdělené tak, že každá tabulka znázorňuje jednu školu. V elektronické podobě je možné najít kompletní verzi tabulek na přiloženém CD.

Nejčastější odpovědí na otázku „Jak se chránit před hlukem?“ byla „špunty do uší“. Tato odpověď se objevila v 60 pracovních listech z 86. Na otázku „V jakých situacích jsi ohrožen nadměrným hlukem?“ nejvíce žáků odpovědělo „při poslechu hlasité hudby

ve sluchátkách“. Odpověď se objevila v 57 pracovních listech. Naměřené hodnoty nelze brát jako objektivní a přesné měření, jelikož měření probíhala v akusticky odlišných prostorech, nebyla přesně kontrolována vzdálenost měření a reprodukce zvuku probíhala na různých zařízeních. Slouží pouze jako informativní, jaké hodnoty žáci naměřili.

Úskalí a doporučení

V některých případech došlo k tomu, že aplikace zamrzla nebo ukazovala nesprávné hodnoty. S tímto problémem pomohl restart aplikace. Přesto lze uvést doporučení. Před výukou je dobré zkontrolovat, zda není aplikace spuštěná z minulé výuky. V takovém případě je vhodné ji vypnout. Žáci pak spouštějí aplikaci z „čista“, což eliminuje problémy. Při kontrole iPadů je dobré zkontrolovat i stav baterie a zda byly správně zadány do všech zařízení kalibrační hodnoty.

V části hodiny, kdy vyučující žákům pouští růžový šum, je potřeba zajistit dostatečně výkonný reprobox. Výkon, který je potřeba, se odvíjí od toho, jaké hladiny akustického tlaku chce učitel dosáhnout. Nejlepší cestou pro jeho výběr je vyzkoušení možností, které vyučující má při přípravě hodiny. Reprodukory v notebooku či mobilním telefonu kvůli svému malému výkonu nejsou pro tento účel vhodné.

Pozitiva

Po úpravách pracovního listu se povedlo velmi dobře demonstrovat klesající intenzitu zvuku s rostoucí vzdáleností i aplikováním překážky. V závislosti na pozici žáků vůči reproduktoru se naměřené hodnoty mírně lišily. Tato skutečnost však neměla vliv na zřetelně pozorovatelné snížení intenzity zvuku s rostoucí vzdáleností. To potvrdila i následná diskuze s žáky, kdy žáci toto chování správně popisovali.

Až na výjimky žáci pracovali velmi aktivně. I přesto, že často neměli předchozí zkušenost s tablety od společnosti Apple, velmi rychle se adaptovali na jejich ovládání. Žádný problém jim nedělalo ani používání aplikací pro měření hluku. Díky tomu se neztrácel drahocenný čas dlouhým vysvětlováním ovládání tabletů.

Navržená hodina byla naplánována na celých 45 minut. Ve skutečnosti se ukázalo, že ve většině případů se daná práce stihla za 40 minut. V tomto případě to byla výhoda. Díky tomuto zbylému času zbyl prostor na zpětnou vazbu od žáků.

Žáci hodinu hodnotily ve 100 % kladně, což mohlo být ovlivněno tím, že jejich hodnocení nebylo anonymní a bylo poskytováno ústní formou. Někteří žáci projevíli zájem o aplikaci na měření hluku a dotazovali se, zda si ji mohou stáhnout do svých vlastních mobilních zařízení. O aplikaci projevíli zájem i někteří učitelé. Kladně také žáci hodnotili využití tabletů.

Negativa

Přestože byla před měření zařazena hra, která měla žáky navést ke správnému použití zařízení s ohledem na pozici mikrofonu, dělali žáci v měření chyby. Především se jednalo o dva úkony, které ovlivňovaly měření. Prvním z nich bylo pokládání zařízení na lavici. Tím žáci zakryli mikrofon, který se nacházel na jeho zadní straně. Tato skutečnost se děla i přesto, že byli žáci upozorněni na to, kde se mikrofon nachází. Informaci o umístění mikrofonu získali, když se seznamovali se zařízeními.

Druhým nešvarem bylo zakrytí mikrofonu obalem zařízení. Všechna zařízení měla ochranný kryt, jehož část, která chránila displej, se při používání dala překloupat na zadní stranu nebo složit na boční stranu. Žáci v některých případech překloupili kryt na zadní stranu, čímž zakryli mikrofon.

Další chybou byl také zápis naměřených hodnot mimo tabulku. Přestože žáci měli v pracovním listu připravenou tabulku pro zápis hodnot, zapisovali je do seznamu úkolů. Byla zvažována a otestována možnost předělat tabulku tím způsobem, aby byl popis jednotlivých úkolů měření přímo součástí tabulky. Popisy však byly pro tabulku příliš dlouhé a v rámci zachování jejich srozumitelnosti nebylo možné je zkrátit. Tabulka by se tak stala méně přehlednou. Oddělení na seznam a tabulku zvlášť bylo vyhodnoceno jako lepší řešení.

Závěr

Cílem práce bylo ověřit, zda lze mobilními zařízeními s operačním systémem iOS měřit úroveň hluku dostatečně přesně pro výukové účely. Testováním zařízení a aplikací bylo zjištěno, že to dokázaly pouze tři bezplatné aplikace z celkem 48 testovaných. Jednalo se o aplikace NIOSH Sound Level Meter od EA Lab, SoundMeter X od Faber Acoustical a phyphox od RTWH University v Aachenu. Přesnosti na desetinu decibelu se povedlo dosáhnout v rozmezí 40-105 dB. K dosažení takové přesnosti bylo nutné provést u všech těchto aplikací kalibraci.

Ověřováním na více exemplářích stejných modelů zařízení se povedlo zjistit, že kalibrační hodnoty pro daný model se shodovaly. Díky tomu mohla vzniknout tabulka kalibračních hodnot. Tabulku lze využít k velmi rychlé kalibraci zařízení pouze zadáním kalibračních hodnot, což ušetří čas při přípravě zařízení na výuku.

Jako pokračování či rozšíření provedeného výzkumu by bylo zajímavé se zaměřit na několik témat. Především by se dalo zjistit, jaká přesnost měření by byla v úrovních nad 105 dB a jaký limit daná zařízení mají. Protože byly testovány pouze bezplatné aplikace, bylo by logickým pokračováním testování zpoplatněných aplikací. Dalším velmi rozsáhlým výzkumem by bylo ověření přesnosti měření pro jiné operační systémy. Především pak pro operační systém Android, který je nejrozšířenějším systémem mezi mobilními zařízeními.

V souvislosti s tím, že oblast informačních technologií a elektroniky se vyvíjí velmi rychle, je možné, že by výzkum dosáhl jiného výsledku v závislosti na vydání nových aktualizací softwaru. V době psaní závěru této práce mají tablety od společnosti Apple již svůj vlastní operační systém nazvaný iPadOS a vyšly zároveň nové modely zařízení, které již do výběru pro měření zařazeny nebyly. To je potenciál pro rozšiřování tabulky kalibračních hodnot o nové modely zařízení a její případnou aktualizaci na základě vývoje softwaru.

Na základě pozitivních výsledků testování přesnosti zařízení mohl proběhnout akční výzkum na základních školách s využitím mobilních zařízení pro měření hluku. Na základě zpětné vazby od žáků, přihlížejících učitelů a subjektivního pozorování autora práce v roli vyučujícího byly navržena modelová hodina a pracovní list upraveny tak, aby byly eliminovány jejich nedostatky.

Citovaná literatura

- [1] Studie Děti a nová media 2016. Praha : Nielsen Admosphere, 2016. N=1031.
- [2] Randa, Miroslav. *Fyzika 8*. Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2018. 978-80-7489-3926.
- [3] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha : MŠMT, 2017.
- [4] Kolářová, Růžena a Bohuněk, Jiří. *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Praha : Prometheus, 1999. 80-7196-149-3.
- [5] Tesař, Jiří a Jáchim, František. *Fyzika 6 pro základní školu*. Praha : SPN - pedagogické nakladatelství, akciová společnost, 2011. str. 72. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [6] Ability to perceive perfect pitch is more common than previously thought. <https://phys.org>. [Online] Science X Network, 21. Červen 2017. [Citace: 26. Říjen 2020.] <https://phys.org/news/2017-06-ability-pitch-common-previously-thought.html>.
- [7] Nový, Richard. *Hluk a chvění*. Praha : ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04347-9.
- [8] Národní ústav pro vzdělávání. www.nuv.cz. *Národní ústav pro vzdělávání*. [Online] [Citace: 20. Prosinec 2019.] <http://www.nuv.cz/t/rvp-os>.
- [9] Rámcový vzdělávací program pro Gymnázia. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007.
- [10] Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělávání 18-20-M/01. Praha : Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2008.
- [11] Svoboda, Emanuel. *Přehled středoškolské fyziky*. Praha : Prometheus, 1996.
- [12] Lepil, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia - Mechanické kmitání a vlnění*. Praha : Prometheus, 2017. 978-80-7196-468-1.
- [13] Thehappyv. commons.wikimedia.org. *wikimedia.org*. [Online] Wikimedia Foundation. [Citace: 31. Prosinec 2019.] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29959713>.
- [14] Dostál, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 978-80-244-4393-5.

- [15] Tým projektu Badatelé.cz. *BADATELÉ.cz: Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha : Sdružení TEREZA, 2013. 978 – 80-87905-02-9.
- [16] Průcha, Jan, Walterová, Eliška a Mareš, Jiří. *Pedagogický slovník*. Praha : Portál, 2001. 80-717-8579-2.
- [17] Carr, Wilfried a Kemmis, Stephen. *Becoming critical: education, knowledge, and action research*. Philadelphia : Falmer Press, 1986. 1850000905.
- [18] Holcová, Martina, Trávníček, Jan a Vorlíček, Jiří. *Akční výzkum. Akční výzkum v profesním rozvoji učitelů (model CIVIS)*. Brno : Masarykova univerzita, Katedra environmentálních studií, 2019. 978-80-88212-22-5.
- [19] Dostál, Jiří. *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc : Votobia, 2008. 978-80-7220-310-9.
- [20] Svoboda, Emanuel a Kolářová, Růžena. *Didaktika fyziky základní a střední školy vybrané kapitoly*. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2006. 80-246-1181-3.
- [21] Hora, Jaroslav, Benediktová, Lenka a Topinka, Jan. *Využití mobilních zařízení a speciálních přístrojů pro popularizaci vědy*. *zcu.cz*. [Online] [Citace: 10. Únor 2020.] <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/29399/1/Vyuziti%20mobilnich%20zarizeni.pdf>.
- [22] Jedlička, Petr. *Hlukoměr a detektor zvuků*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2017.
- [23] Nařízení vlády č. 272/211 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Praha : autor neznámý, 2011. 272.
- [24] iPhone. *en.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia Foundation. [Citace: 2. Leden 2020.] <https://en.wikipedia.org/wiki/IPhone>.
- [25] iPhone 3G. *en.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia Foundation. [Citace: 2. Leden 2020.] https://en.wikipedia.org/wiki/IPhone_3G.
- [26] iPhone 3GS. *en.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia Foundation. [Citace: 2. Leden 2020.] https://en.wikipedia.org/wiki/IPhone_3GS.
- [27] iPhone 4. *devicespecifications.com*. [Online] NameCheap, Inc. [Citace: 2. Leden 2020.] <https://www.devicespecifications.com/en/model/710a272e>.

- [28] iPhone 4S. *devicespecifications.com*. [Online] NameCheap, Inc. [Citace: 2. Leden 2020.] <https://www.devicespecifications.com/en/model/95ba272a>.
- [29] iPhone 5. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 1. Leden 2020.] https://support.apple.com/kb/SP655?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [30] iPhone 5S. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 2. Leden 2020.] https://support.apple.com/kb/SP685?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [31] iPhone 5C. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 2. Leden 2020.] https://support.apple.com/kb/SP684?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [32] iPhone 6. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 2. Leden 2020.] https://support.apple.com/kb/SP705?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [33] iPhone 6S. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 5. Únor 2020.] https://support.apple.com/kb/SP726?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [34] iPhone SE. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 5. Únor 2020.] https://support.apple.com/kb/SP738?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [35] iPhone 7. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 5. Únor 2020.] https://support.apple.com/kb/SP743?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [36] iPhone 8. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 5. Únor 2020.] https://support.apple.com/kb/SP767?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [37] iPhone X. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 6. Únor 2020.] https://support.apple.com/kb/SP770?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [38] iPhone XS. *support.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 6. Únor 2020.] https://support.apple.com/kb/SP779?viewlocale=en_US&locale=en_US.
- [39] iPhone 11 - Technical specifications. *https://www.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 11. Listopad 2020.] <https://www.apple.com/iphone-11/specs/>.
- [40] iPhone SE - Technical specifications. *https://www.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 11. Listopad 2020.] <https://www.apple.com/iphone-se/specs/>.
- [41] iPhone 12 Pro - Technical specifications. *https://www.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 11. Listopad 2020.] <https://www.apple.com/iphone-12-pro/specs/>.

- [42] Press release library. *apple.com*. [Online] [Citace: 7. Únor 2020.] <https://www.apple.com/newsroom/archive/>.
- [43] iPad. *support.apple.com*. [Online] [Citace: 8. Únor 2020.] <https://support.apple.com/cs-cz/HT201471#ipad>.
- [44] Apple Special Event, March 2018. *https://podcasts.apple.com*. [Online] Apple Inc, 27. Březen 2018. [Citace: 26. Říjen 2020.] <https://podcasts.apple.com/us/podcast/apple-special-event-march-2018/id275834665?i=1000430692672>.
- [45] *Acoustical measurements with smartphones: Possibilities and limitations*. Faber, Benjamin M. 2, Hyannis : Acoustical society of America, 2017, Acoustics Today, Sv. 13.
- [46] Rose, Bruce. MEMS versus ECM: Comparing Microphone Technologies. *https://www.digikey.com*. [Online] Digi-Key Electronics, 21. Únor 2019. [Citace: 26. Říjen 2020.] <https://www.digikey.com/en/articles/mems-vs-ecm-comparing-microphone-technologies>.
- [47] AudioTools Manual. *noisemeasurement.com*. [Online] [Citace: 7. Únor 2020.] <https://www.noisemeasurement.com.au/downloads/AudioTools%20Manual.pdf>.
- [48] Measurement | Apple Developer Documentation. *https://developer.apple.com*. [Online] Apple Inc. [Citace: 11. Listopad 2020.] <https://developer.apple.com/documentation/avfoundation/avaudiosession/mode/1616608-measurement>.
- [49] Finally! iOS 6 kills the filter on headset and mic inputs! *https://blog.faberacoustical.com*. [Online] Faber Acoustical, LLC. [Citace: 11. Listopad 2020.] <https://blog.faberacoustical.com/wpblog/2012/ios/iphone/finally-ios-6-kills-the-filter-on-headset-and-mic-inputs/>.
- [50] How many microphones have iPhone. *quora.com*. [Online] Quora Inc. [Citace: 7. Únor 2020.] <https://www.quora.com/How-many-microphones-does-an-iPhone-have>.
- [51] iPhone microphones. *support.apple.com*. [Online] [Citace: 7. Únor 2020.] <https://support.apple.com/en-au/HT203792>.

- [52] Napájecí a datový konektor s flex kabelem. *www.applemix.cz*. [Online] [Citace: 8. Říjen 2020.] <https://www.applemix.cz/napajeci-a-datovy-konektor-s-flex-kabelem-gsm-antena-mikrofony-pro-apple-iphone-7-cerny-p5934/#gallery>.
- [53] Apple Watch. *wikipedia.org*. [Online] Wikimedia Foundation. [Citace: 27. Prosinec 2019.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Apple_Watch.
- [54] Apple Watch sound meter compared to a calibrated sound meter at my job. Apple Watch is surprisingly accurate. *Reddit.com*. [Online] Reddit Inc. [Citace: 27. Prosinec 2019.] https://www.reddit.com/r/AppleWatch/comments/d8pmcz/apple_watch_sound_meter_compared_to_a_calibrated/?wed.
- [55] Farr, Christina. Apple considered acquisition of health. *www.cnn.com*. [Online] [Citace: 19. Červen 2020.] <https://www.cnn.com/2017/10/16/apple-considered-acquisition-of-crossover-health-part-of-health-push.html>.
- [56] Apple. Sledování úrovně hlasitosti na iPhoneu. *www.support.apple.com*. [Online] [Citace: 19. Červen 2020.] <https://support.apple.com/cs-cz/guide/iphone/iph1df080ecc/ios>.
- [57] ČR, Ministerstvo zdravotnictví. Metodický návod měření hluku. *www.szu.cz*. [Online] [Citace: 11. Červenec 2020.] http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/metodicky_navod_mereni_hluku_vibraci.pdf.
- [58] ČSN EN 61672-1. *Elektroakustika - Zvukoměry - Část 1: Technické požadavky*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. Třídící znak 368813.
- [59] Datasheets. *www.isemcon.com*. [Online] [Citace: 4. Září 2020.] <http://www.isemcon.com/datasheets/EMX7150-US-r04.pdf>.
- [60] Reproduktorová soustava. <https://cs.wikipedia.org>. [Online] [Citace: 11. Říjen 2020.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Reproduktorov%C3%A1_soustava.
- [61] SRX812P extended description. *jblpro.com*. [Online] [Citace: 11. Říjen 2020.] https://jblpro.com/en-US/products/srx812p#extended_description.

- [62] Smith, David. iOS version statistics. *https://david-smith.org*. [Online] David Smith. [Citace: 1. Únor 2019.] <https://david-smith.org/iosversionstats/>.
- [63] Mobile device management. *https://en.wikipedia-org*. [Online] [Citace: 20. Říjen 2020.] https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_device_management.
- [64] Syrový, Václav. *Hudební akustika*. Praha : Akademie muzických umění v Praze, 2013. ISBN 978-80-7331-297-8.
- [65] Jílek, Jan. Osobní rozhovor. Praha : 24u a.s., 28. Březen 2019.
- [66] Školství 24U CZ. *skolstvi.24u.cz*. [Online] 24U s.r.o. [Citace: 26. Prosinec 2019.] <https://skolstvi.24u.cz>.
- [67] Apple Education. *apple.com/cz*. [Online] Apple Inc. [Citace: 26. Prosinec 2019.] <https://www.apple.com/cz/education/>.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Citlivost lidského ucha [13]	15
Obrázek 2: Akční výzkum (upraveno) [17]	17
Obrázek 3: Mikrofony iPhone X, upraveno [51]	28
Obrázek 4: Náhradní napájecí modul pro iPhone 7 [52]	29
Obrázek 5: Aplikace splňující kritéria	33
Obrázek 6: Měření v bezodrazové komoře	39
Obrázek 7: Kalibrace aplikace NIOSH.....	46
Obrázek 8: Kalibrace aplikace phyphox	47
Obrázek 9: Kalibrace aplikace SoundMeter X	48
Obrázek 10: Nastavení správy zařízení	160
Obrázek 11: Apple Configurator	161

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hladiny intenzity zvuku [2]	11
Tabulka 2: Počty mikrofonů – iPhone [50]	29
Tabulka 3: Zastoupení trhu iPad [62]	41
Tabulka 4: Zastoupení trhu iPhone [62]	42
Tabulka 5: Kalibrační posuvy pro iPhone	44
Tabulka 6: Kalibrační posuvy pro iPady	45
Tabulka 7: Aplikace splňující kritéria – hodnoty	71
Tabulka 8: Aplikace nesplňující kritéria – hodnoty	72
Tabulka 9: Jak se chránit před hlukem?	153
Tabulka 10: V jakých situacích jsi ohrožen nadměrným hlukem?	154
Tabulka 11: Jaká povolání jsou ohrožena hlukem?	155
Tabulka 12: Naměřené hodnoty – Škola 1	156
Tabulka 13: Naměřené hodnoty – Škola 2	157
Tabulka 14: Naměřené hodnoty – Škola 3	158
Tabulka 15: Naměřené hodnoty – Škola 4	159

Seznam grafů

Graf 1: iPhone SE - NIOSH - před/po kalibraci	43
Graf 2: iPhone 5S - 1 NIOSH	73
Graf 3: iPhone 5S - 2 NIOSH	73
Graf 4: iPhone 5S - 1 NIOSH - po kalibraci	74
Graf 5: iPhone 5S - 2 NIOSH - po kalibraci	74
Graf 6: iPhone 5S - 1 phyphox - po kalibraci	75
Graf 7: iPhone 5S - 2 phyphox - po kalibraci	75
Graf 8: iPhone 5S - 1 SoundMeter X	76
Graf 9: iPhone 5S - 2 SoundMeter X	76
Graf 10: iPhone 5S - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	77
Graf 11: iPhone 5S - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	77
Graf 12: iPhone 6 - 1 NIOSH.....	78
Graf 13: iPhone 6 - 2 NIOSH.....	78
Graf 14: iPhone 6 -1 NIOSH - po kalibraci	79
Graf 15: iPhone 6 -2 NIOSH - po kalibraci	79
Graf 16: iPhone 6 - 1 phyphox - po kalibraci	80
Graf 17: iPhone 6 - 2 phyphox - po kalibraci	80
Graf 18: iPhone 6 - 1 SoundMeter X	81
Graf 19: iPhone 6 - 2 SoundMeter X	81
Graf 20: iPhone 6 - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	82
Graf 21: iPhone 6 - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	82
Graf 22: iPhone 6S - 1 NIOSH	83
Graf 23: iPhone 6S - 2 NIOSH	83
Graf 24: iPhone 6S - 1 NIOSH - po kalibraci	84
Graf 25: iPhone 6S - 2 NIOSH - po kalibraci	84
Graf 26: iPhone 6S - 1 phyphox - po kalibraci	85
Graf 27: iPhone 6S - 2 phyphox - po kalibraci	85
Graf 28: iPhone 6S - 1 SoundMeter X	86
Graf 29: iPhone 6S - 2 SoundMeter X	86
Graf 30: iPhone 6S - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	87
Graf 31: iPhone 6S - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	87

Graf 32: iPhone SE - 1 NIOSH.....	88
Graf 33: iPhone SE - 2 NIOSH.....	88
Graf 34: iPhone SE - 1 NIOSH - po kalibraci.....	89
Graf 35: iPhone SE - 2 NIOSH - po kalibraci.....	89
Graf 36: iPhone SE - 1 phyphox - po kalibraci.....	90
Graf 37: iPhone SE - 2 phyphox - po kalibraci.....	90
Graf 38: iPhone SE - 1 SoundMeter X	91
Graf 39: iPhone SE - 2 SoundMeter X	91
Graf 40: iPhone SE - 1 SoundMeter X - po kalibraci	92
Graf 41: iPhone SE - 2 SoundMeter X - po kalibraci	92
Graf 42: iPhone 7 -1 NIOSH.....	93
Graf 43: iPhone 7 - 2 NIOSH.....	93
Graf 44: iPhone 7 - 1 NIOSH - po kalibraci	94
Graf 45: iPhone 7 - 2 NIOSH - po kalibraci	94
Graf 46: iPhone 7 - 1 phyphox - po kalibraci	95
Graf 47: iPhone 7 - 2 phyphox - po kalibraci	95
Graf 48: iPhone 7 - 1 SoundMeter X	96
Graf 49: iPhone 7 - 2 SoundMeter X	96
Graf 50: iPhone 7 - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	97
Graf 51: iPhone 7 - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	97
Graf 52: iPhone 7 Plus - 1 NIOSH.....	98
Graf 53: iPhone 7 Plus - 2 NIOSH.....	98
Graf 54: iPhone 7 Plus - 1 NIOSH - po kalibraci	99
Graf 55: iPhone 7 Plus - 2 NIOSH - po kalibraci	99
Graf 56: iPhone 7 Plus - 1 phyphox - po kalibraci.....	100
Graf 57: iPhone 7 Plus - 2 phyphox - po kalibraci.....	100
Graf 58: iPhone 7 Plus - 1 SoundMeter X	101
Graf 59: iPhone 7 Plus - 2 SoundMeter X	101
Graf 60: iPhone 7 Plus - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	102
Graf 61: iPhone 7 Plus - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	102
Graf 62: iPhone 8 - 1 NIOSH.....	103
Graf 63: iPhone 8 - 2 NIOSH.....	103
Graf 64: iPhone 8 - 1 NIOSH - po kalibraci	104

Graf 65: iPhone 8 - 2 NIOSH - po kalibraci	104
Graf 66: iPhone 8 - 1 phyphox - po kalibraci	105
Graf 67: iPhone 8 - 2 phyphox - po kalibraci	105
Graf 68: iPhone 8 -1 SoundMeter X	106
Graf 69: iPhone 8 - 2 SoundMeter X	106
Graf 70: iPhone 8 - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	107
Graf 71: iPhone 8 - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	107
Graf 72: iPhone 8 Plus - 1 NIOSH.....	108
Graf 73: iPhone 8 Plus - 2 NIOSH.....	108
Graf 74: iPhone 8 Plus - 1 NIOSH - po kalibraci	109
Graf 75: iPhone 8 Plus - 2 NIOSH - po kalibraci	109
Graf 76: iPhone 8 Plus - 1 phyphox - po kalibraci.....	110
Graf 77: iPhone 8 Plus - 2 phyphox - po kalibraci.....	110
Graf 78: iPhone 8 Plus - 1 SoundMeter X	111
Graf 79: iPhone 8 Plus - 2 SoundMeter X	111
Graf 80: iPhone 8 Plus - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	112
Graf 81: iPhone 8 Plus - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	112
Graf 82: iPhone X - 1 NIOSH.....	113
Graf 83: iPhone X - 2 NIOSH.....	113
Graf 84: iPhone X - 1 NIOSH - po kalibraci	114
Graf 85: iPhone X - 2 NIOSH - po kalibraci	114
Graf 86: iPhone X - 1 phyphox - po kalibraci.....	115
Graf 87: iPhone X - 2 phyphox - po kalibraci.....	115
Graf 88: iPhone X - 1 SoundMeter X	116
Graf 89: iPhone X - 2 SoundMeter X	116
Graf 90: iPhone X - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	117
Graf 91: iPhone X - 2 SoundMeter X po kalibraci	117
Graf 92: iPhone XS - 1 NIOSH	118
Graf 93: iPhone XS - 2 NIOSH	118
Graf 94: iPhone XS - 1 NIOSH - po kalibraci	119
Graf 95: iPhone XS - 2 NIOSH - po kalibraci	119
Graf 96: iPhone XS - 1 phyphox - po kalibraci	120
Graf 97: iPhone XS - 2 phyphox - po kalibraci	120

Graf 98: iPhone XS - 1 SoundMeter X.....	121
Graf 99: iPhone XS - 2 SoundMeter X.....	121
Graf 100: iPhone XS - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	122
Graf 101: iPhone XS - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	122
Graf 102: iPad Air - 1 NIOSH	123
Graf 103: iPad Air - 2 NIOSH	123
Graf 104: iPad Air - 1 NIOSH - po kalibraci	124
Graf 105: iPad Air - 2 NIOSH - po kalibraci	124
Graf 106: iPad Air - 1 phyphox - po kalibraci	125
Graf 107: iPad Air - 2 phyphox - po kalibraci	125
Graf 108: iPad Air - 1 SoundMeter X.....	126
Graf 109: iPad Air - 2 SoundMeter X.....	126
Graf 110: iPad Air - 1 SoundMeter X - po kalibraci	127
Graf 111: iPad Air - 2 SoundMeter X - po kalibraci	127
Graf 112: iPad Air 2 - 1 NIOSH	128
Graf 113: iPad Air 2 - 2 NIOSH	128
Graf 114: iPad Air 2 - 1 NIOSH - po kalibraci.....	129
Graf 115: iPad Air 2 - 2 NIOSH - po kalibraci.....	129
Graf 116: iPad Air 2 - 1 phyphox - po kalibraci	130
Graf 117: iPad Air 2 - 2 phyphox - po kalibraci	130
Graf 118: iPad Air 2 - 1 SoundMeter X.....	131
Graf 119: iPad Air 2 - 2 SoundMeter X.....	131
Graf 120: iPad Air 2 - 1 SoundMeter X - po kalibraci	132
Graf 121: iPad Air 2 - 2 SoundMeter X - po kalibraci	132
Graf 122: iPad Mini 4 - 1 NIOSH.....	133
Graf 123: iPad Mini 4 - 2 NIOSH.....	133
Graf 124: iPad Mini 4 - 1 NIOSH - po kalibraci	134
Graf 125: iPad Mini 4 - 2 NIOSH - po kalibraci	134
Graf 126: iPad Mini 4 - 1 phyphox - po kalibraci.....	135
Graf 127: iPad Mini 4 - 2 phyphox - po kalibraci.....	135
Graf 128: iPad Mini 4 - 1 SoundMeter X	136
Graf 129: iPad Mini 4 - 2 SoundMeter X	136
Graf 130: iPad Mini 4 - 1 SoundMeter X - po kalibraci	137

Graf 131: iPad Mini 4 - 2 SoundMeter X - po kalibraci	137
Graf 132: iPad 5 - 1 NIOSH.....	138
Graf 133: iPad 5 - 2 NIOSH.....	138
Graf 134: iPad 5 - 1 NIOSH - po kalibraci	139
Graf 135: iPad 5 - 2 NIOSH - po kalibraci	139
Graf 136: iPad 5 - 1 phyphox - po kalibraci	140
Graf 137: iPad 5 - 2 phyphox - po kalibraci	140
Graf 138: iPad 5 - 1 SoundMeter X	141
Graf 139: iPad 5 - 2 SoundMeter X	141
Graf 140: iPad 5 - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	142
Graf 141: iPad 5 - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	142
Graf 142: iPad 6 - 1 NIOSH.....	143
Graf 143: iPad 6 - 2 NIOSH.....	143
Graf 144: iPad 6 - 1 NIOSH - po kalibraci	144
Graf 145: iPad 6 - 2 NIOSH - po kalibraci	144
Graf 146: iPad 6 -1 phyphox - po kalibraci	145
Graf 147: iPad 6 - 2 phyphox - po kalibraci	145
Graf 148: iPad 6 - 1 SoundMeter X	146
Graf 149: iPad 6 - 2 SoundMeter X	146
Graf 150: iPad 6 - 1 SoundMeter X - po kalibraci.....	147
Graf 151: iPad 6 - 2 SoundMeter X - po kalibraci.....	147

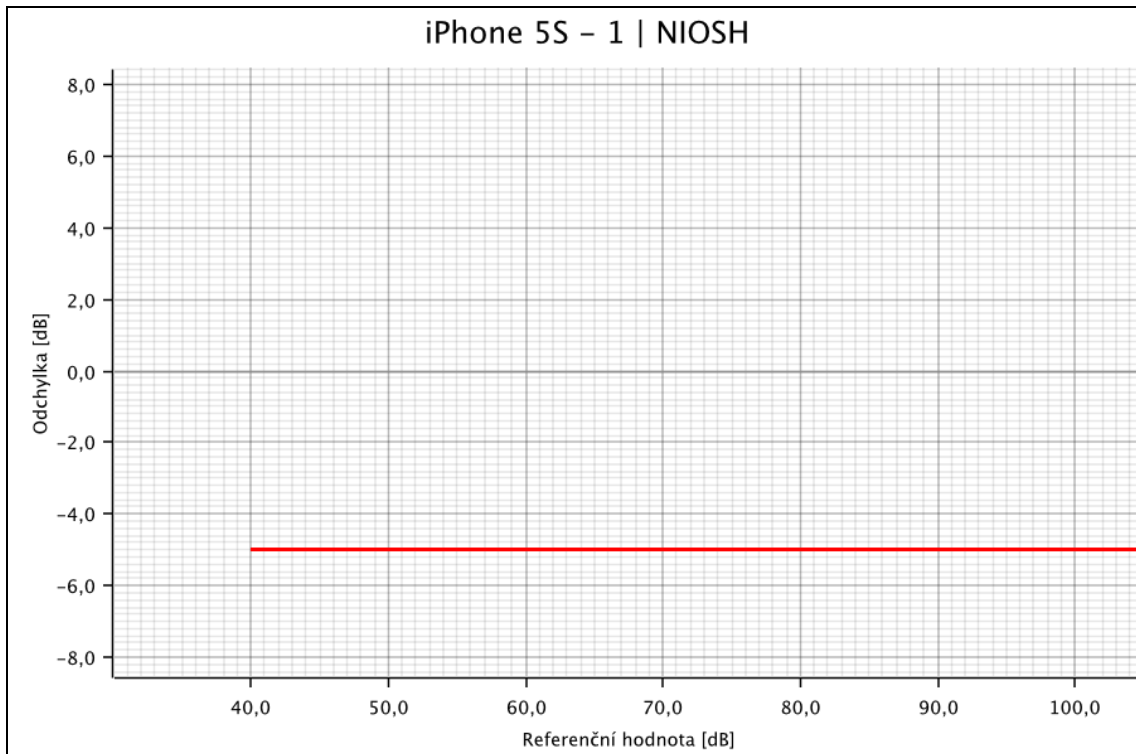
Přílohy

Tabulka 7: Aplikace splňující kritéria – hodnoty

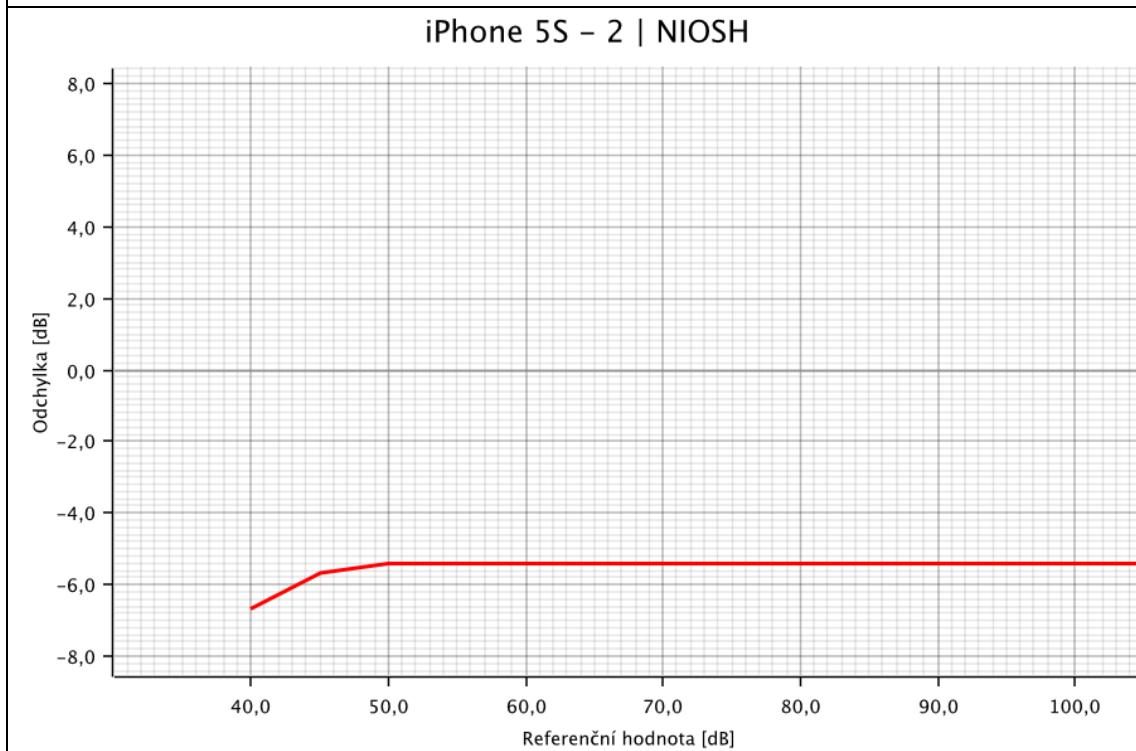
Reference (dB)	phyphox		SoundMeter X		NIOSH	
	před kalibrací	po kalibraci	před kalibrací	po kalibraci	před kalibrací	po kalibraci
40		40	41,0	40	42,1	40
45		45	47,0	45	47,1	45
50		50	51,9	50	52,1	50
55		55	57,0	55	57,1	55
60		60	62,0	60	62,1	60
65		65	67,2	65	67,1	65
70		70	72,2	70	72,1	70
75		75	77,2	75	77,1	75
80		80	82,2	80	82,1	80
85		85	87,2	85	87,1	85
90		90	92,2	90	92,1	90
95		95	97,2	95	97,1	95
100		100	102,2	100	102,1	100
105		105	107,2	105	107,1	105

Tabulka 8: Aplikace nesplňující kritéria – hodnoty

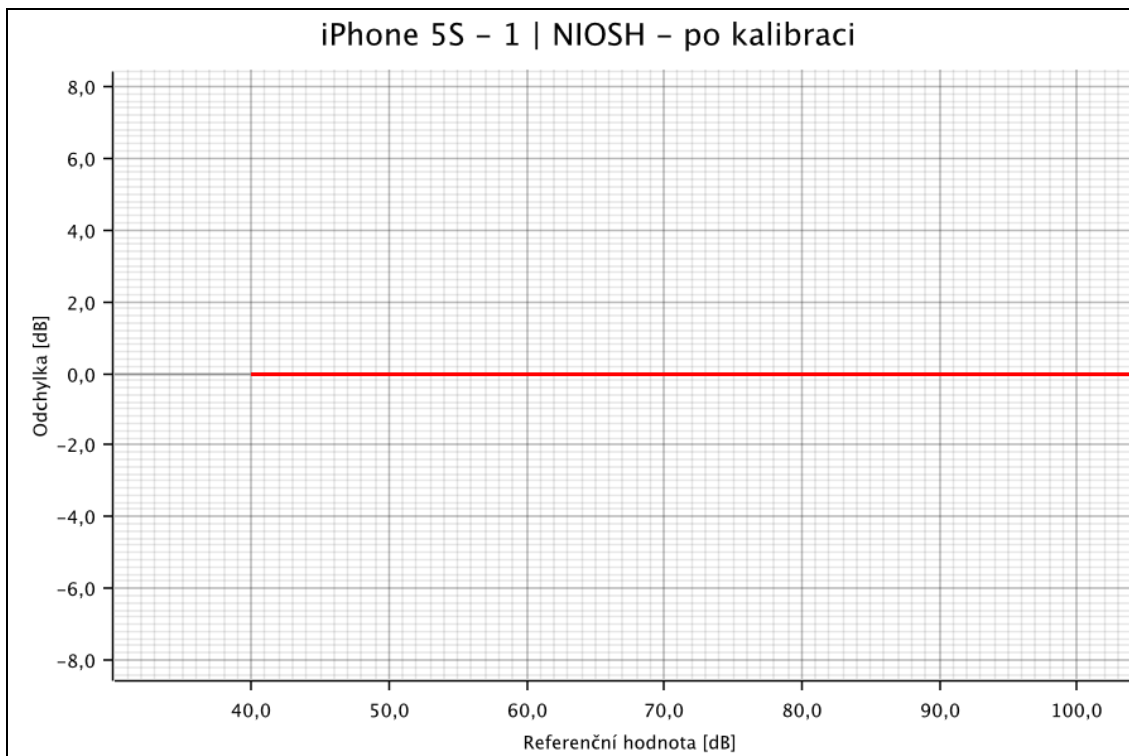
Aplikace	db meter	db meter	sound meter	db meter free	dB Volume	dB Meter
Autor	Elena Polyanskaya	Vlad Polianskiy	Exa Mobile			Dmytro Hebeniuk
Reference (dB)						
40	42	36	40	25	26	39
45	47	42	44	25	32	44
50	52	50	48	28	35	48
55	57	55	52	30	39	52
60	63	59	56	33	43	56
65	69	65	61	38	48	61
70	75	70	65	43	53	65
75	83	74	70	54	58	70
80	94	80	75	64	64	75
85	107	85	79	79	69	80
90	118	89	85	96	74	84
95	120	90	88	100	79	85
100	120	90	88	101	84	84
105	120	90	88	99	89	84
Aplikace	Sound Meter	Decibel Ultra	SLA Lite	Decibel Meter	PhysicsToolbox	Sound Meter
Autor	LQH apps			ASH Logic		Andreaw Neal
Reference (dB)						
40	57,8	42,3	45,2	47	6	40
45	62,6	47,5	50,2	52	8	42
50	65,2	50,9	54,6	56	10	45
55	68,3	55,4	58,4	60	13	48
60	71,8	60,3	63,7	65	17	52
65	75,1	65,3	68,6	69	22	57
70	79,2	70,3	73,5	73	28	64
75	83,3	75,4	78,4	78	37	73
80	87,5	80,4	83,5	83	49	85
85	91,0	85,4	88,4	88	64	100
90	94,2	90,4	93,4	93	82	118
95	95,0	95,4	99,1	94	85	122
100	94,2	100,4	103,4	93	81	118
105	94,2	105,3	108,4	93	77	117



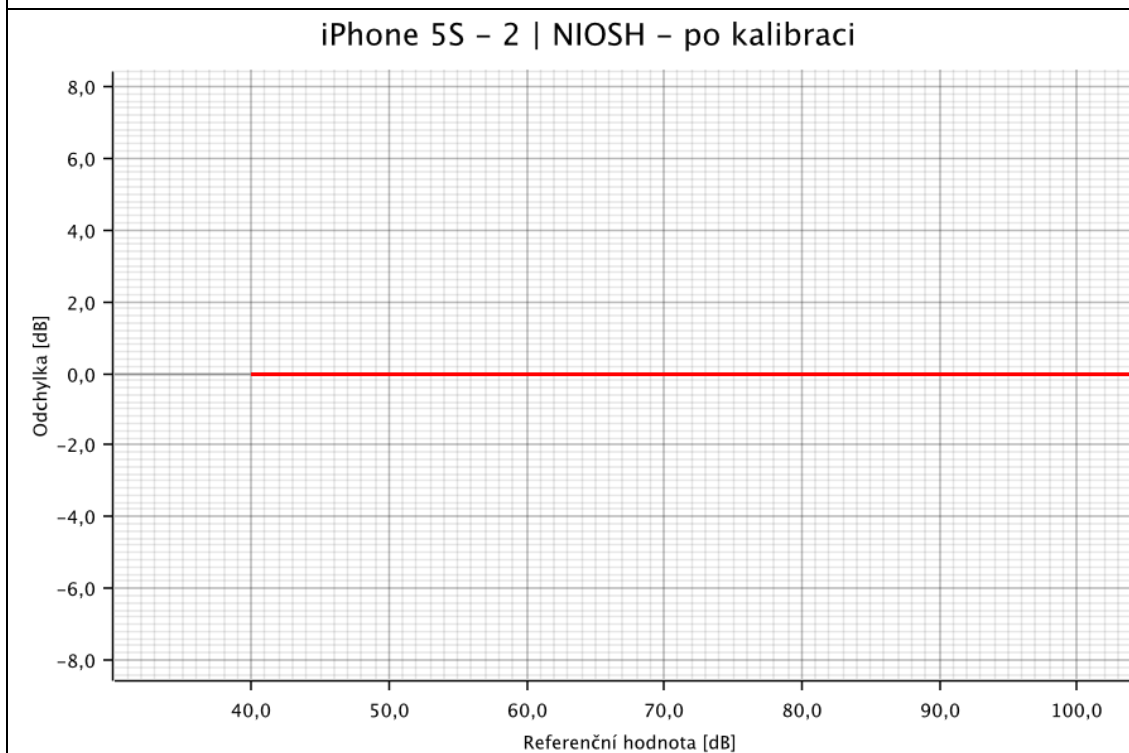
Graf 2: iPhone 5S - 1 | NIOSH



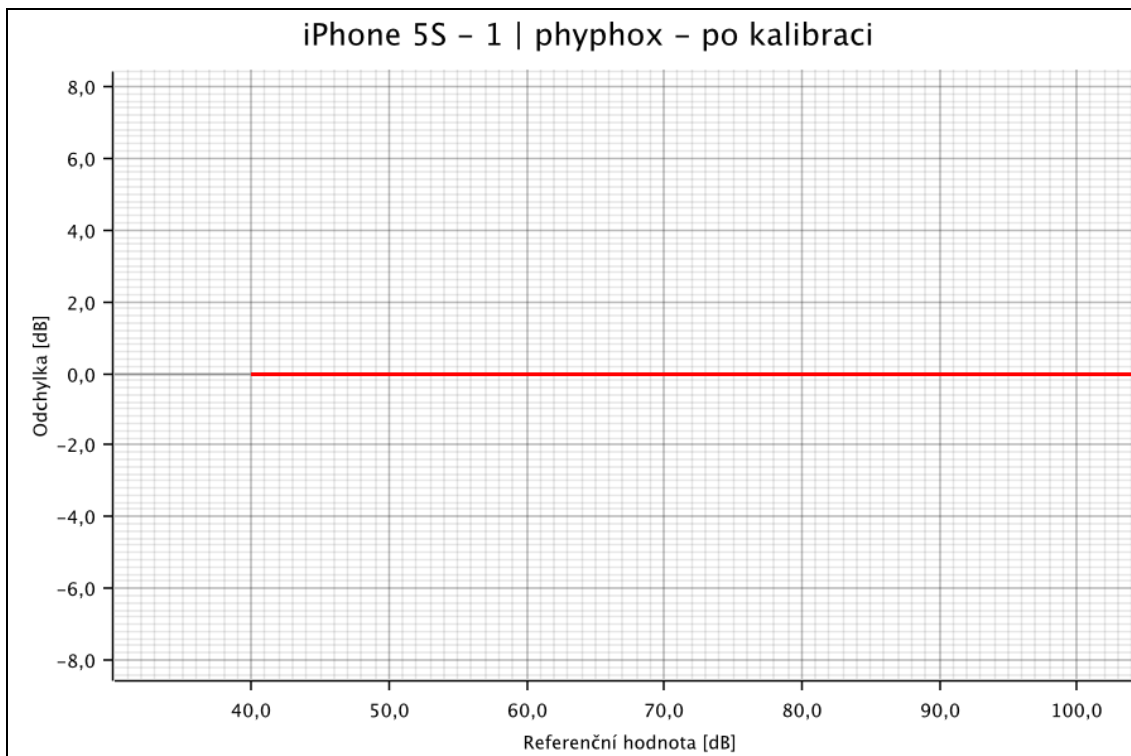
Graf 3: iPhone 5S - 2 | NIOSH



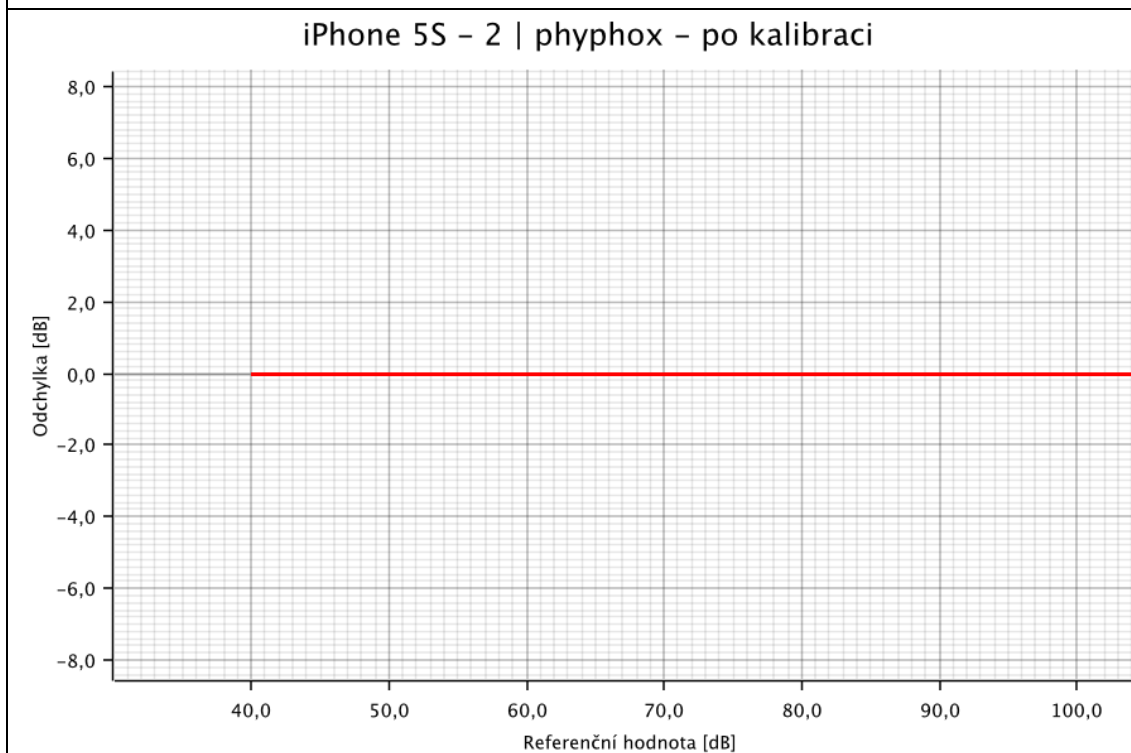
Graf 4: iPhone 5S - 1 | NIOSH - po kalibraci



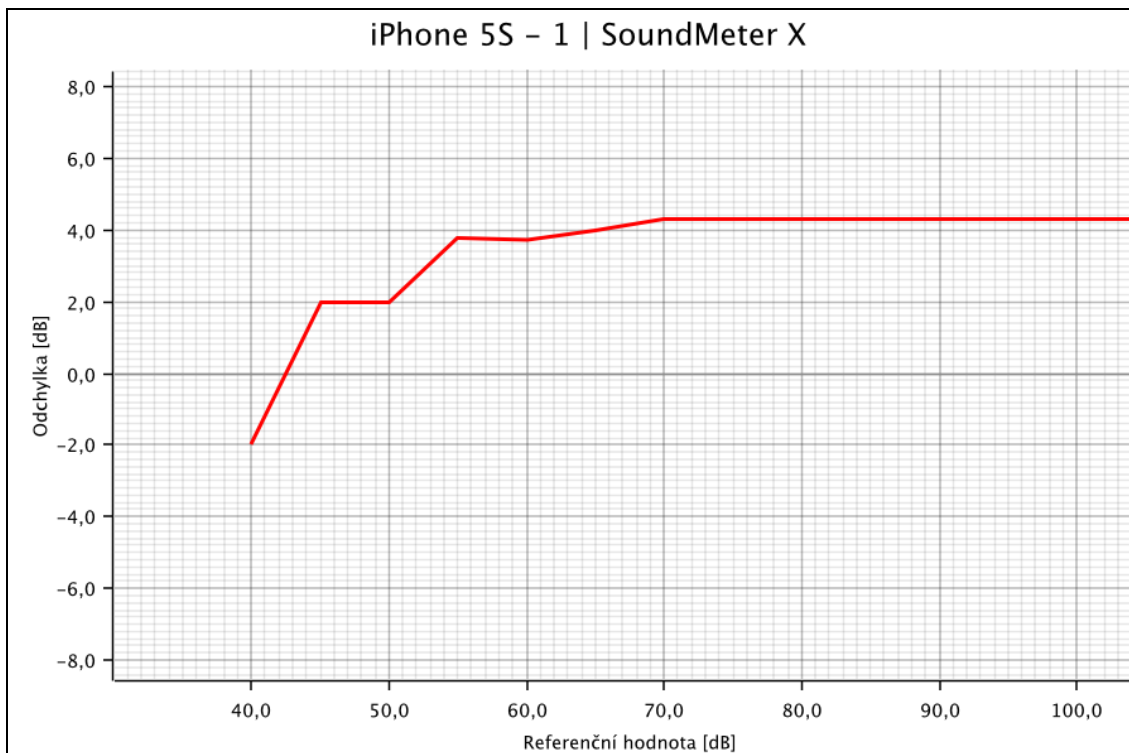
Graf 5: iPhone 5S - 2 | NIOSH - po kalibraci



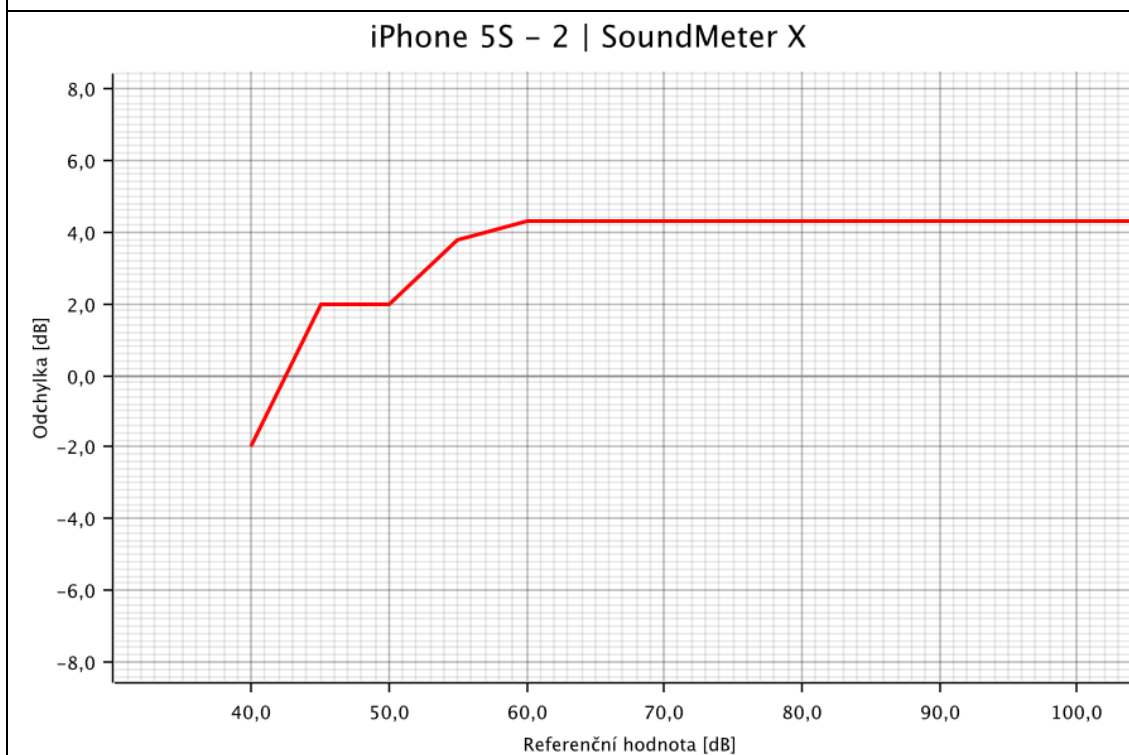
Graf 6: iPhone 5S - 1 | phyphox - po kalibraci



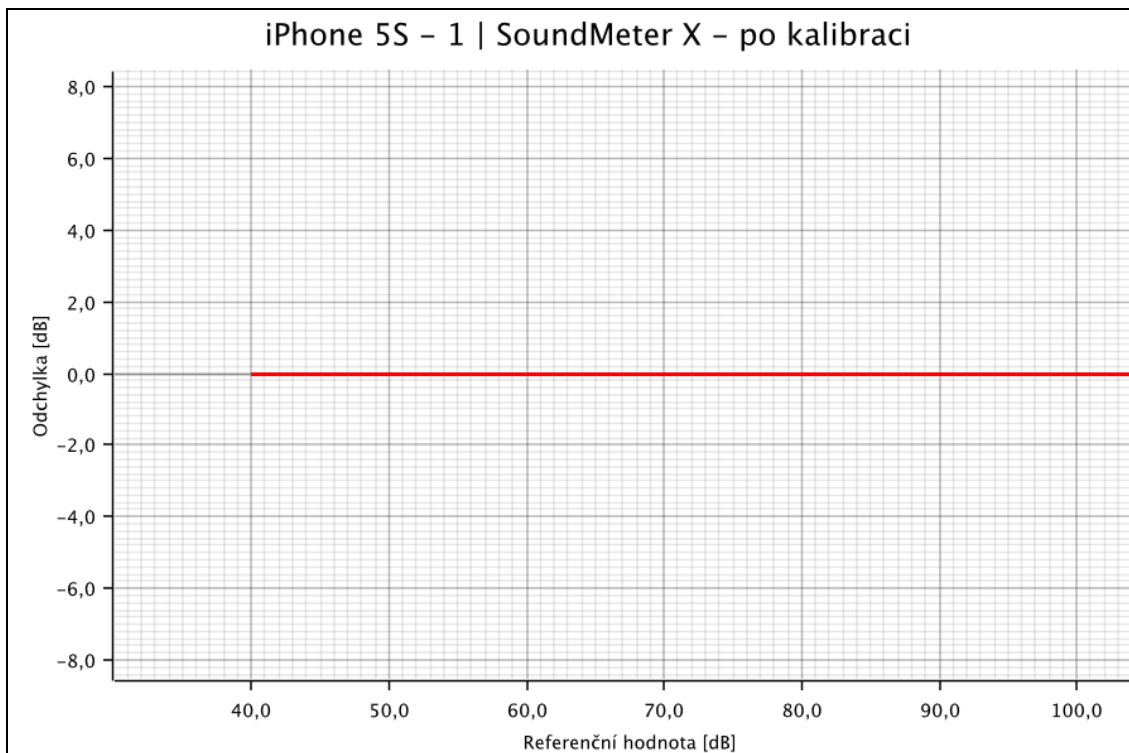
Graf 7: iPhone 5S - 2 | phyphox - po kalibraci



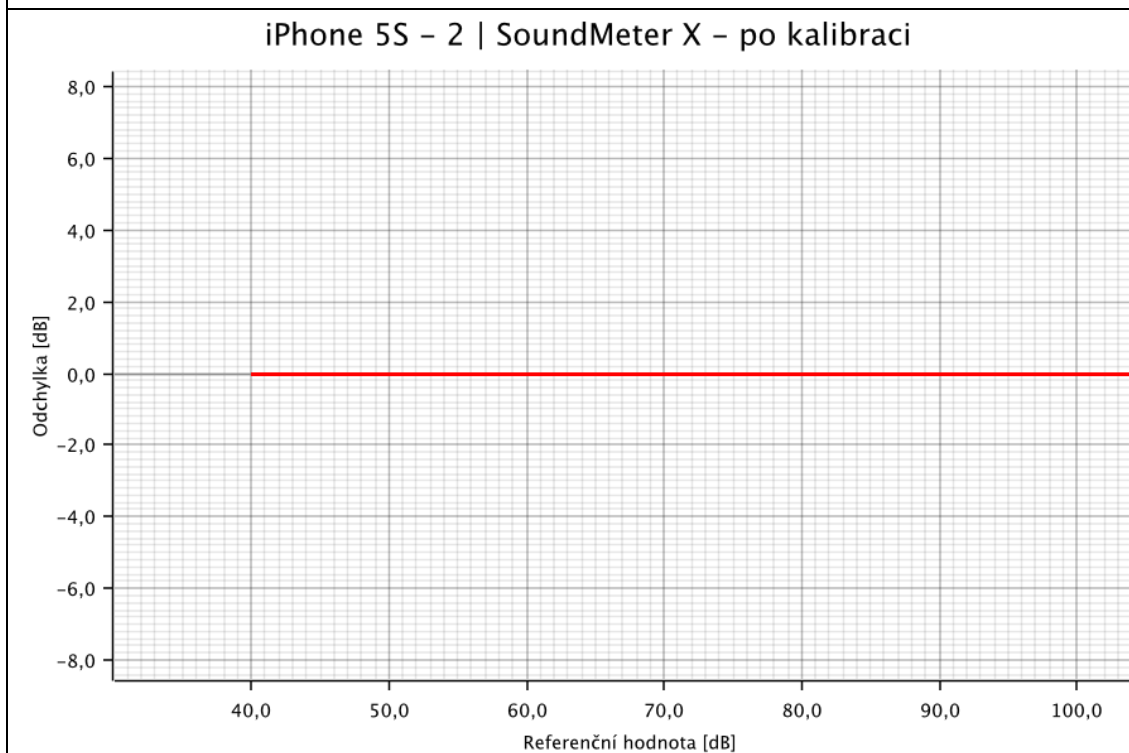
Graf 8: iPhone 5S - 1 | SoundMeter X



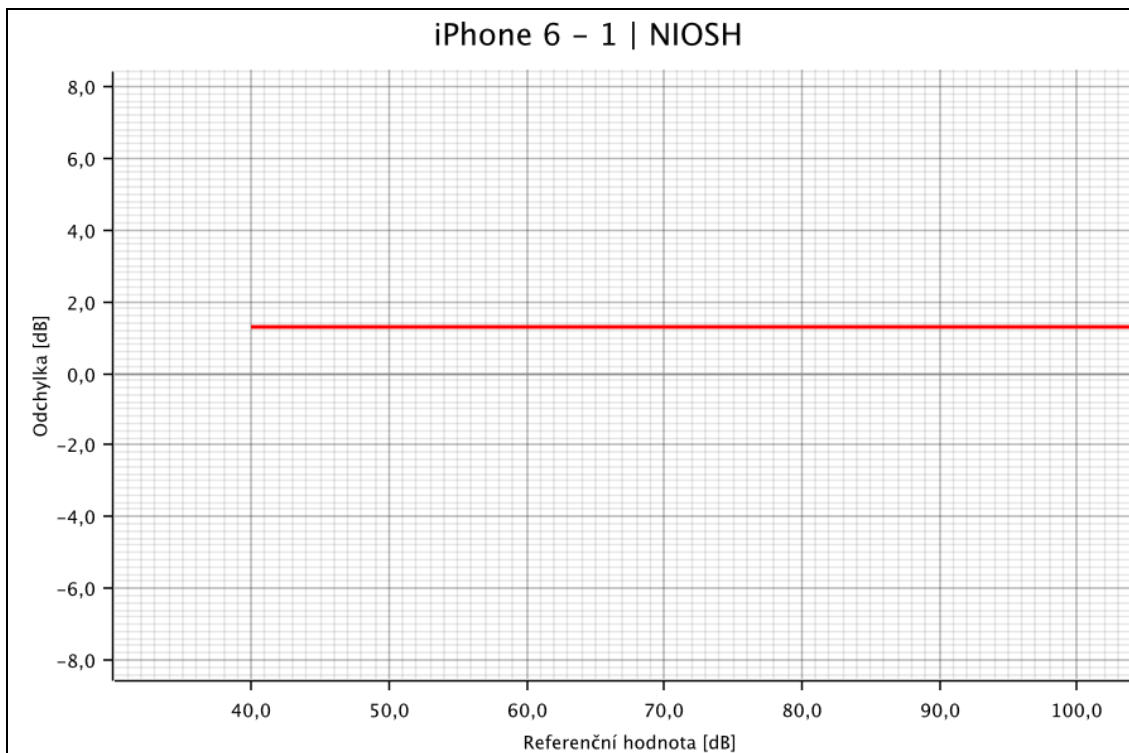
Graf 9: iPhone 5S - 2 | SoundMeter X



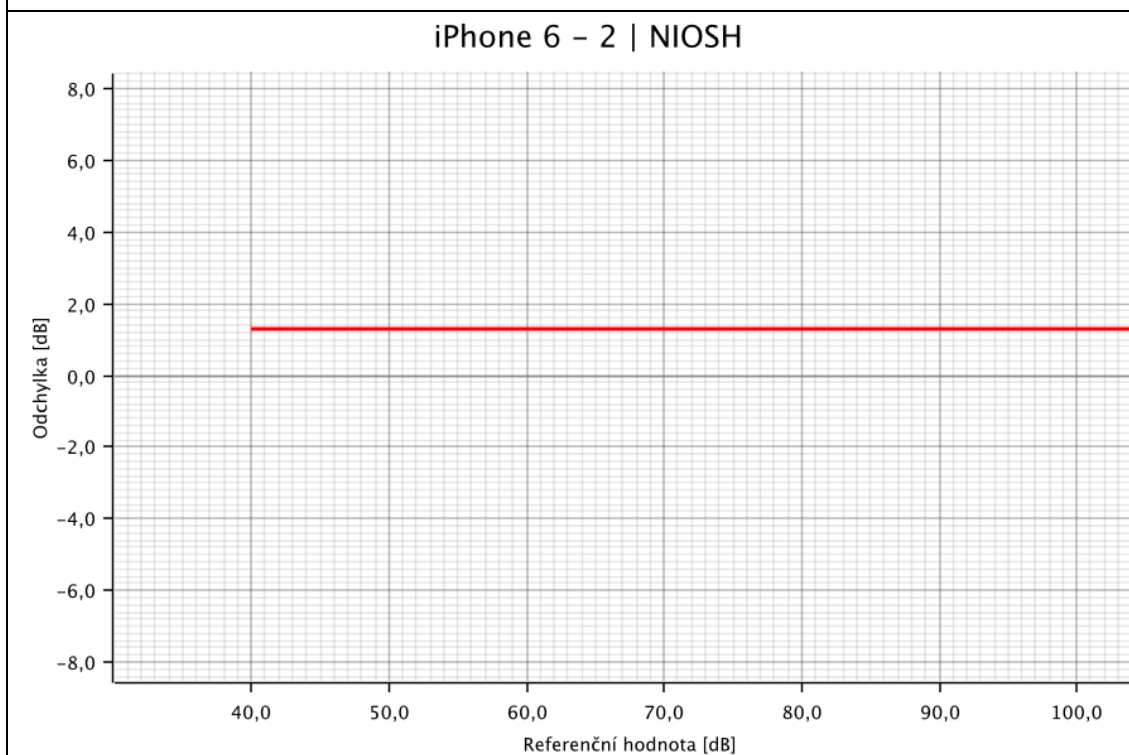
Graf 10: iPhone 5S - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



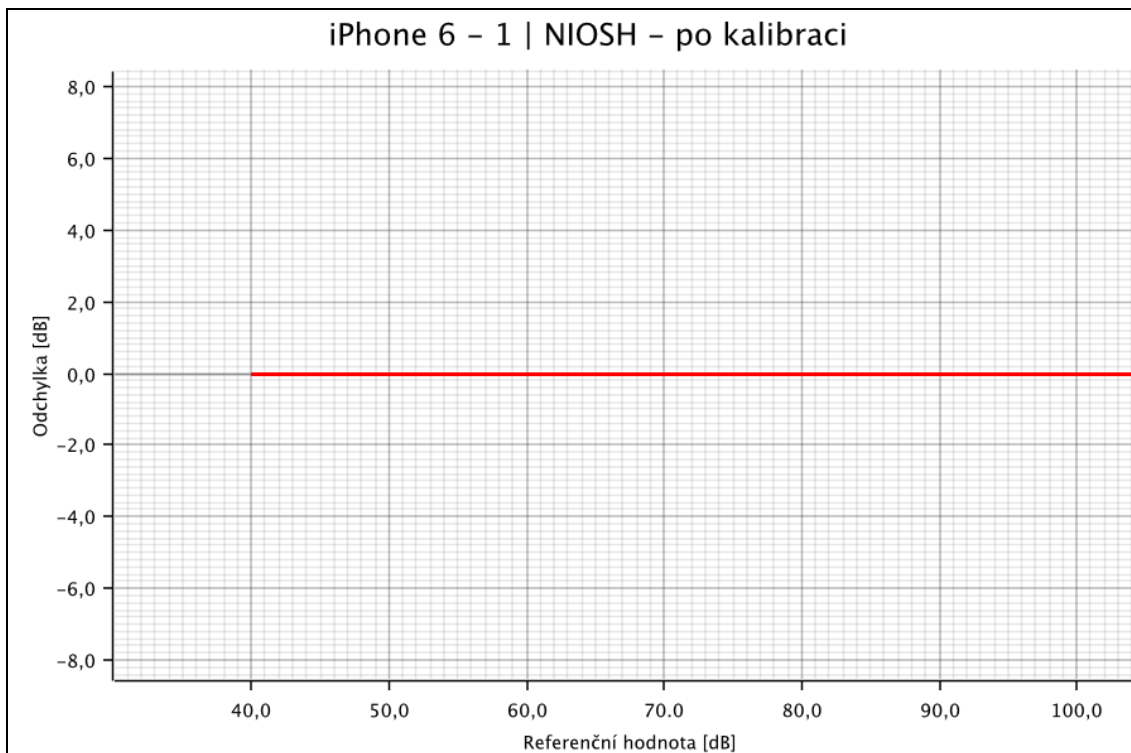
Graf 11: iPhone 5S - 2 | SoundMeter X - po kalibraci



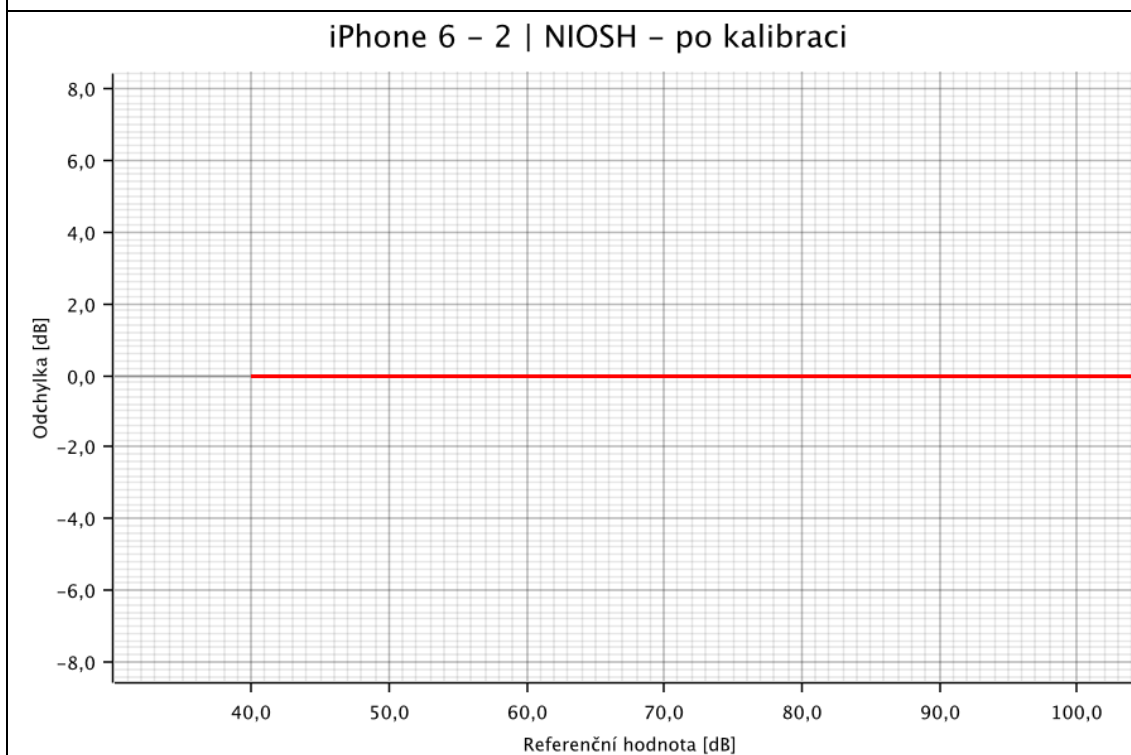
Graf 12: iPhone 6 - 1 | NIOSH



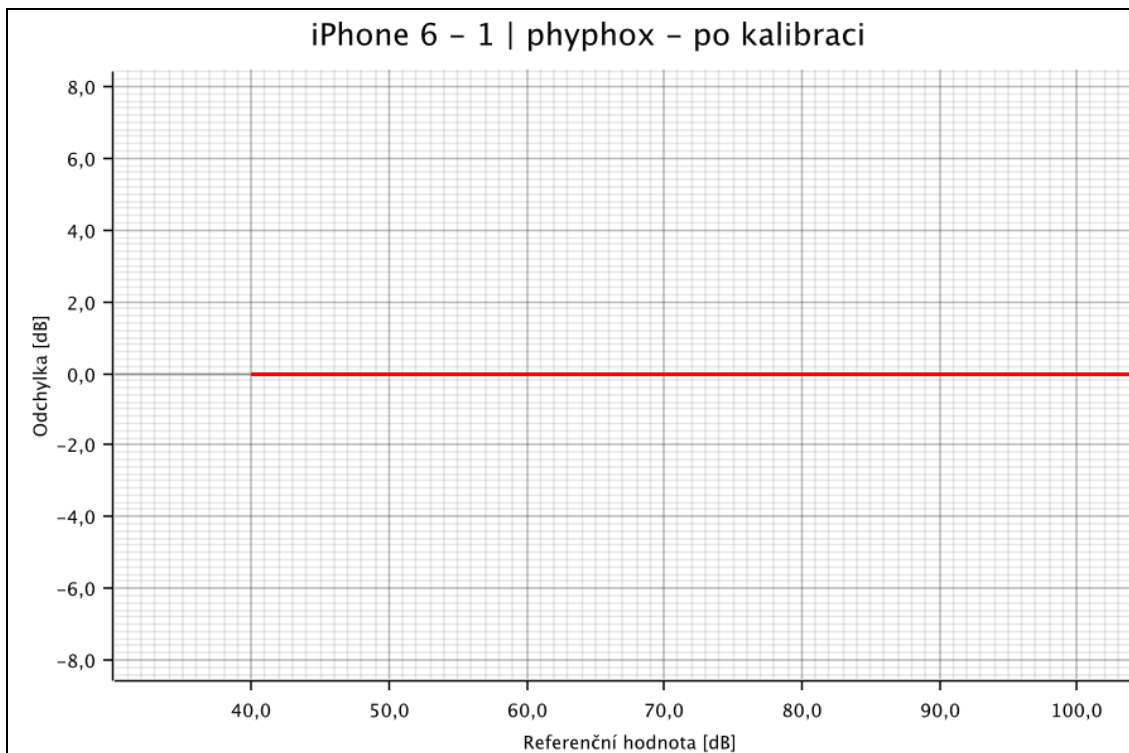
Graf 13: iPhone 6 - 2 | NIOSH



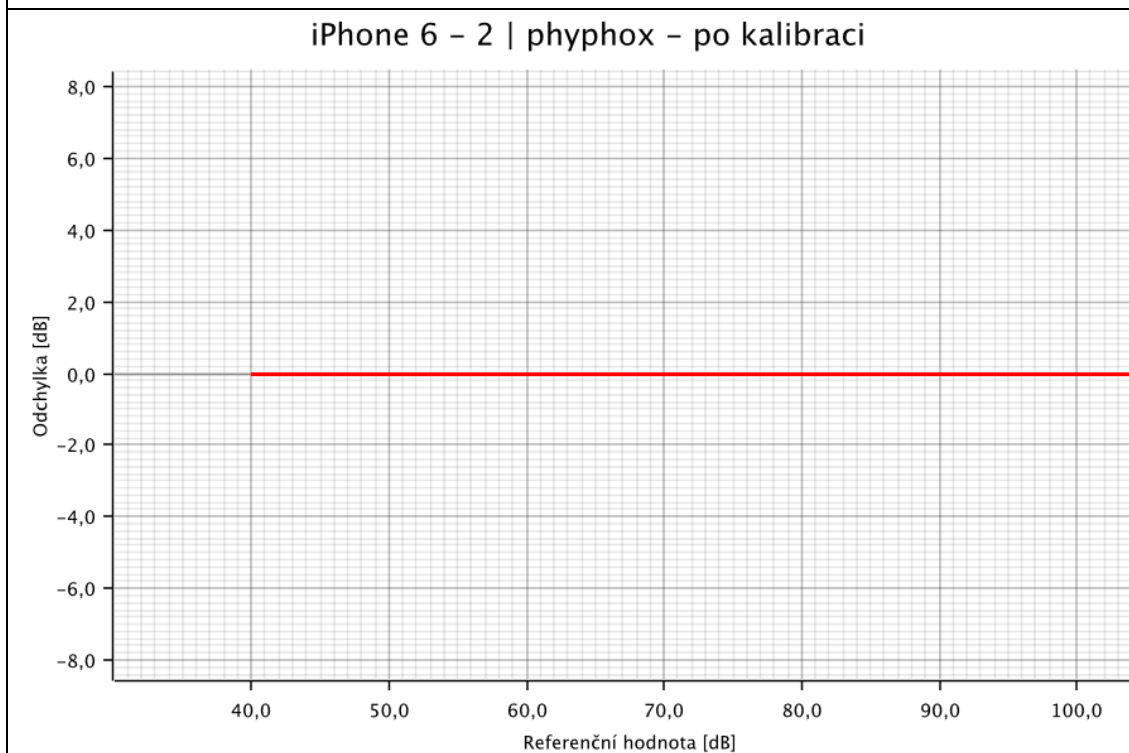
Graf 14: iPhone 6 -1 | NIOSH - po kalibraci



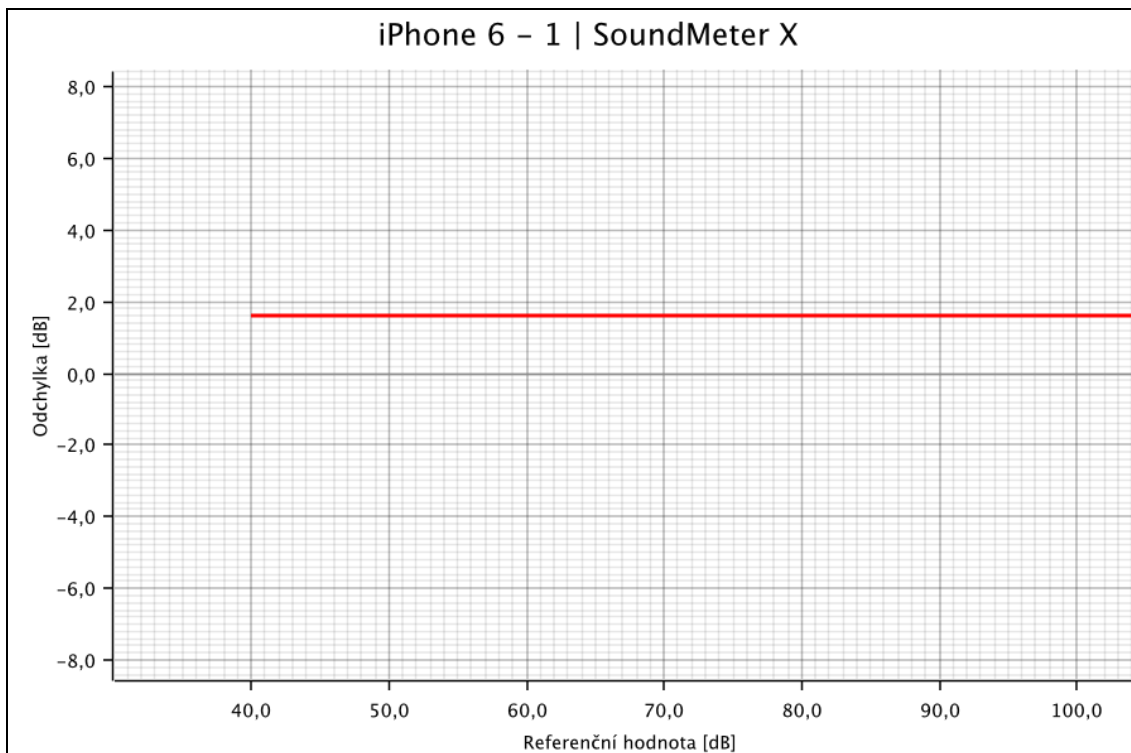
Graf 15: iPhone 6 -2 | NIOSH - po kalibraci



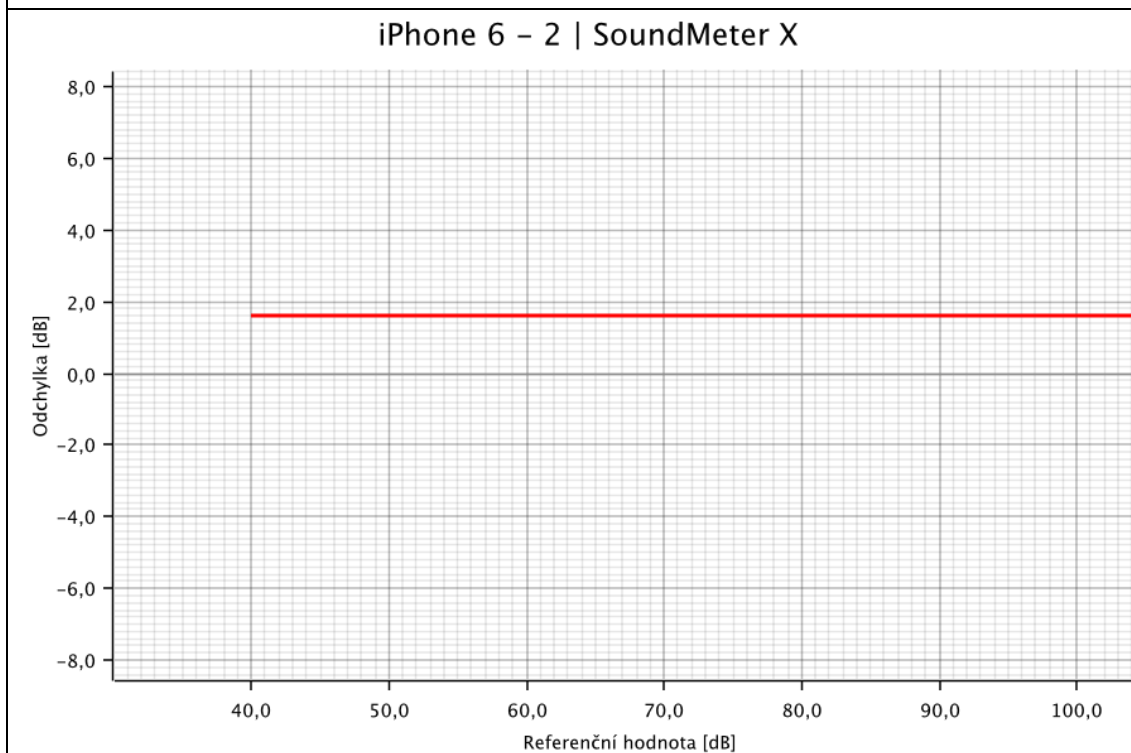
Graf 16: iPhone 6 - 1 | phyphox - po kalibraci



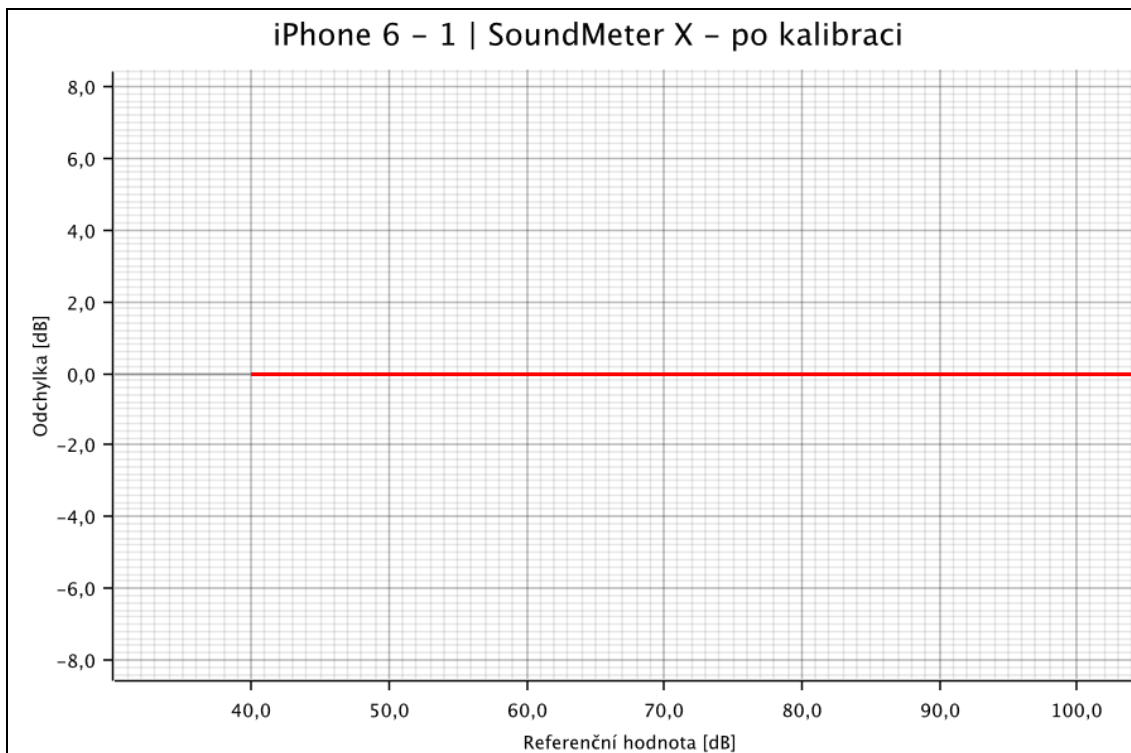
Graf 17: iPhone 6 - 2 | phyphox - po kalibraci



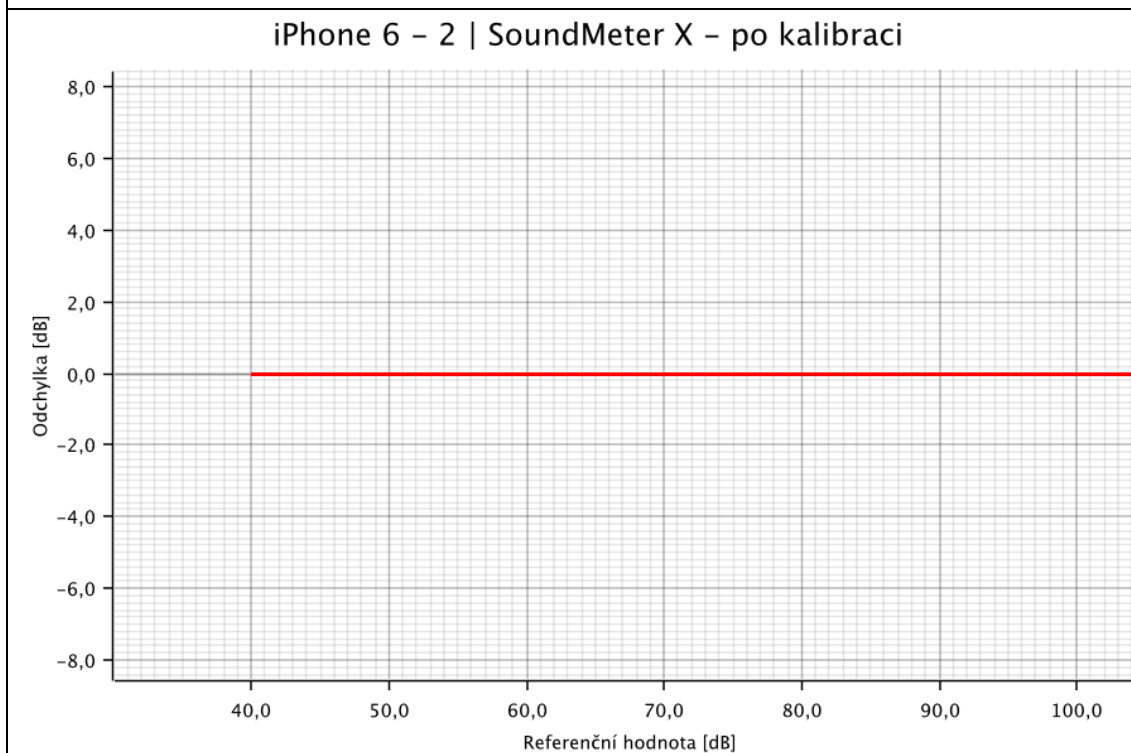
Graf 18: iPhone 6 - 1 | SoundMeter X



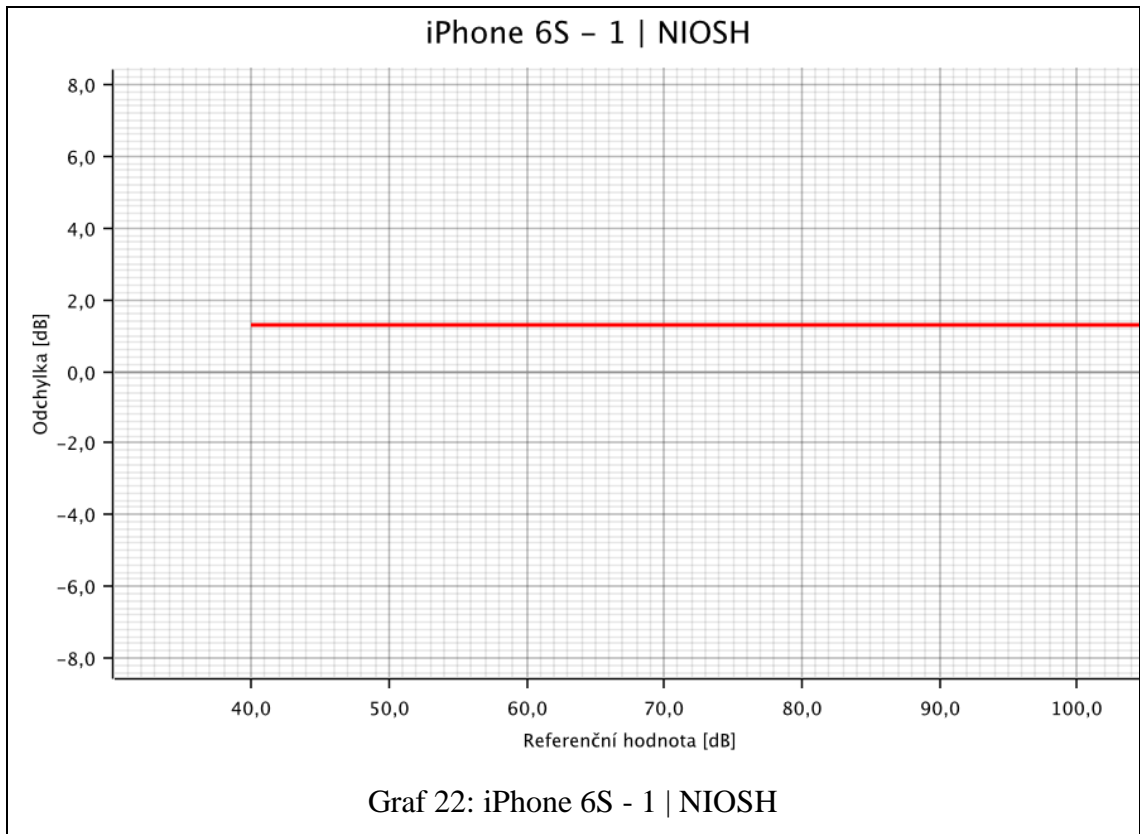
Graf 19: iPhone 6 - 2 | SoundMeter X

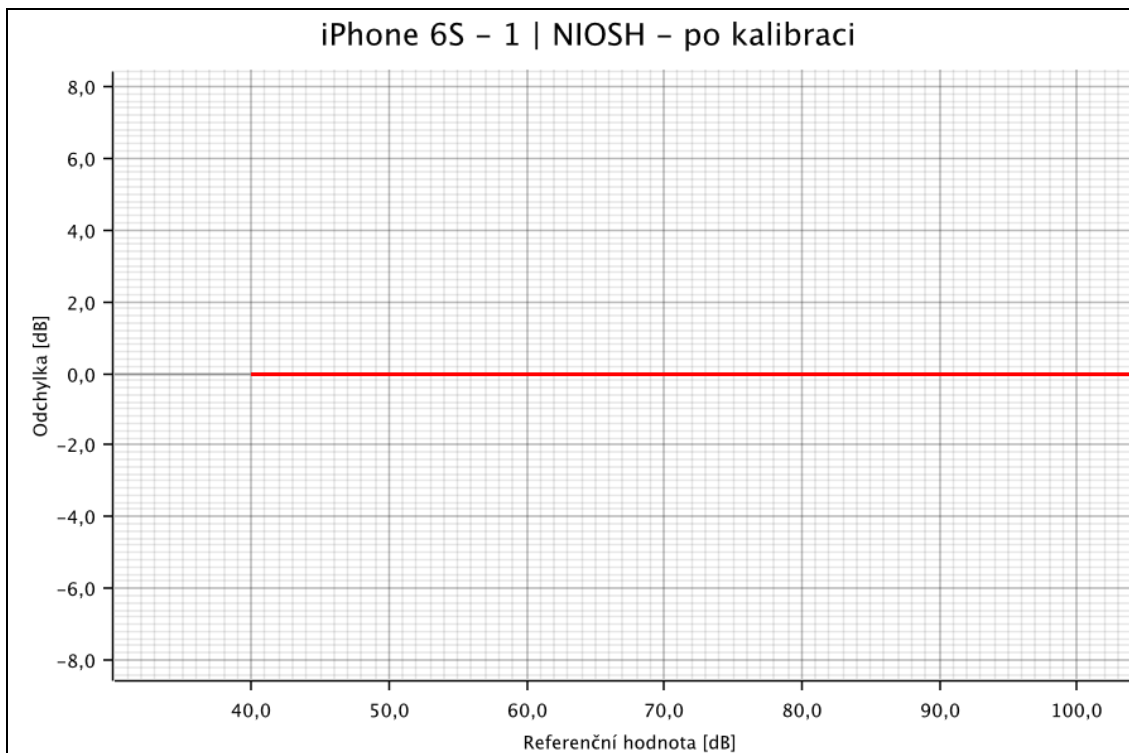


Graf 20: iPhone 6 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci

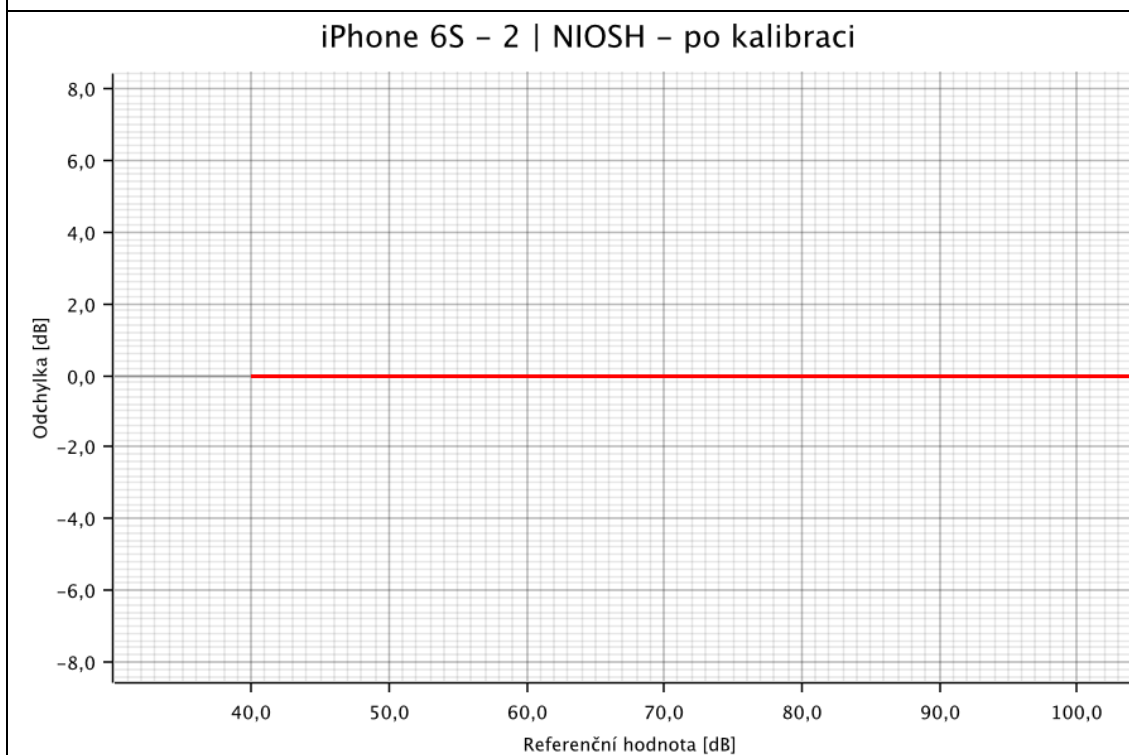


Graf 21: iPhone 6 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

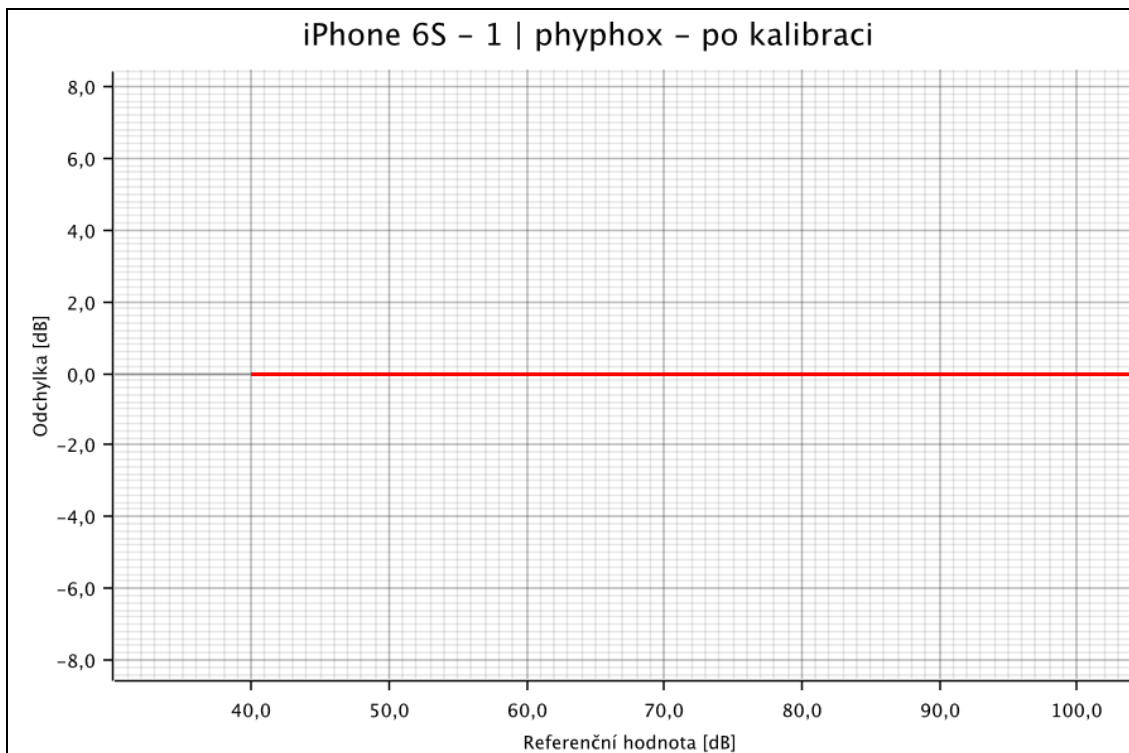




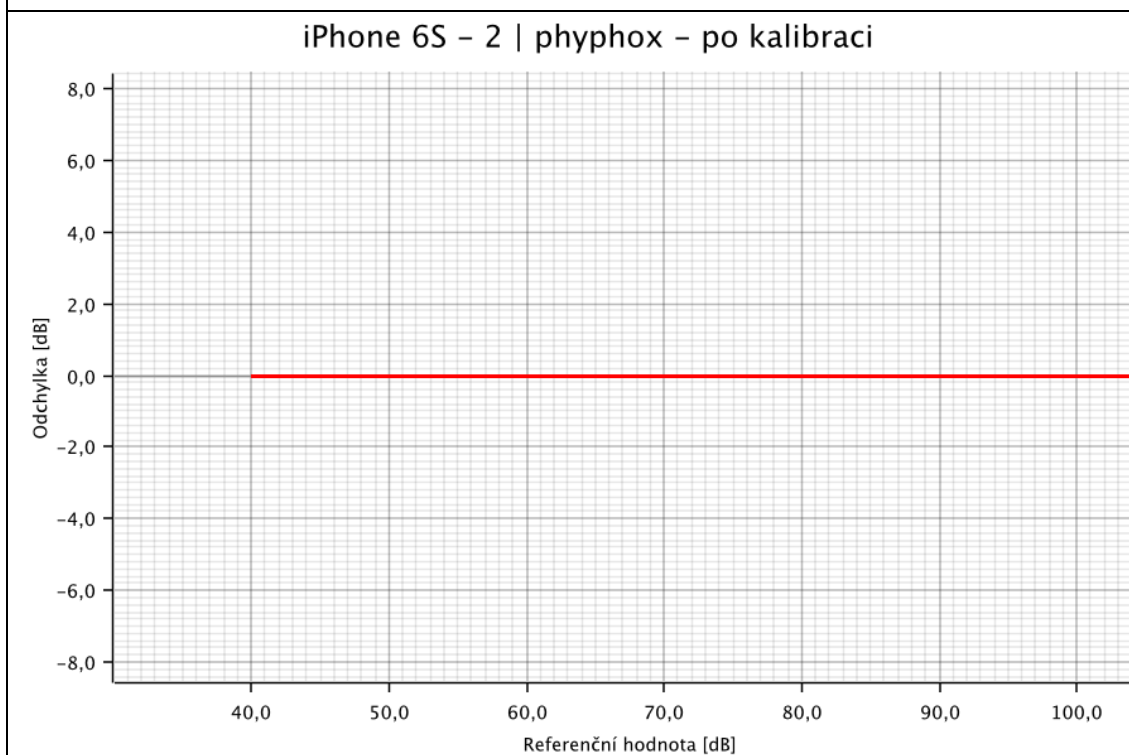
Graf 24: iPhone 6S - 1 | NIOSH - po kalibraci



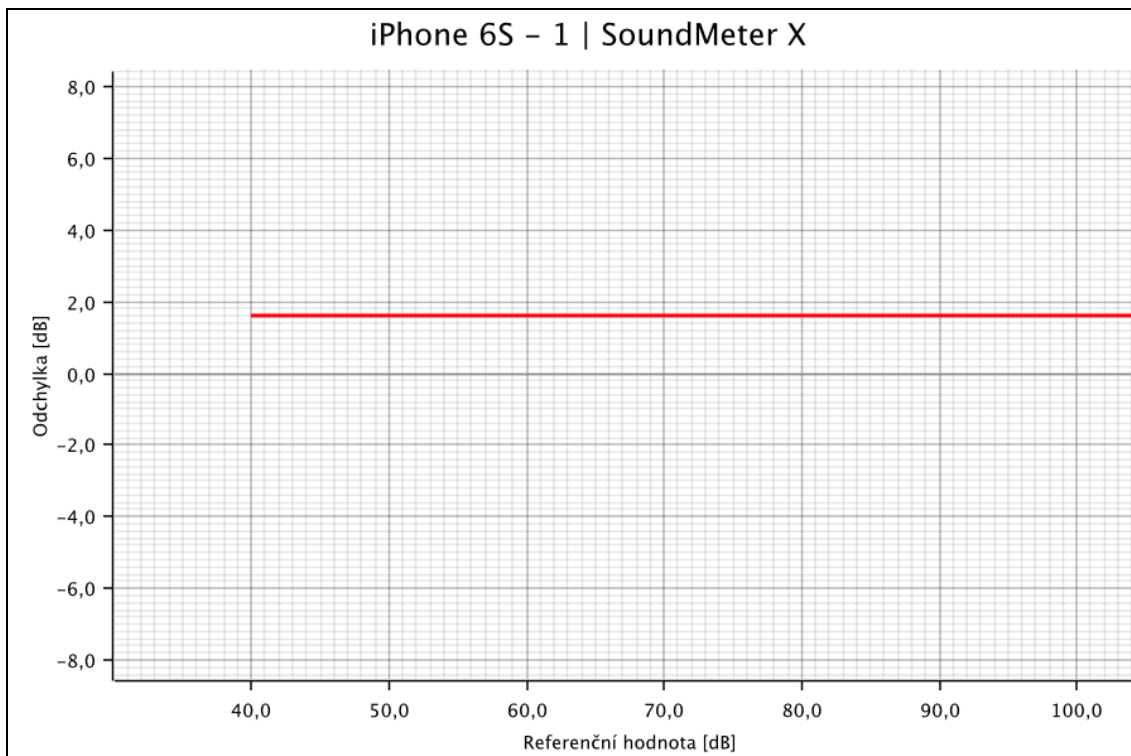
Graf 25: iPhone 6S - 2 | NIOSH - po kalibraci



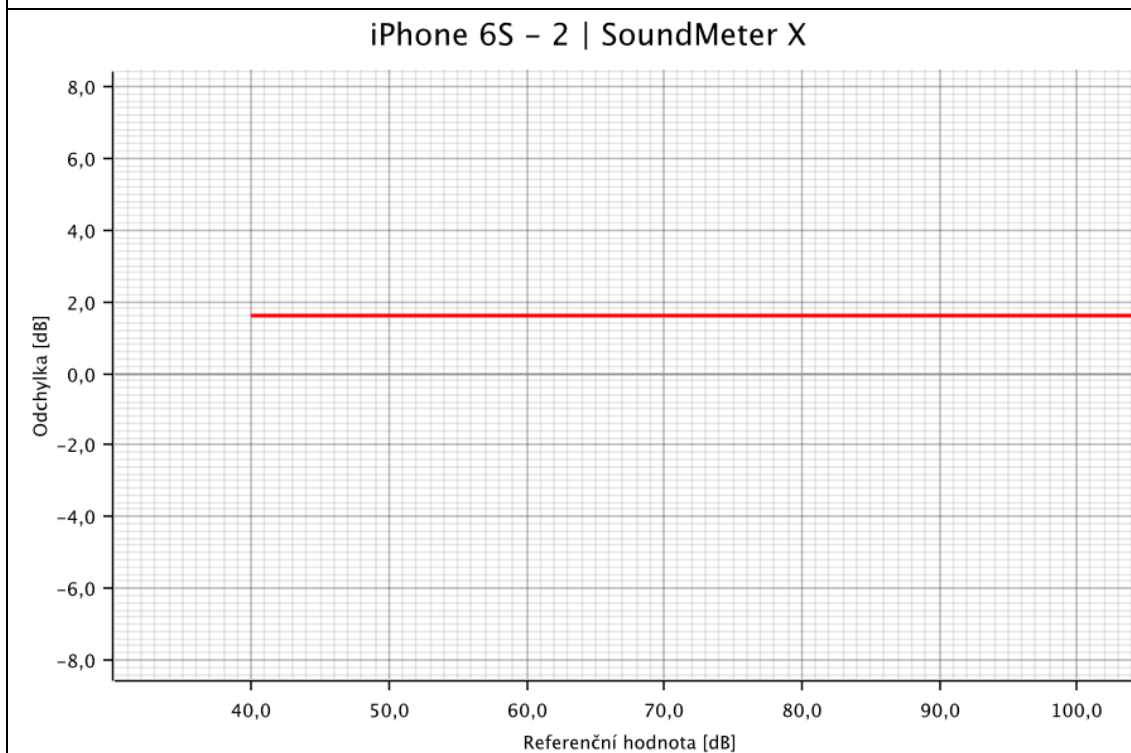
Graf 26: iPhone 6S - 1 | phyphox - po kalibraci



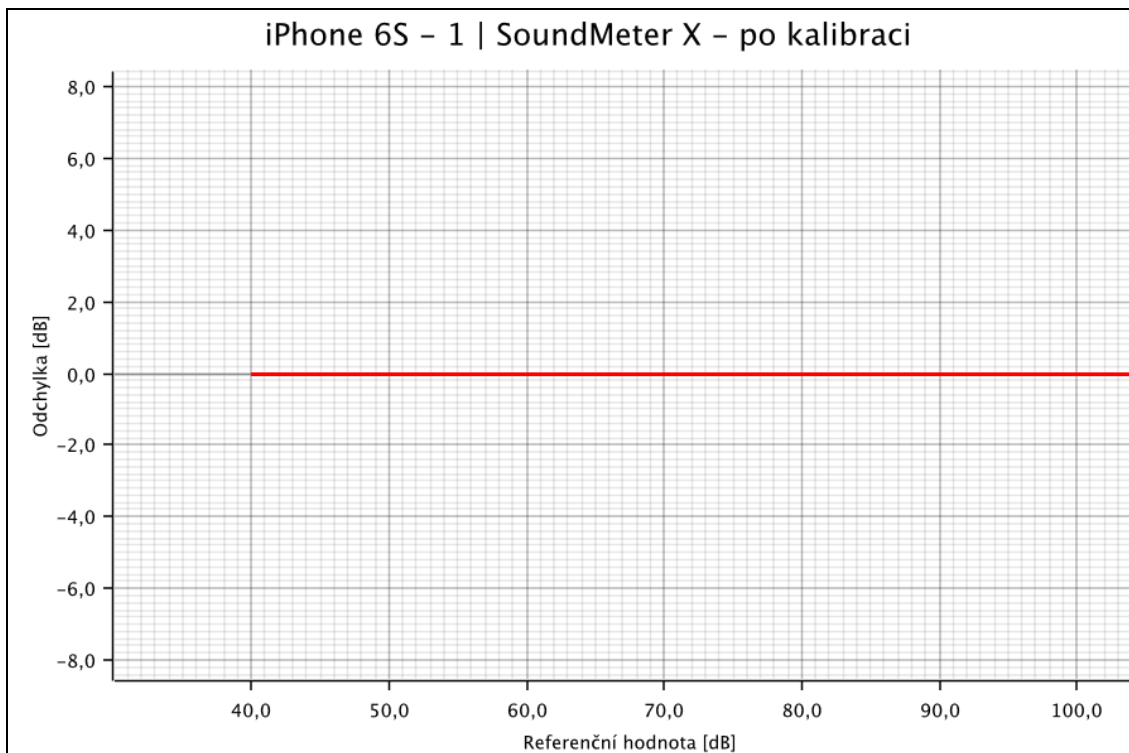
Graf 27: iPhone 6S - 2 | phyphox - po kalibraci



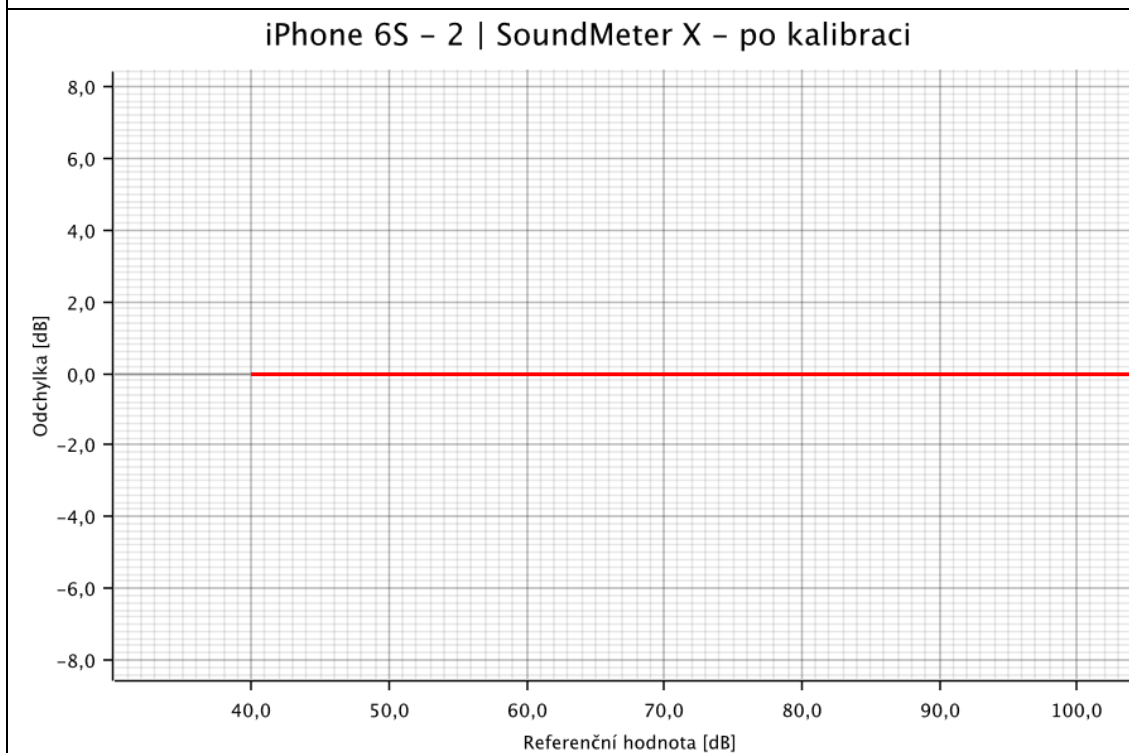
Graf 28: iPhone 6S - 1 | SoundMeter X



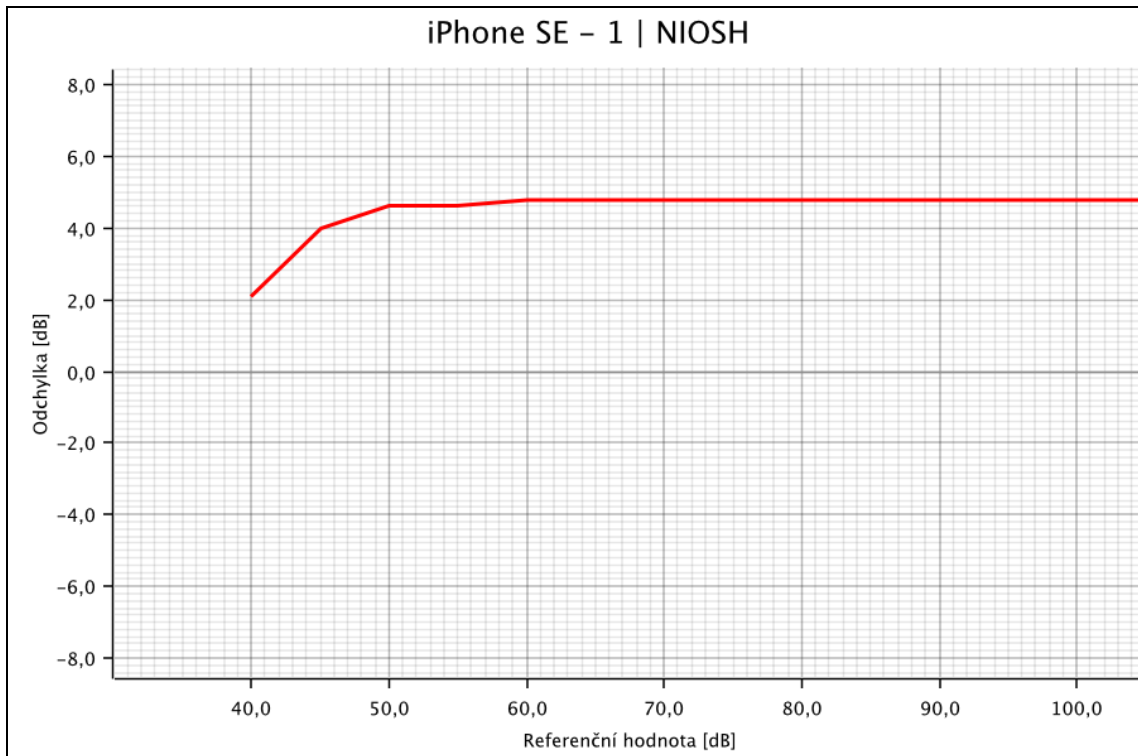
Graf 29: iPhone 6S - 2 | SoundMeter X



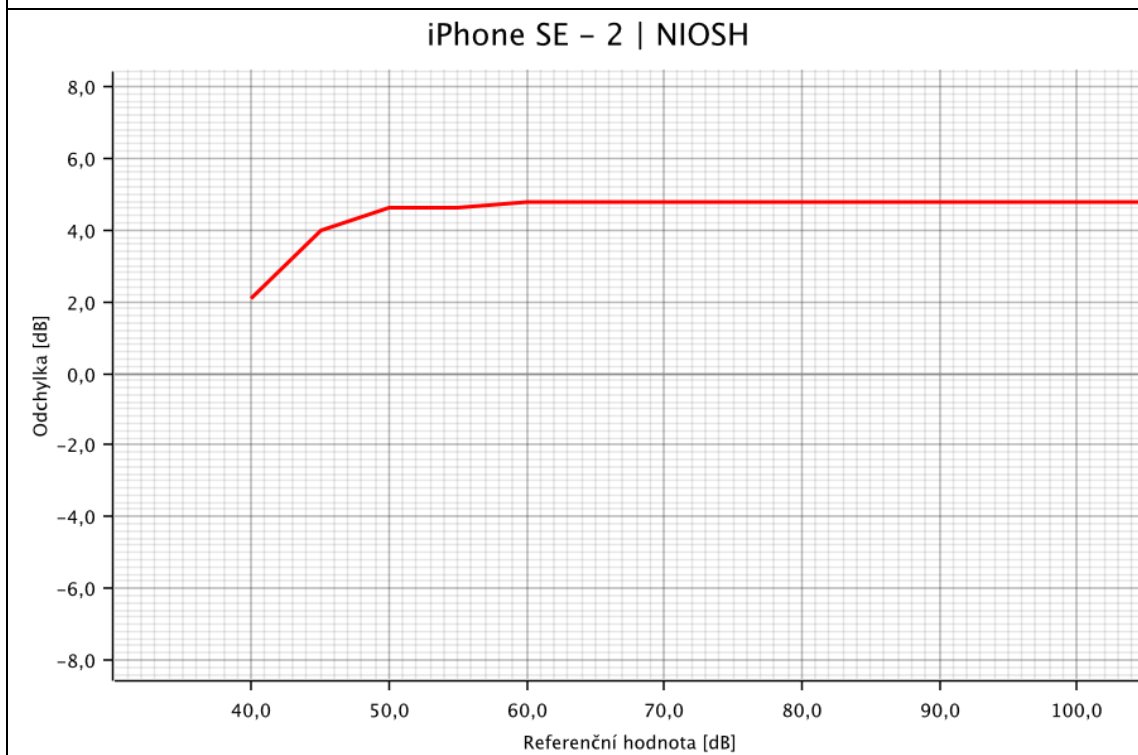
Graf 30: iPhone 6S - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



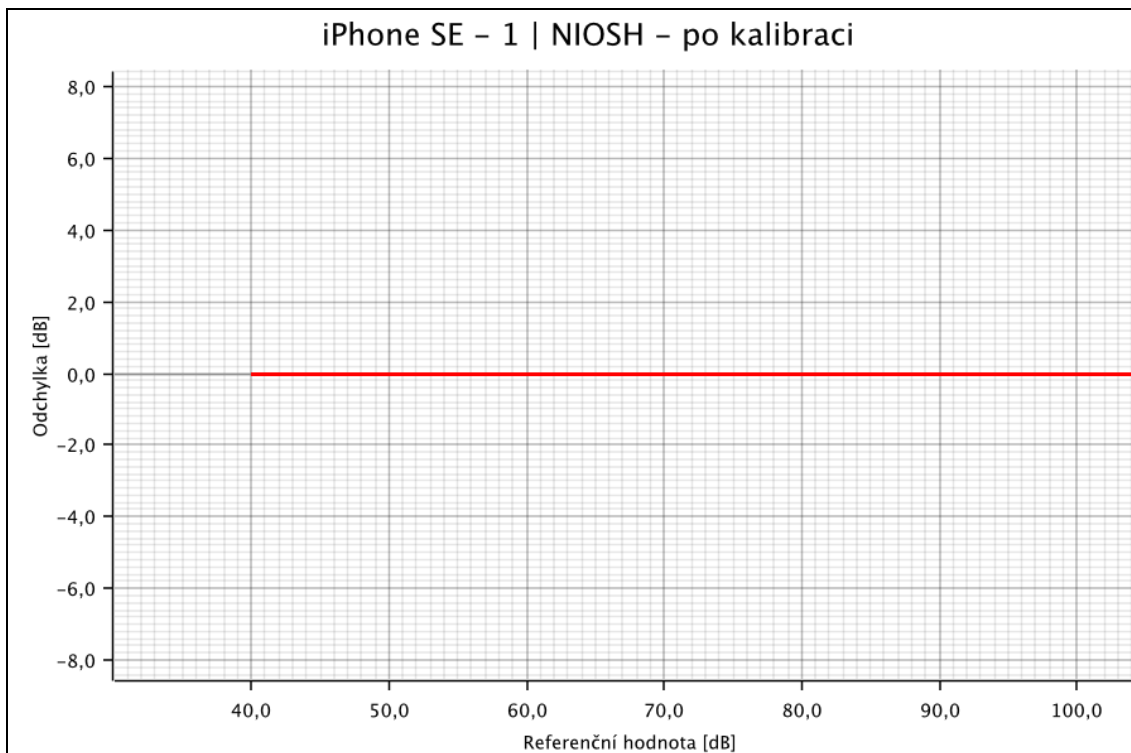
Graf 31: iPhone 6S - 2 | SoundMeter X - po kalibraci



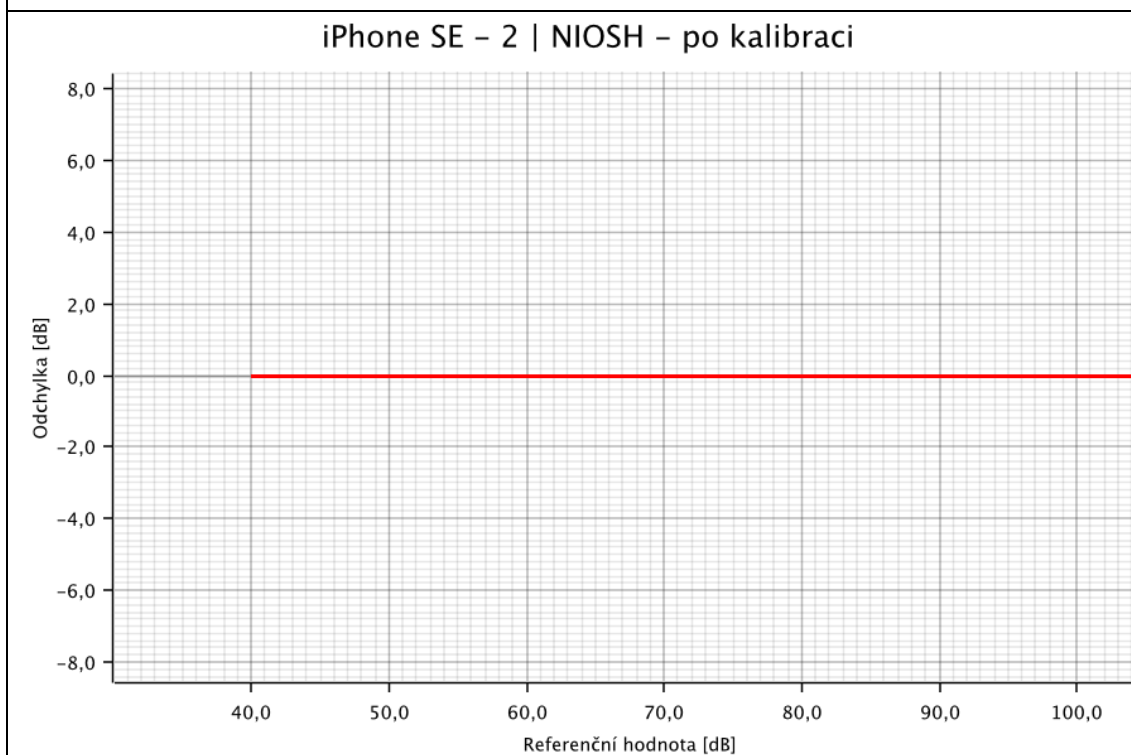
Graf 32: iPhone SE - 1 | NIOSH



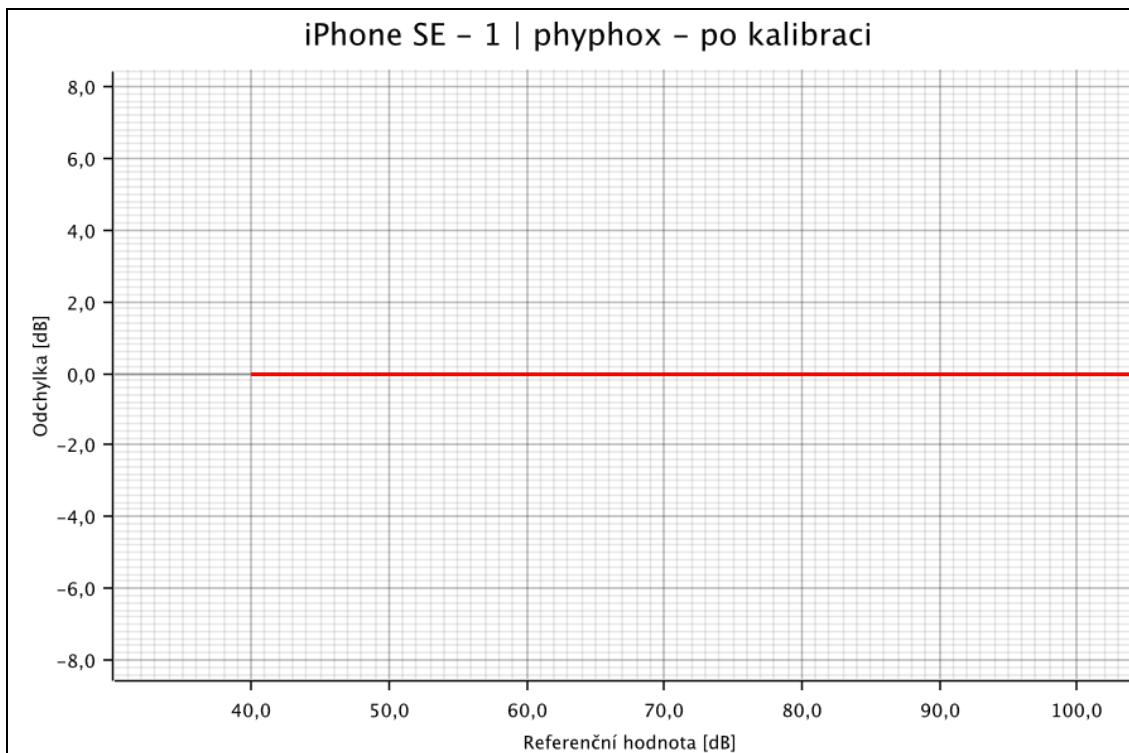
Graf 33: iPhone SE - 2 | NIOSH



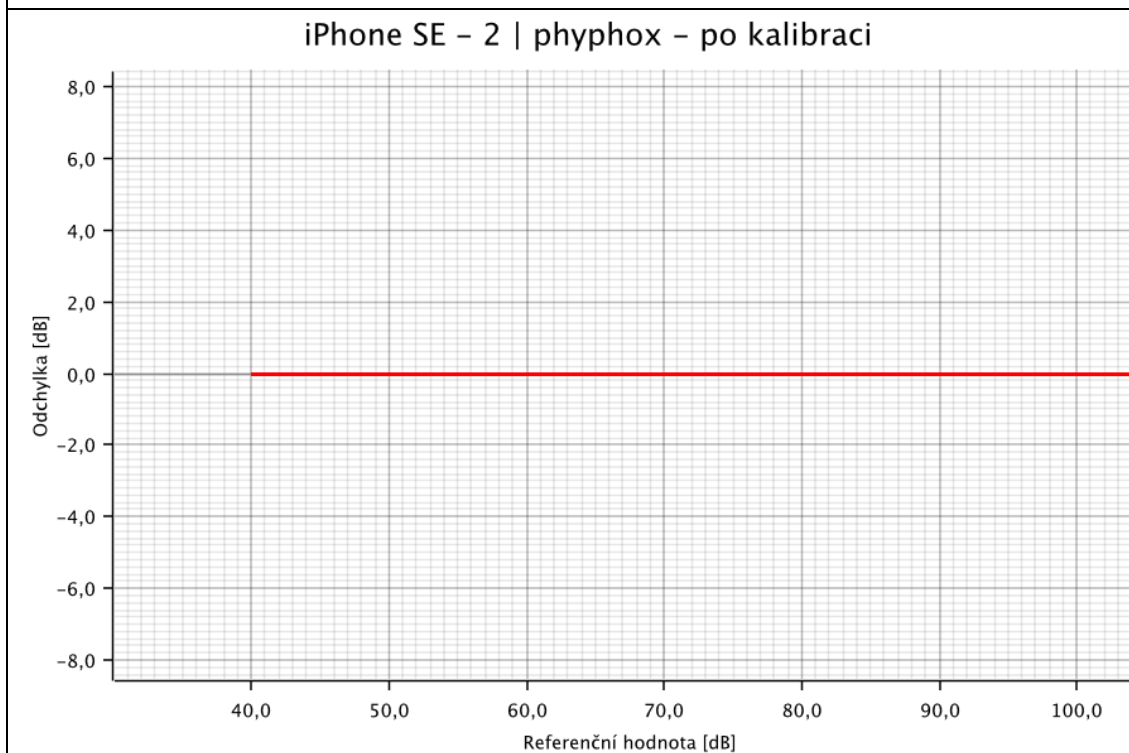
Graf 34: iPhone SE - 1 | NIOSH - po kalibraci



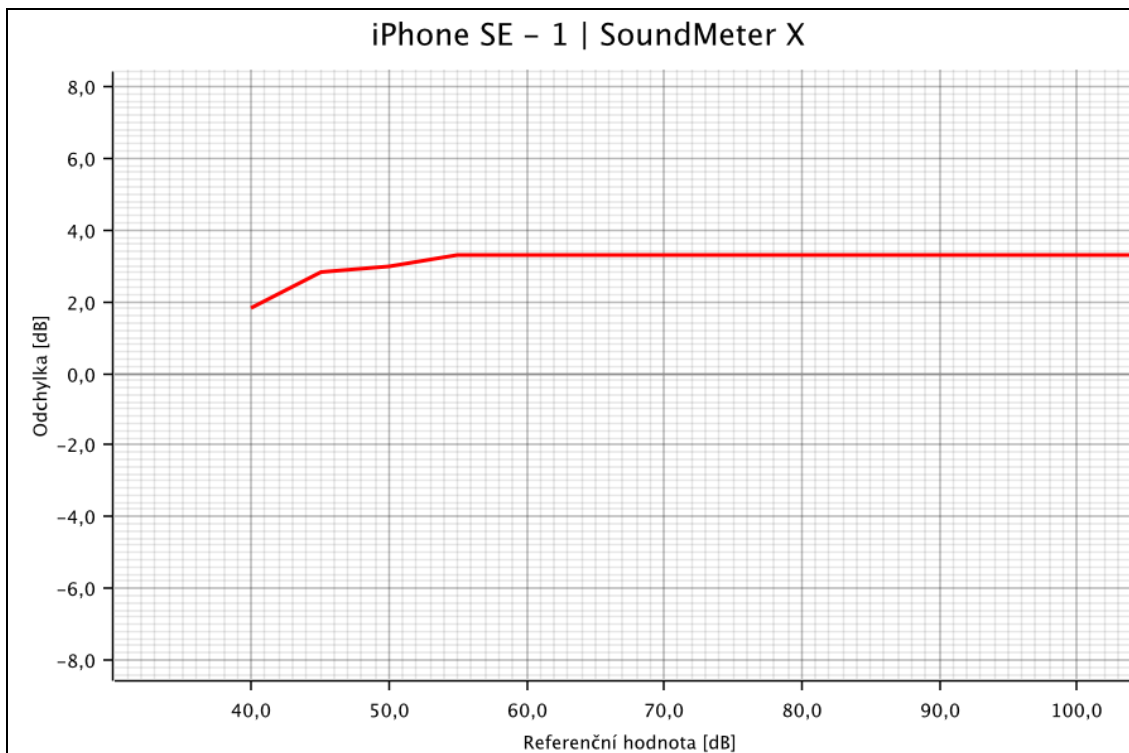
Graf 35: iPhone SE - 2 | NIOSH - po kalibraci



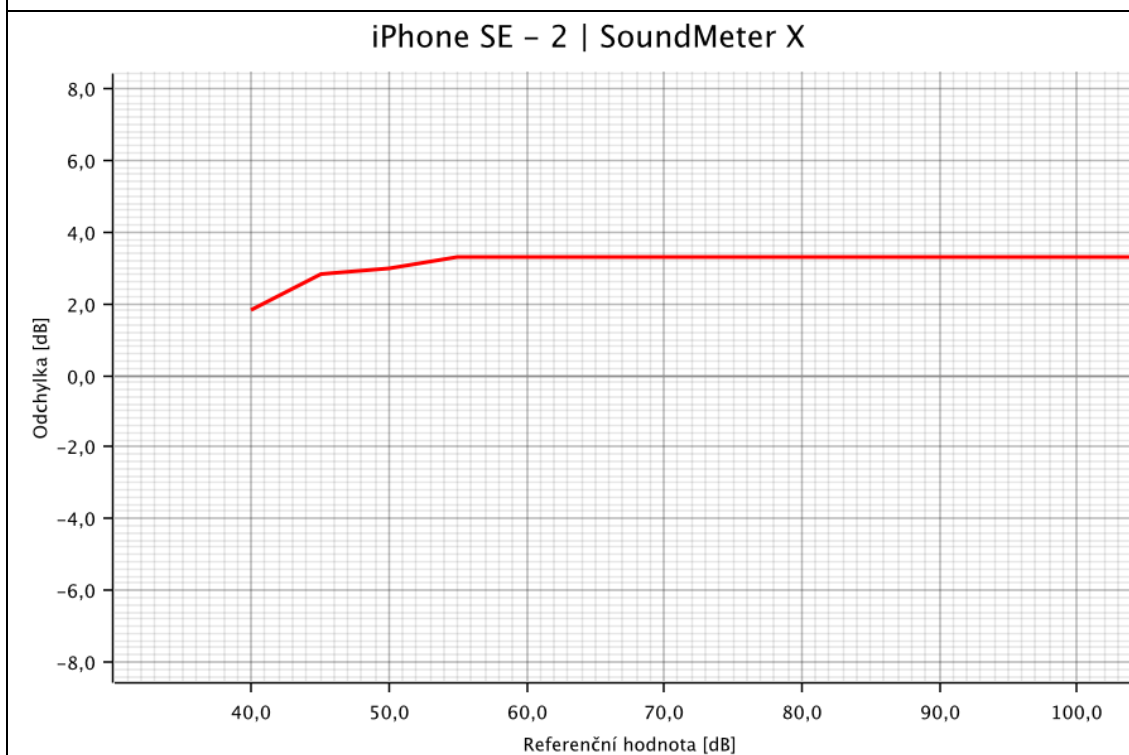
Graf 36: iPhone SE - 1 | phyphox - po kalibraci



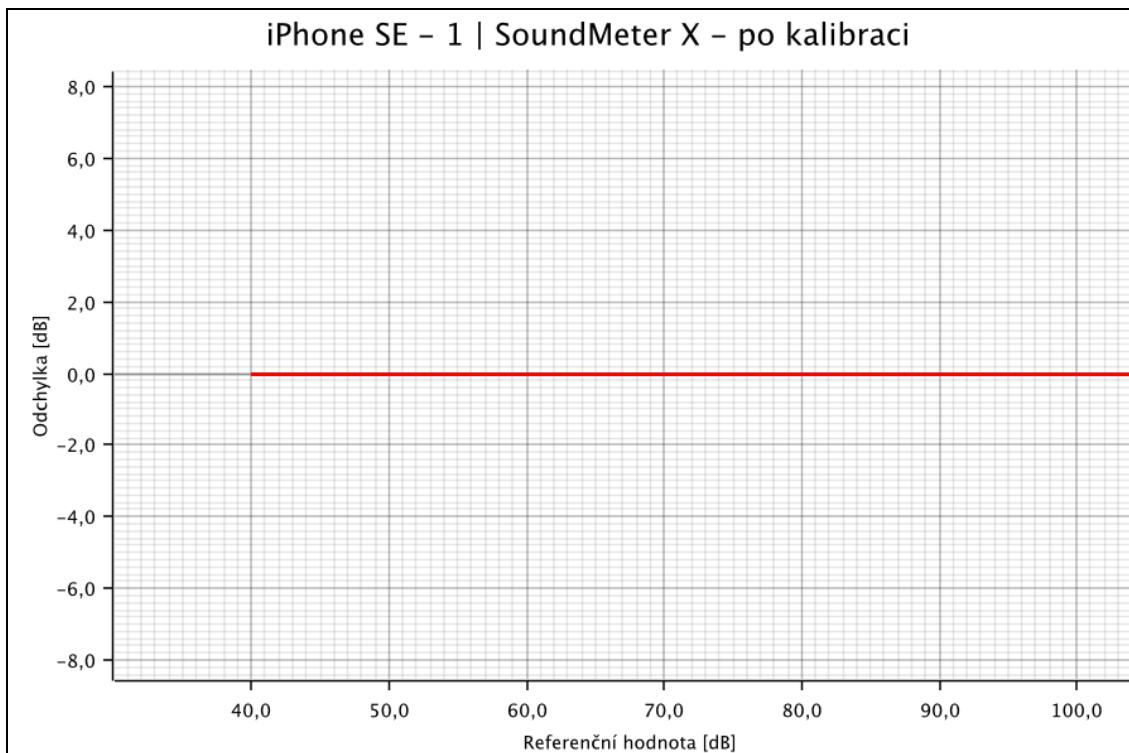
Graf 37: iPhone SE - 2 | phyphox - po kalibraci



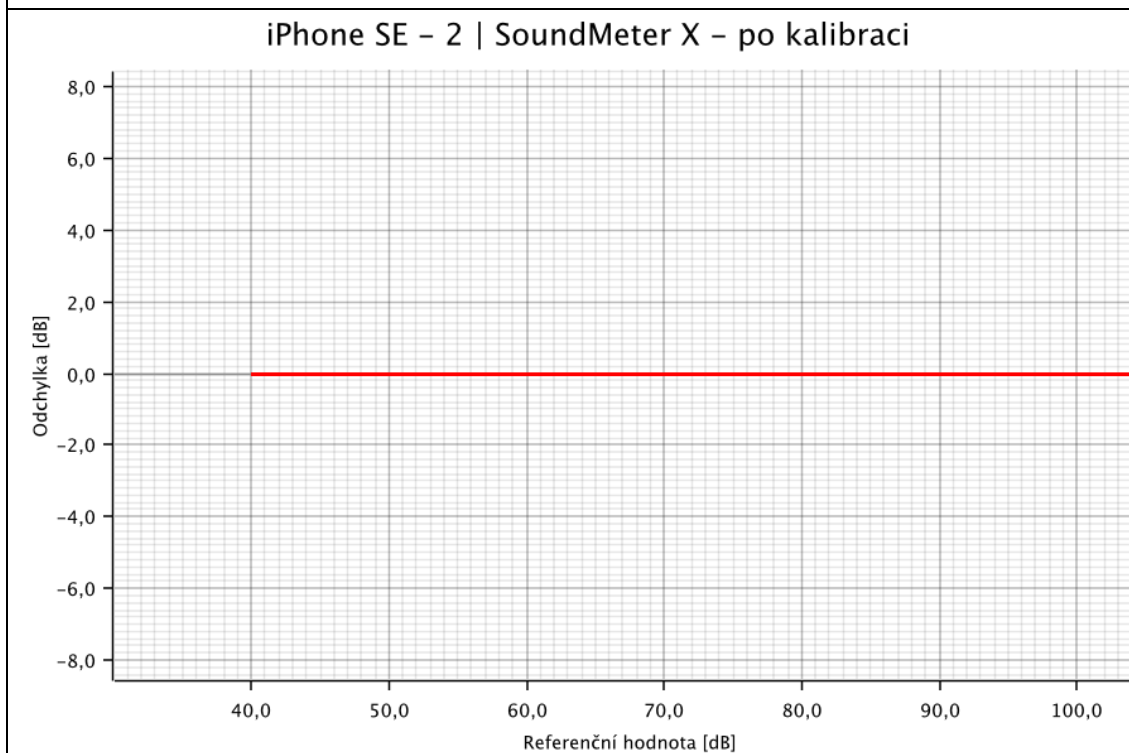
Graf 38: iPhone SE - 1 | SoundMeter X



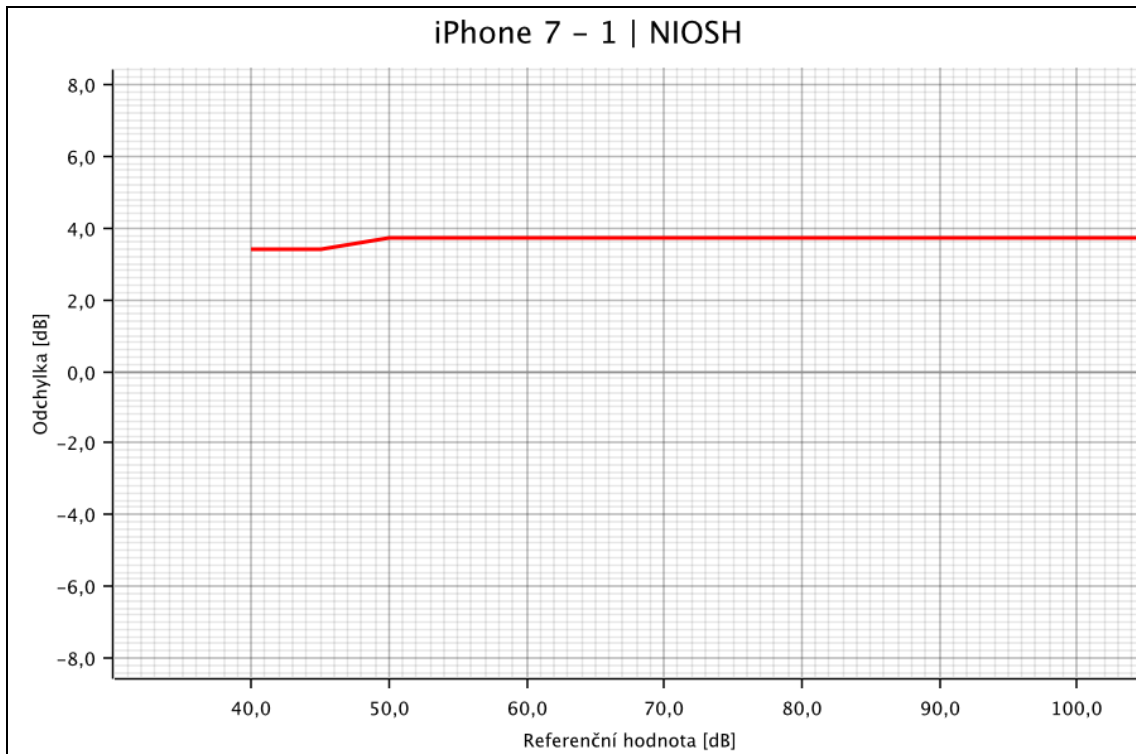
Graf 39: iPhone SE - 2 | SoundMeter X



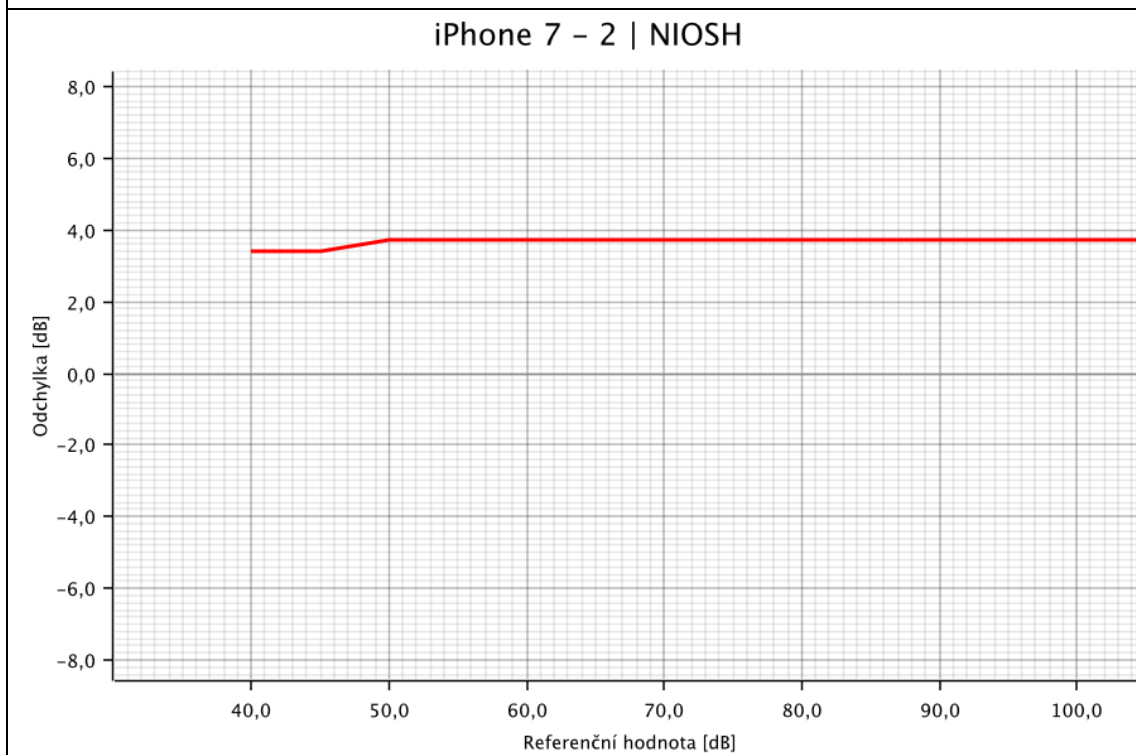
Graf 40: iPhone SE - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



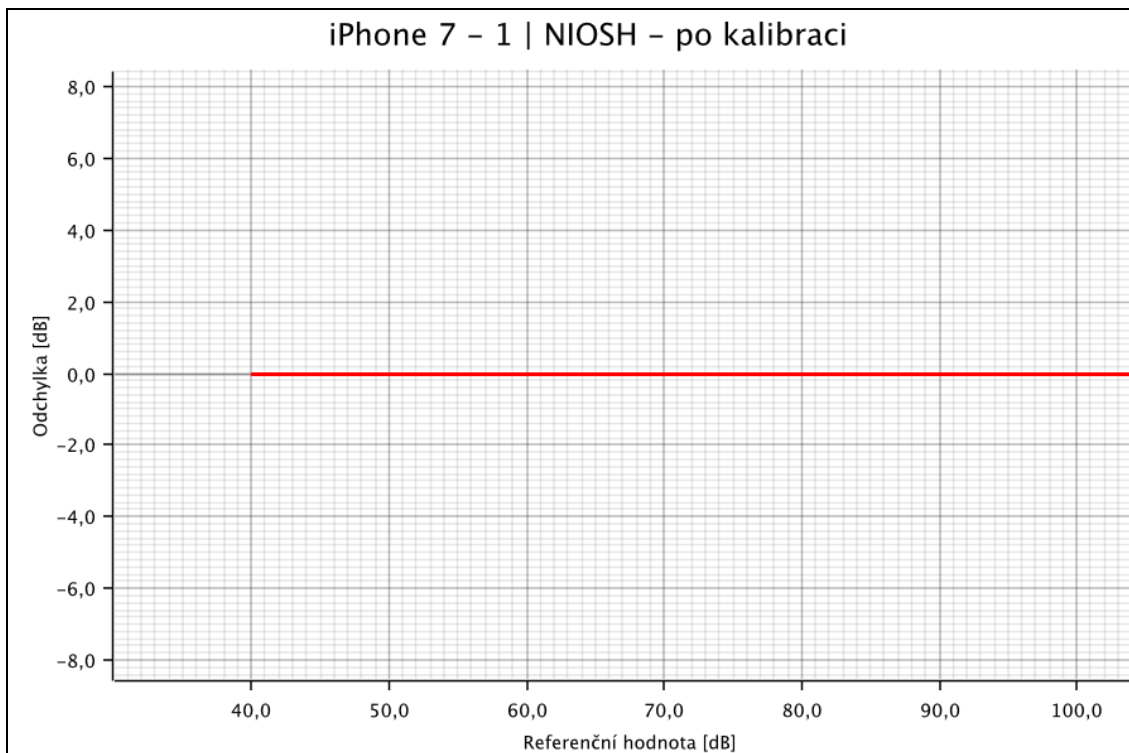
Graf 41: iPhone SE - 2 | SoundMeter X - po kalibraci



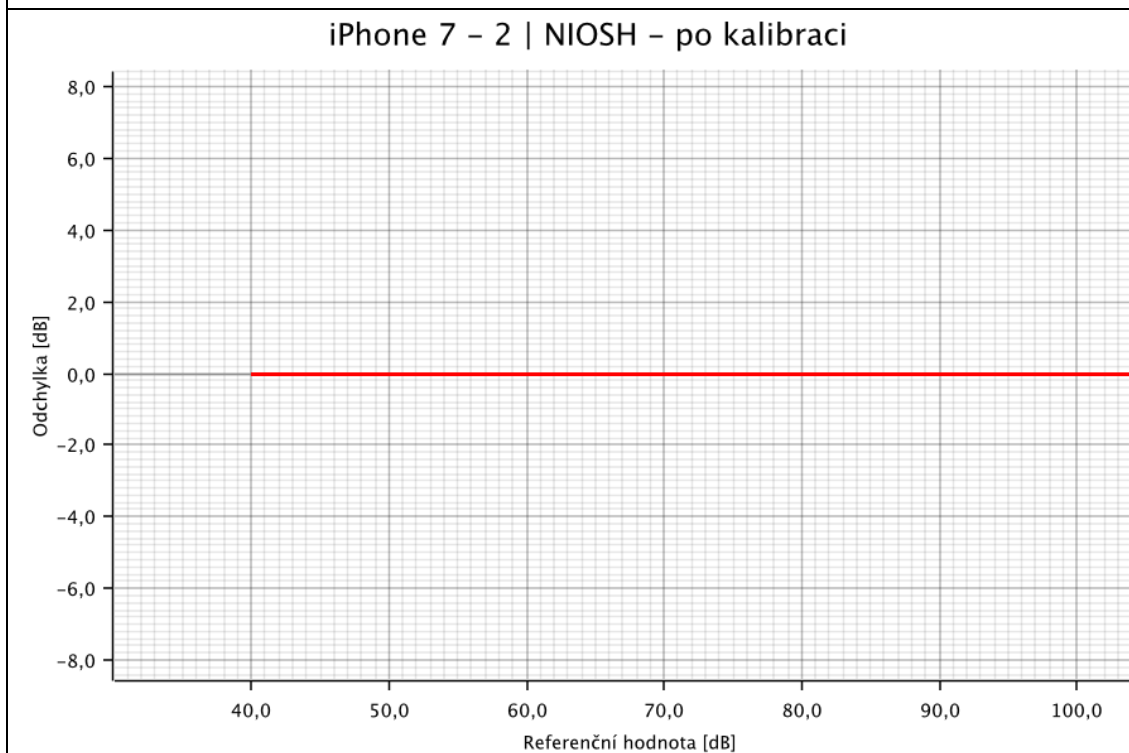
Graf 42: iPhone 7 -1 | NIOSH



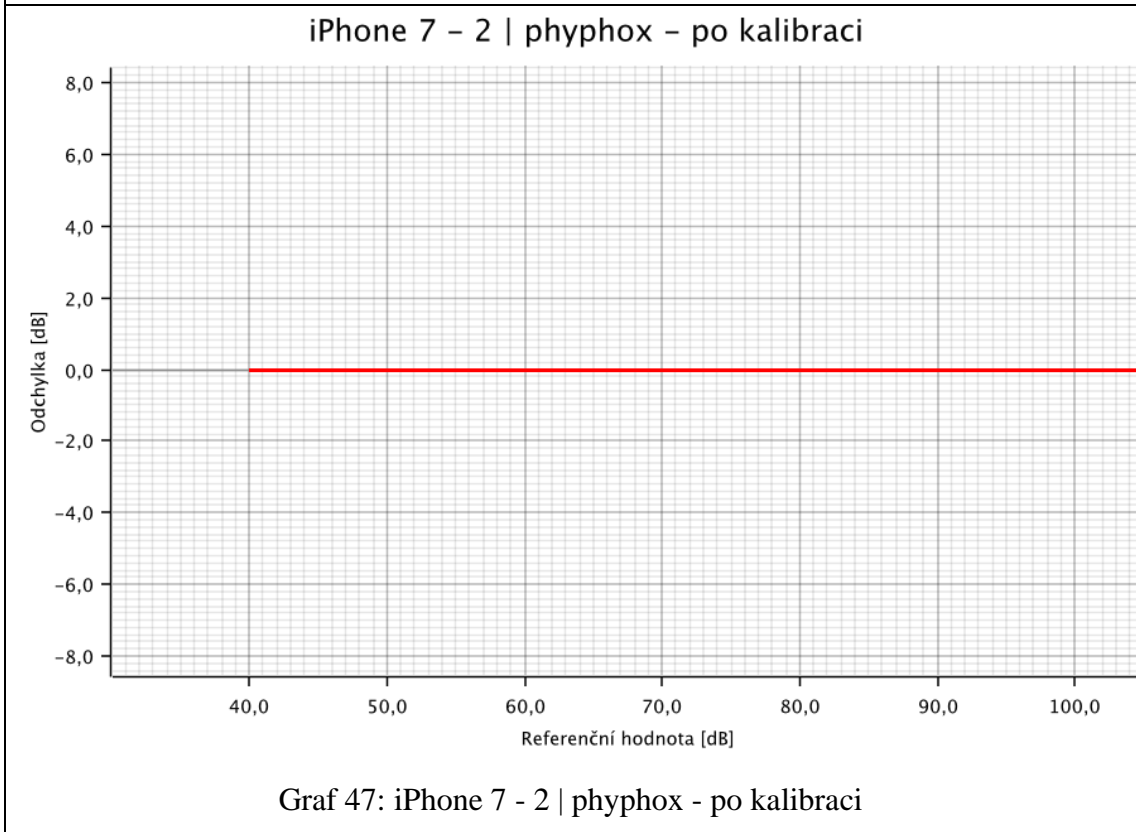
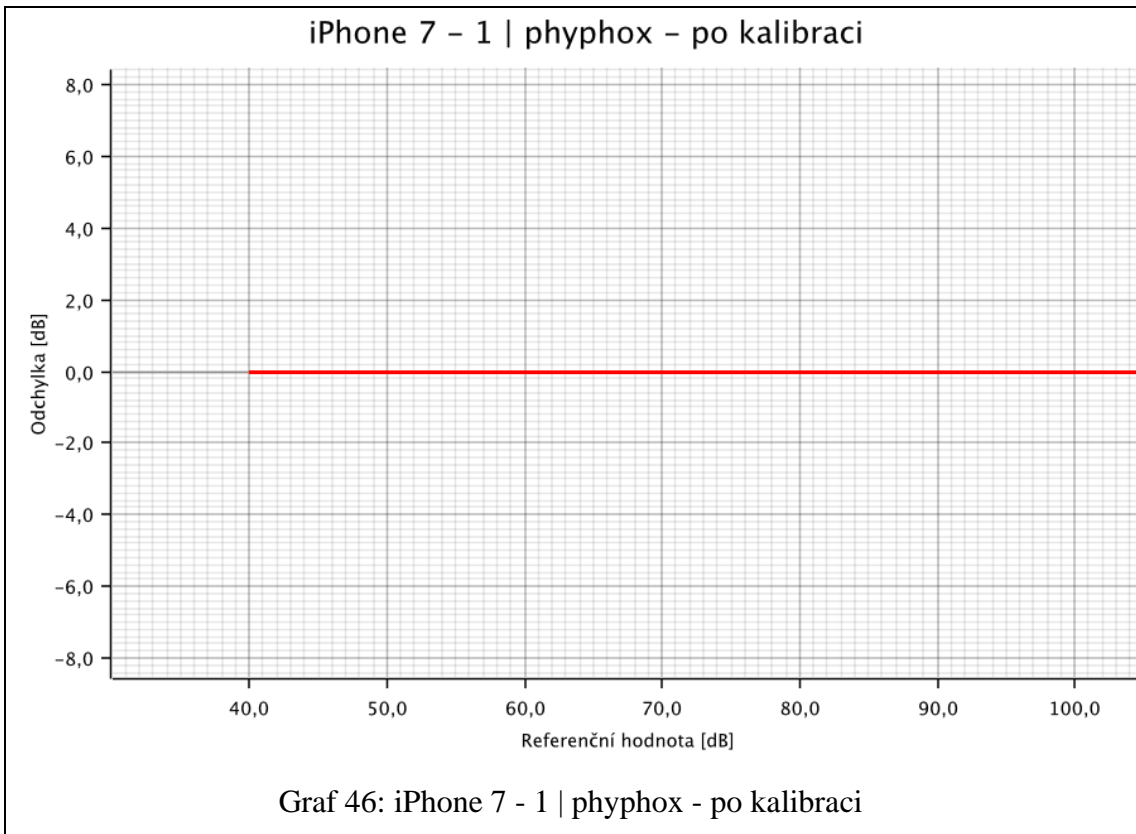
Graf 43: iPhone 7 - 2 | NIOSH

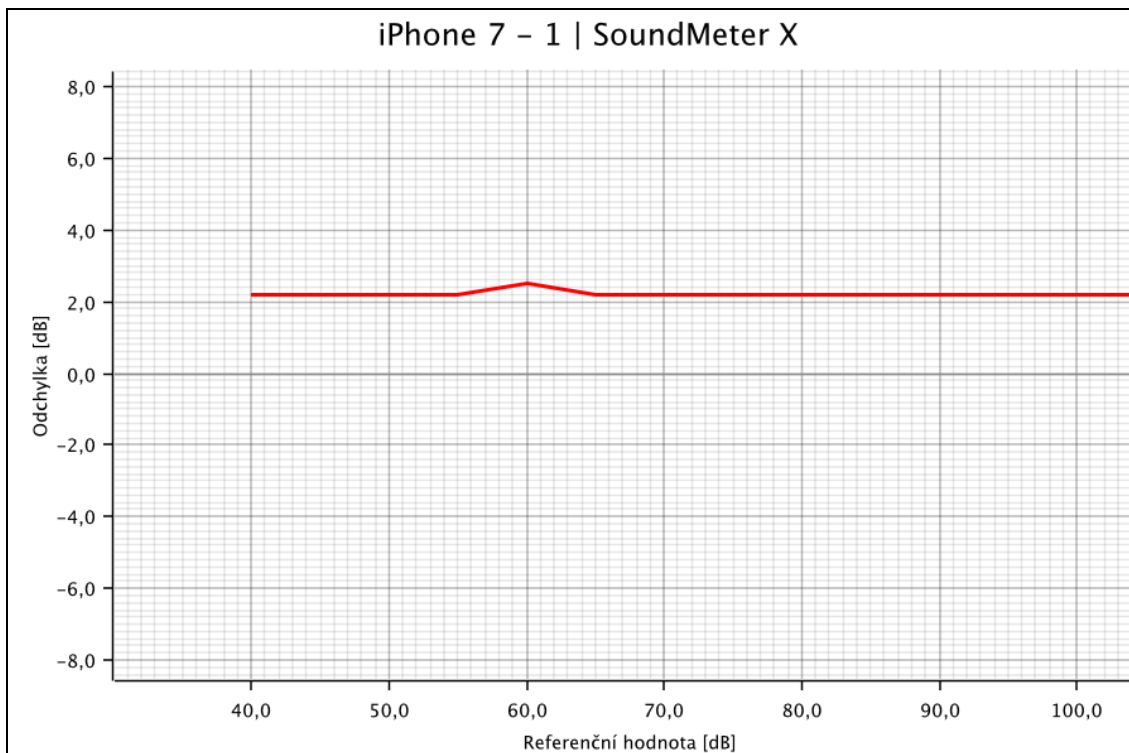


Graf 44: iPhone 7 - 1 | NIOSH - po kalibraci

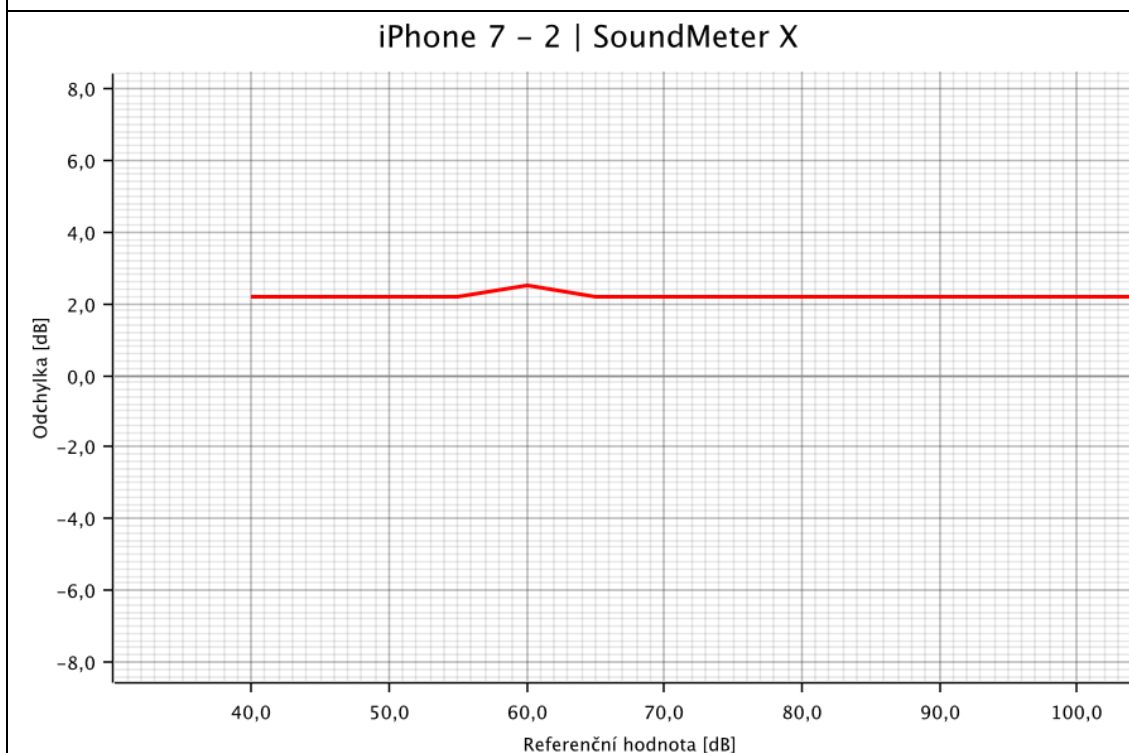


Graf 45: iPhone 7 - 2 | NIOSH - po kalibraci

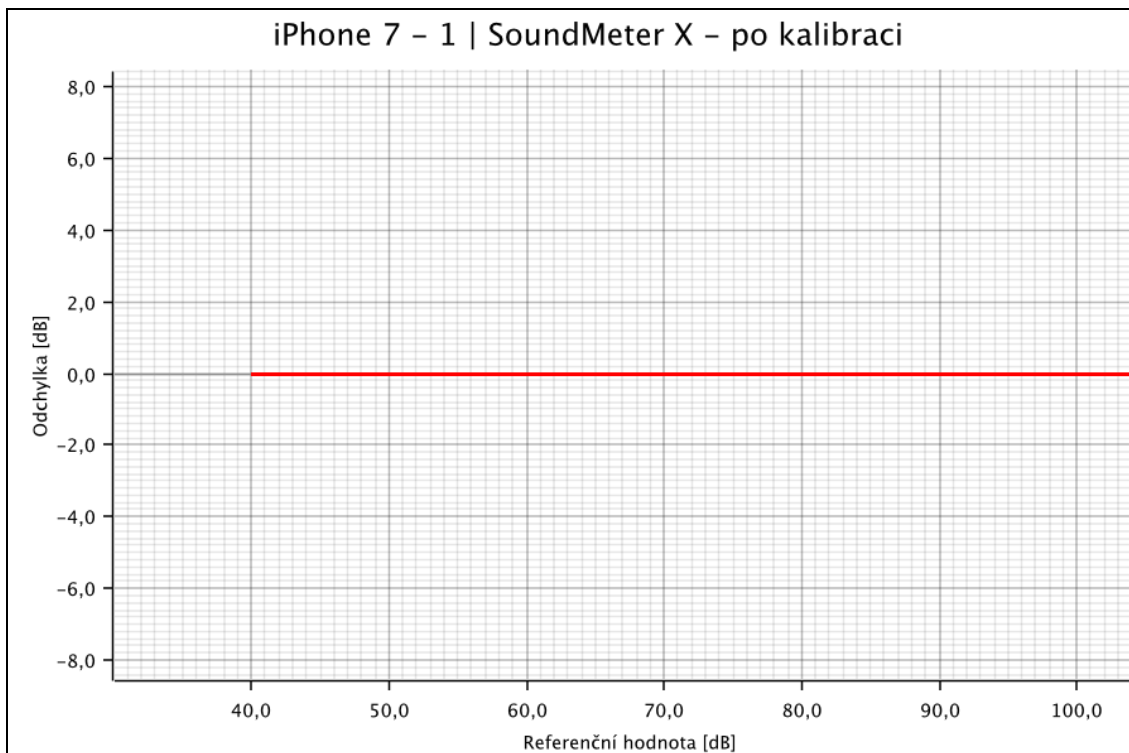




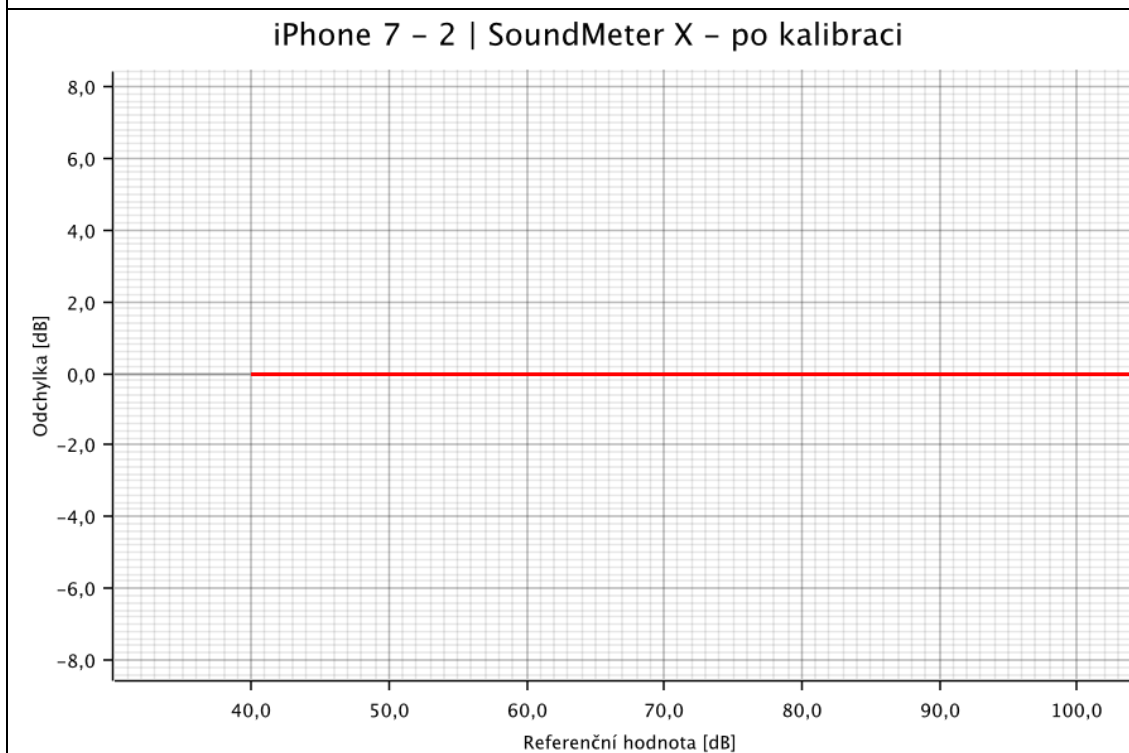
Graf 48: iPhone 7 - 1 | SoundMeter X



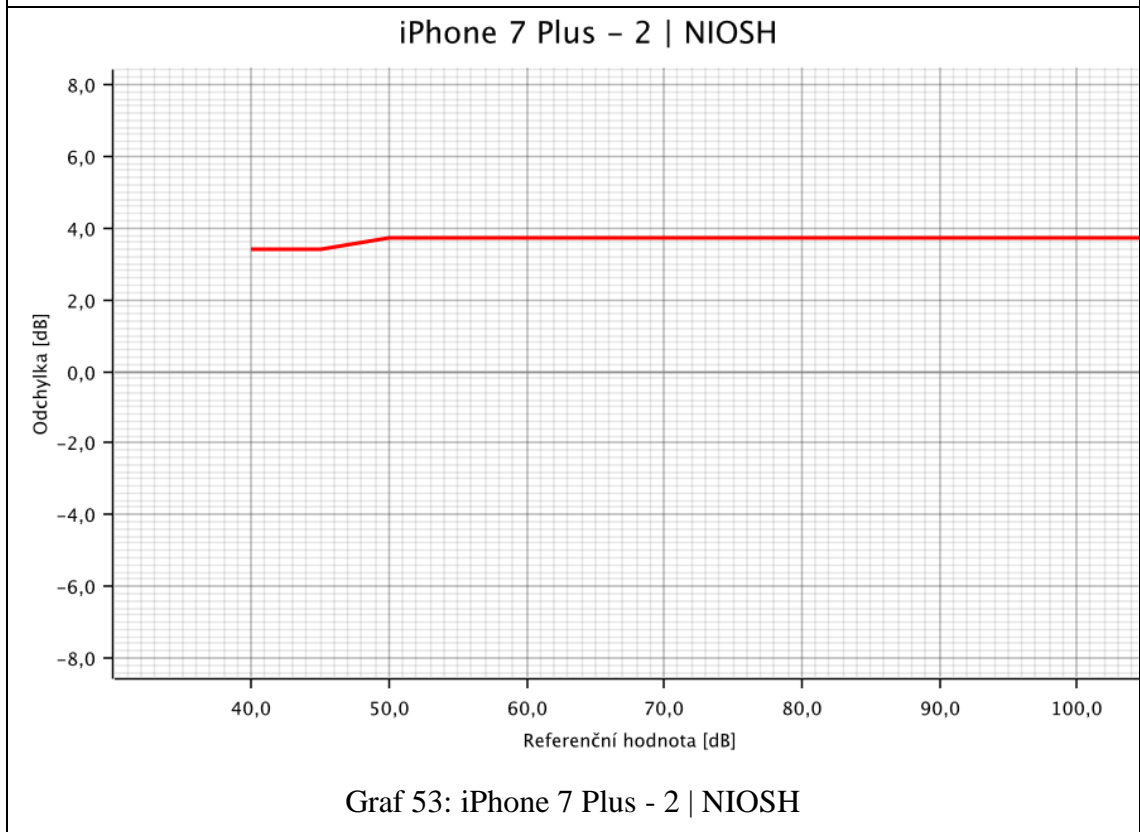
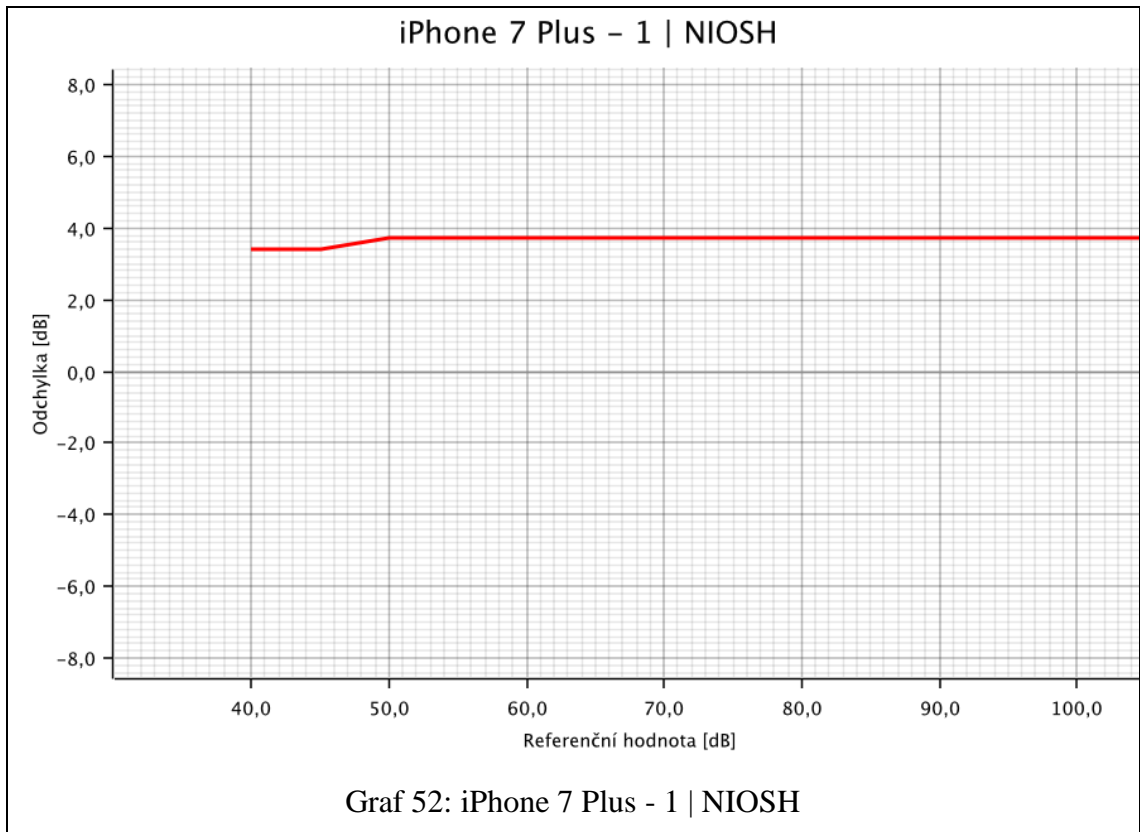
Graf 49: iPhone 7 - 2 | SoundMeter X

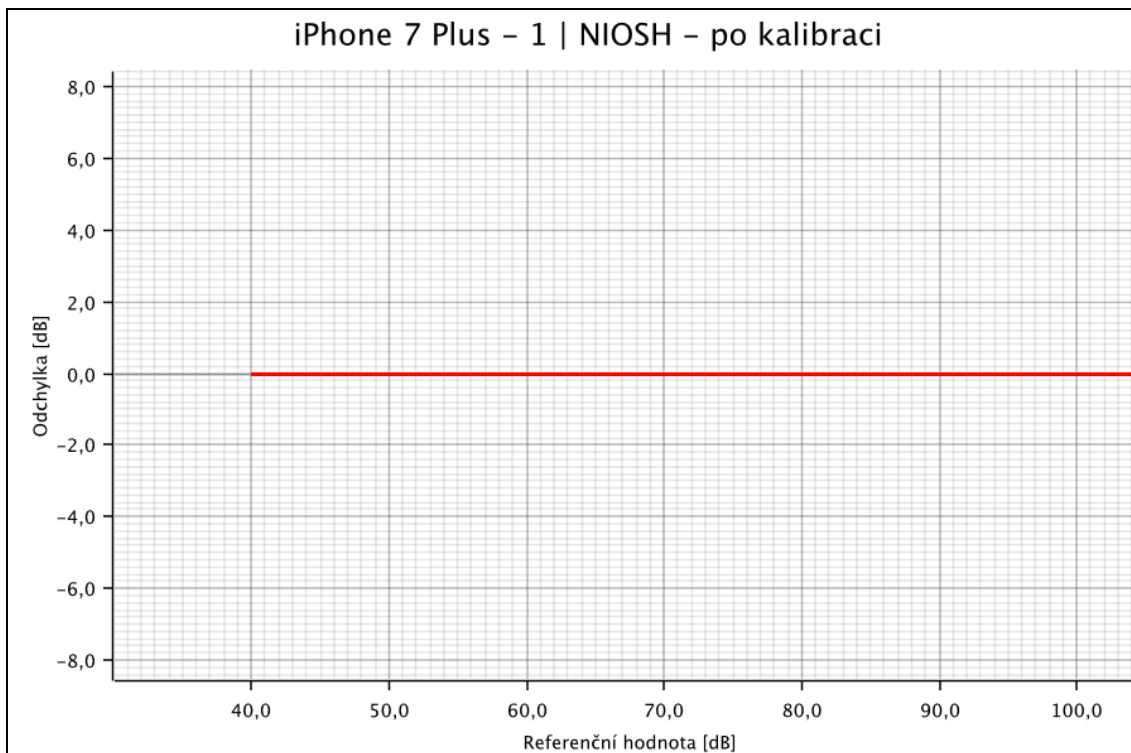


Graf 50: iPhone 7 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci

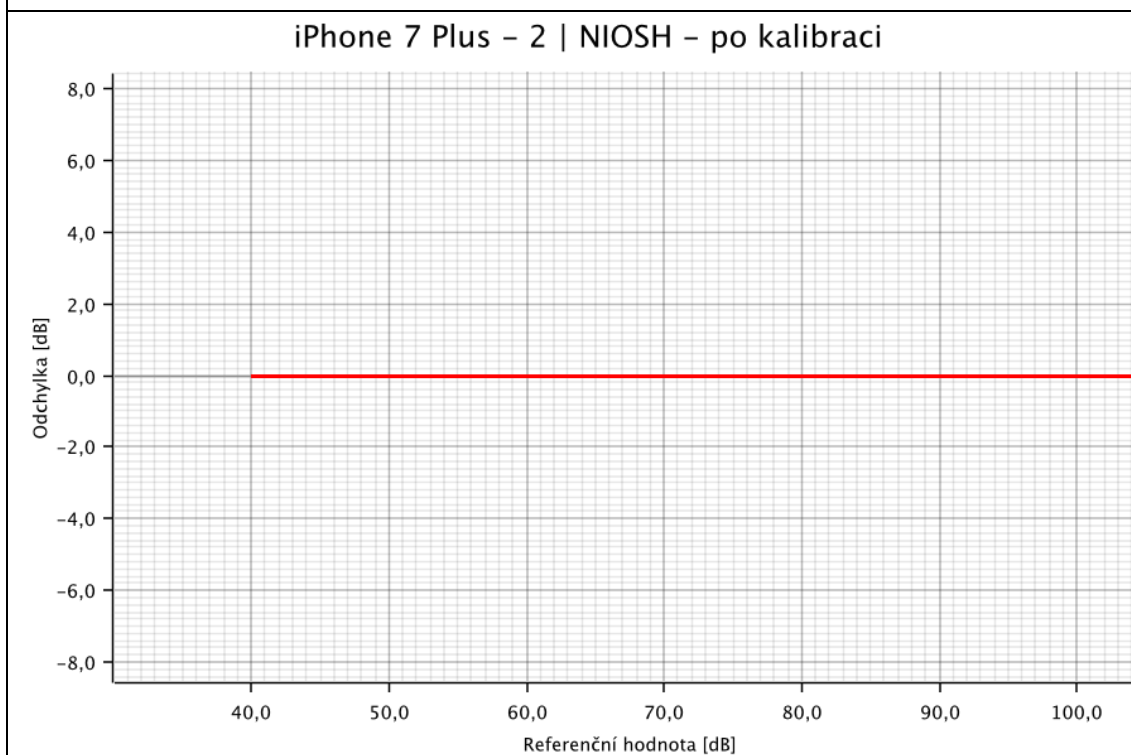


Graf 51: iPhone 7 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

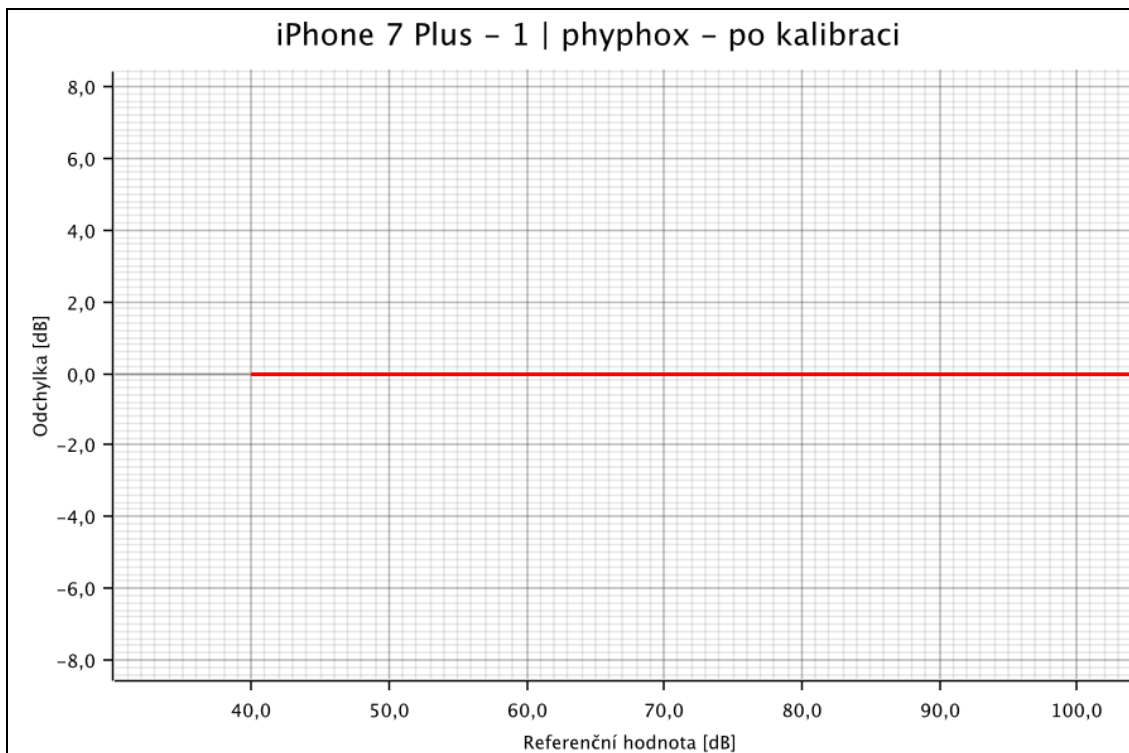




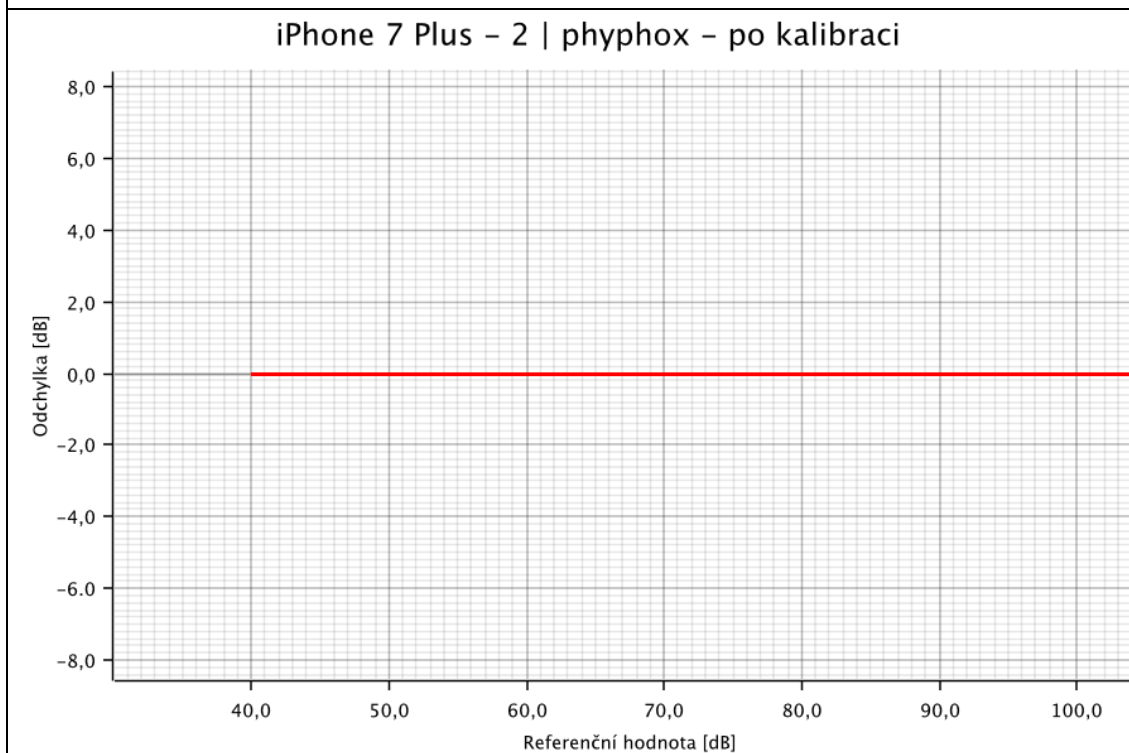
Graf 54: iPhone 7 Plus - 1 | NIOSH - po kalibraci



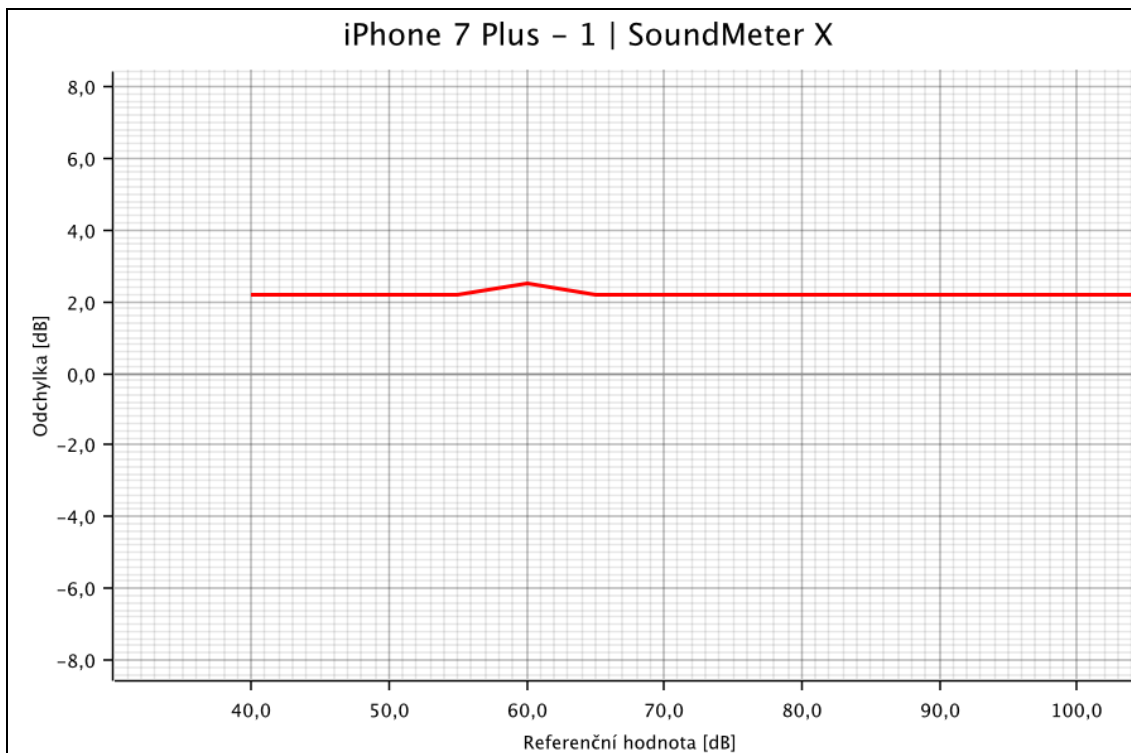
Graf 55: iPhone 7 Plus - 2 | NIOSH - po kalibraci



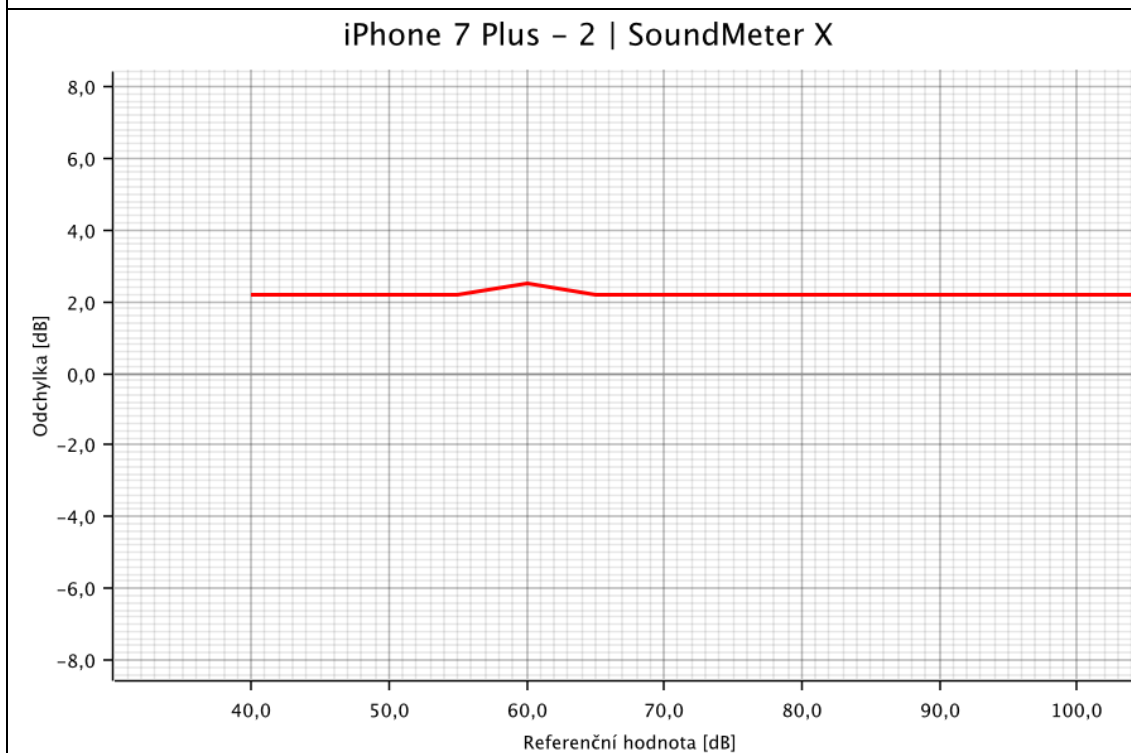
Graf 56: iPhone 7 Plus - 1 | phyphox - po kalibraci



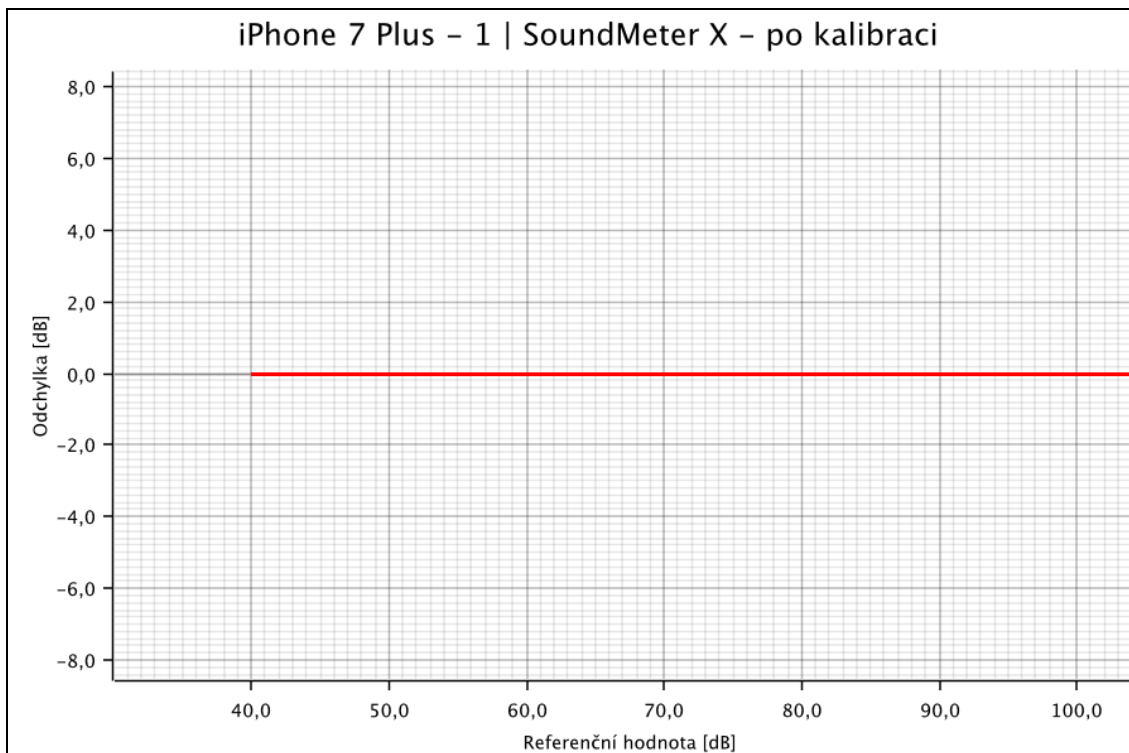
Graf 57: iPhone 7 Plus - 2 | phyphox - po kalibraci



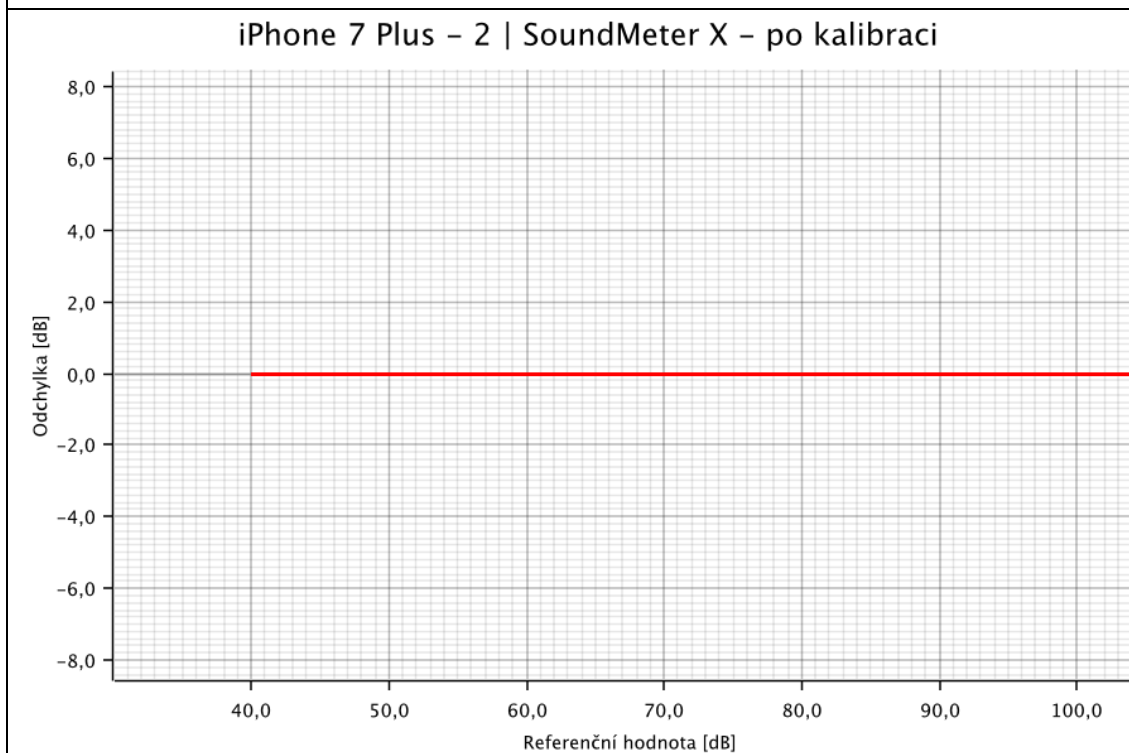
Graf 58: iPhone 7 Plus - 1 | SoundMeter X



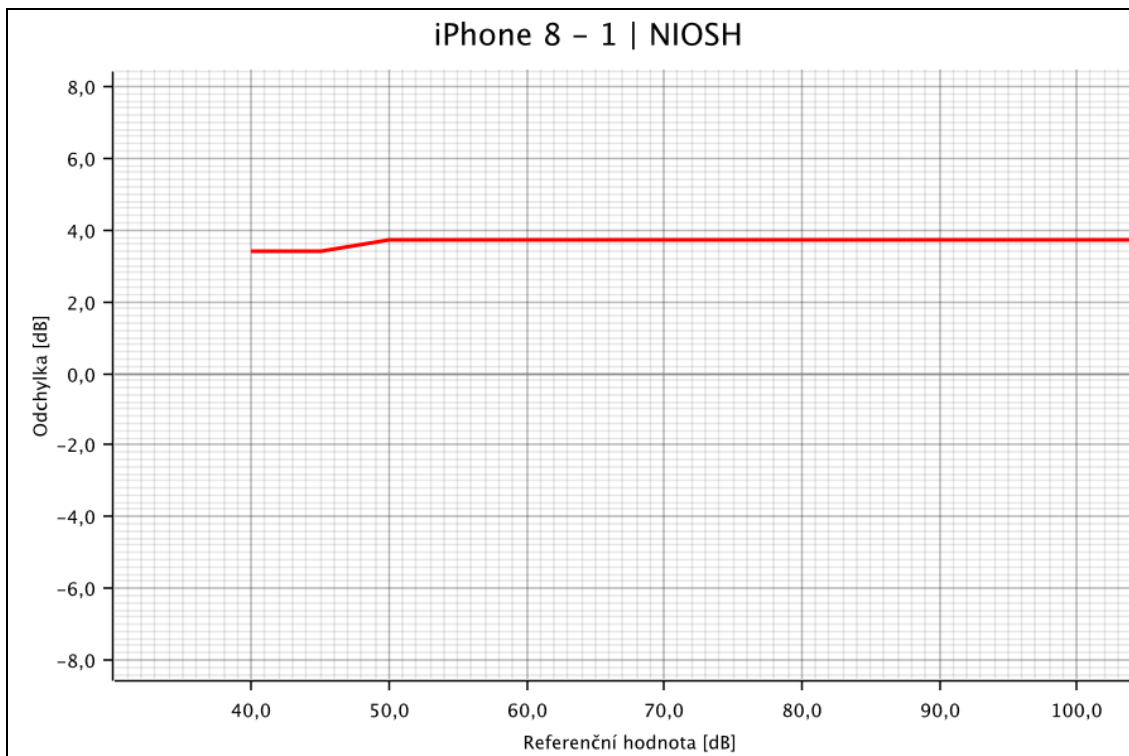
Graf 59: iPhone 7 Plus - 2 | SoundMeter X



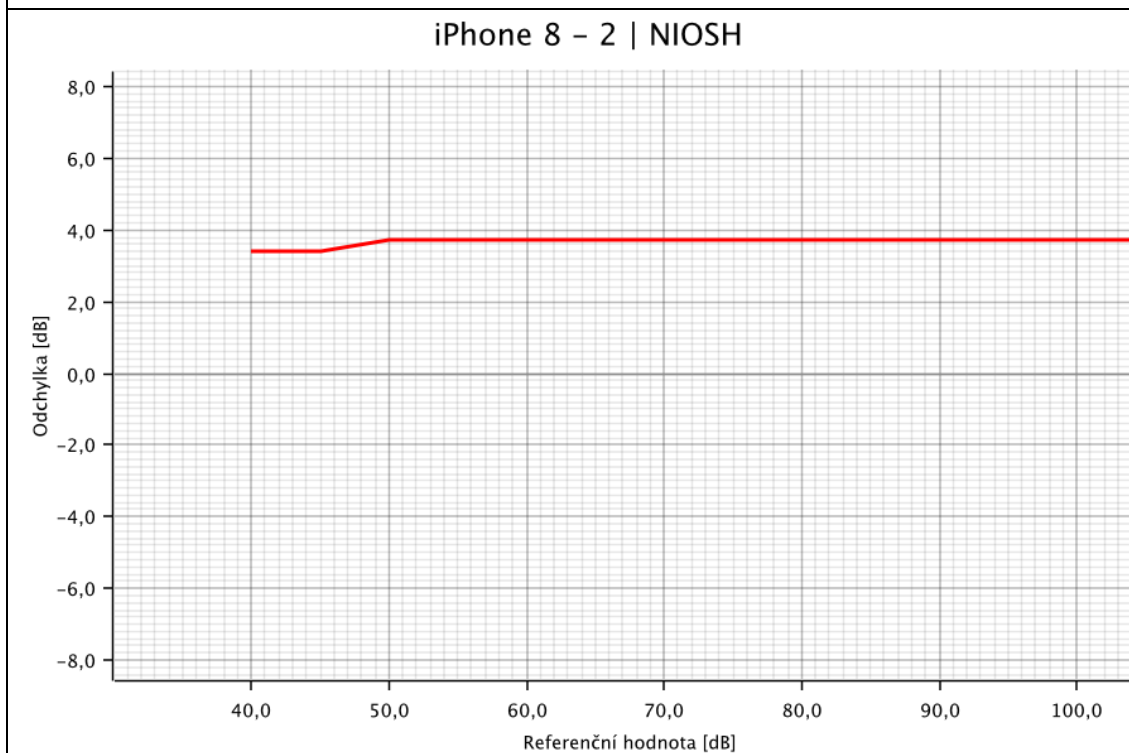
Graf 60: iPhone 7 Plus - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



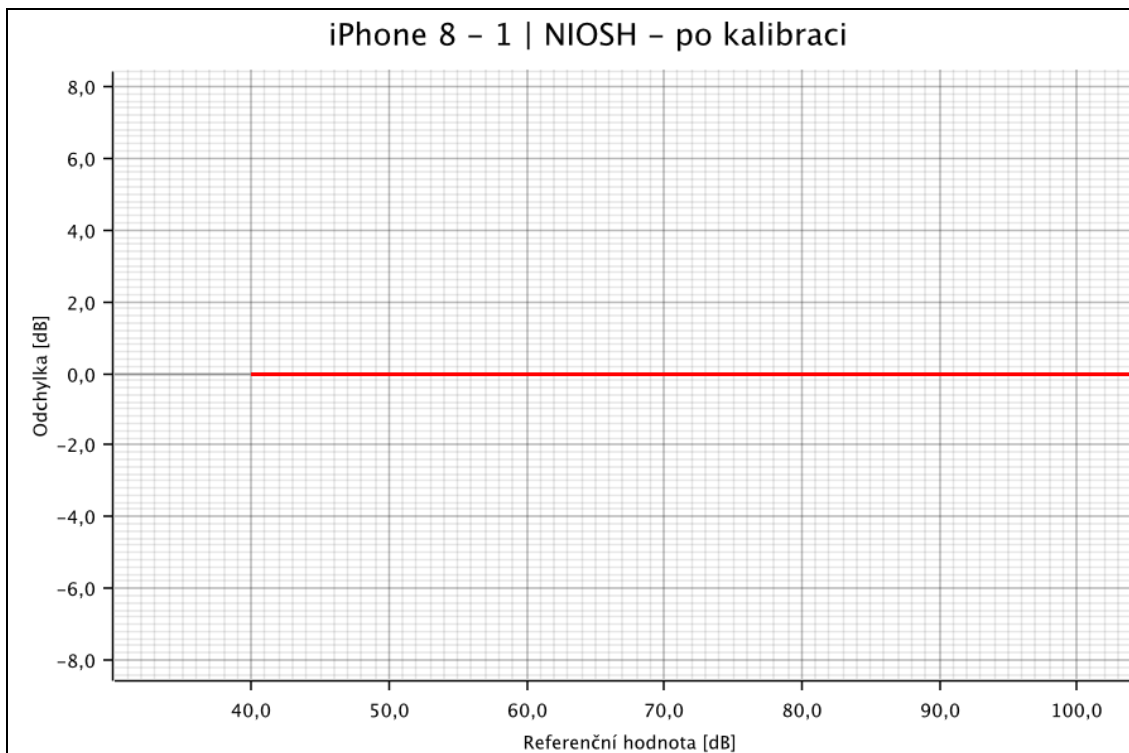
Graf 61: iPhone 7 Plus - 2 | SoundMeter X - po kalibraci



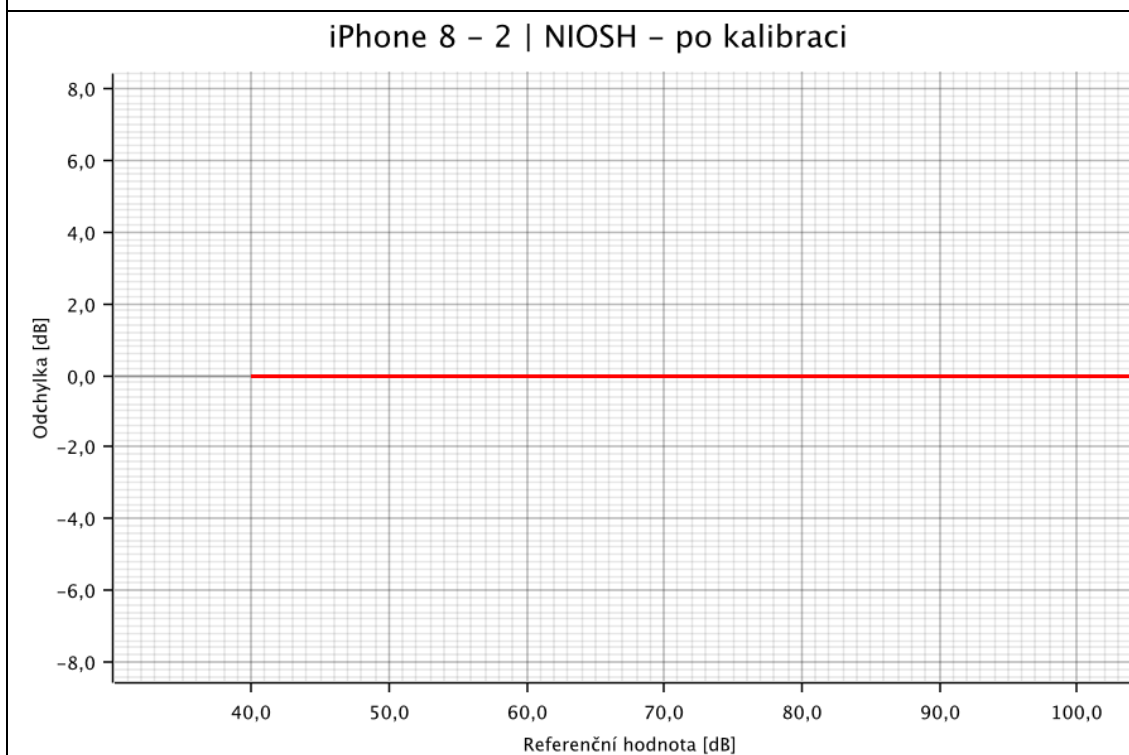
Graf 62: iPhone 8 - 1 | NIOSH



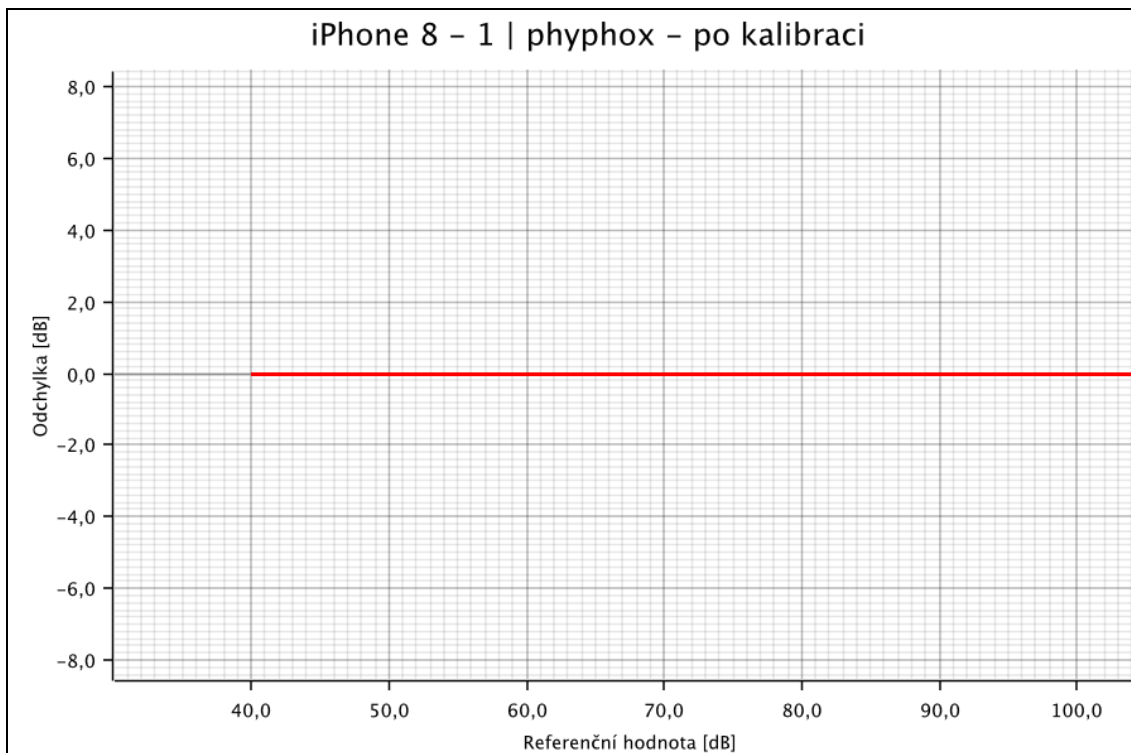
Graf 63: iPhone 8 - 2 | NIOSH



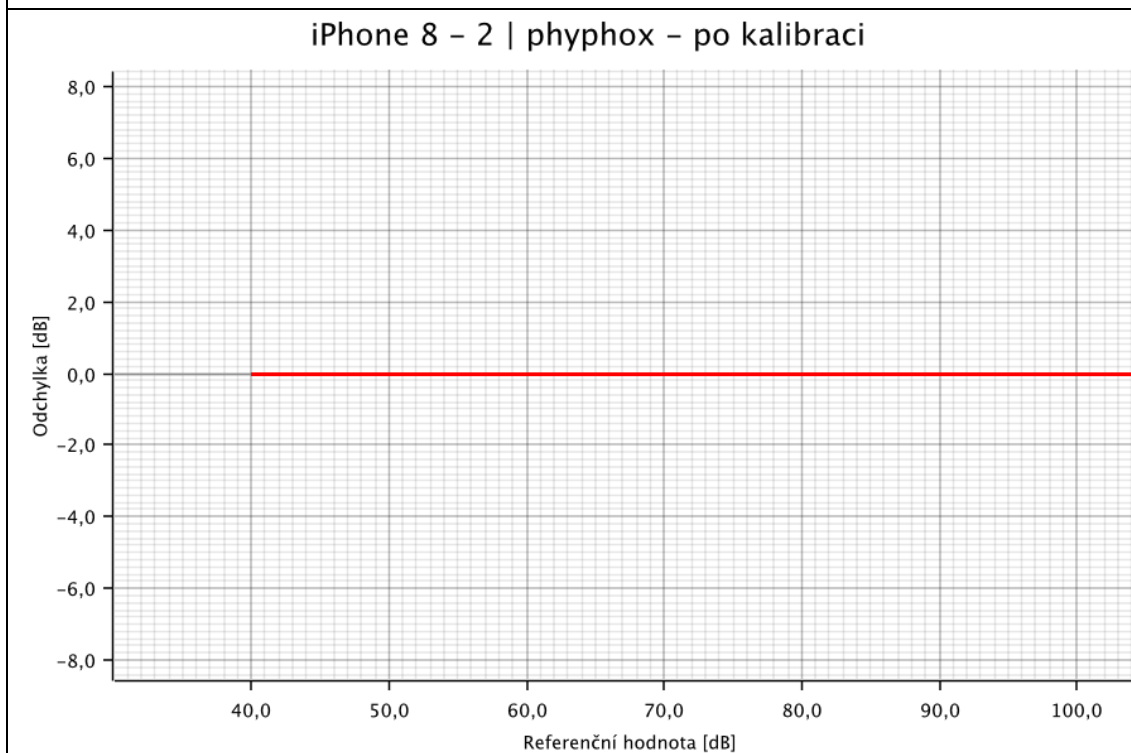
Graf 64: iPhone 8 - 1 | NIOSH - po kalibraci



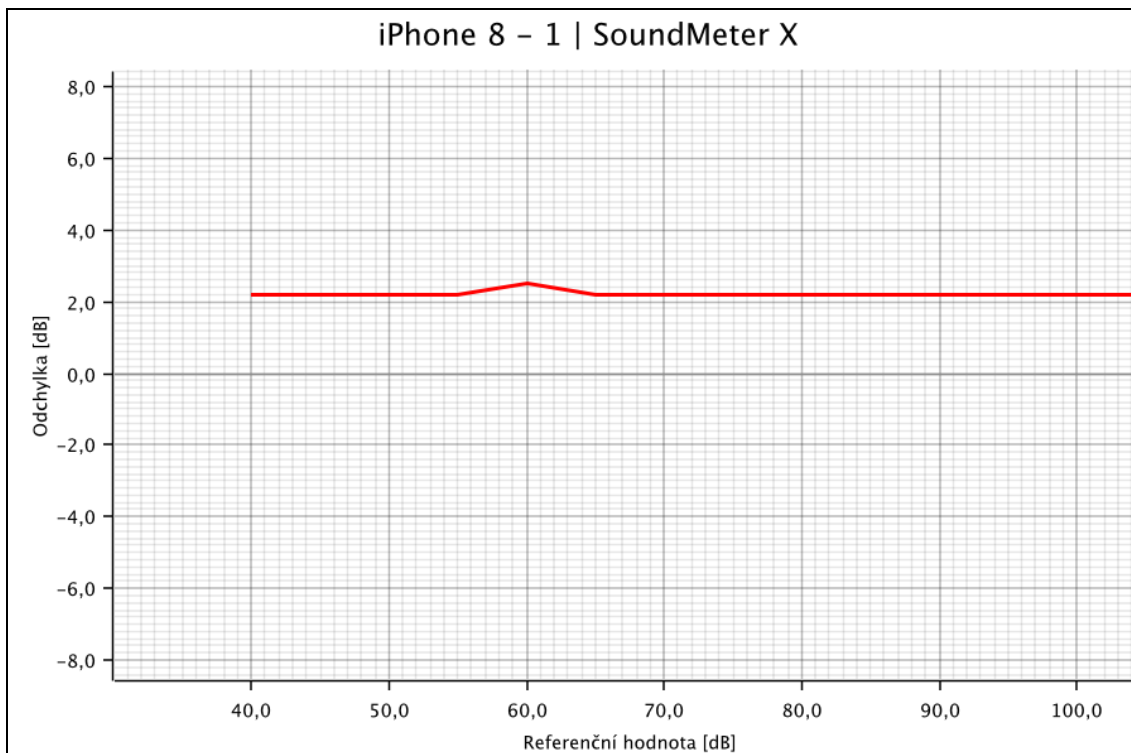
Graf 65: iPhone 8 - 2 | NIOSH - po kalibraci



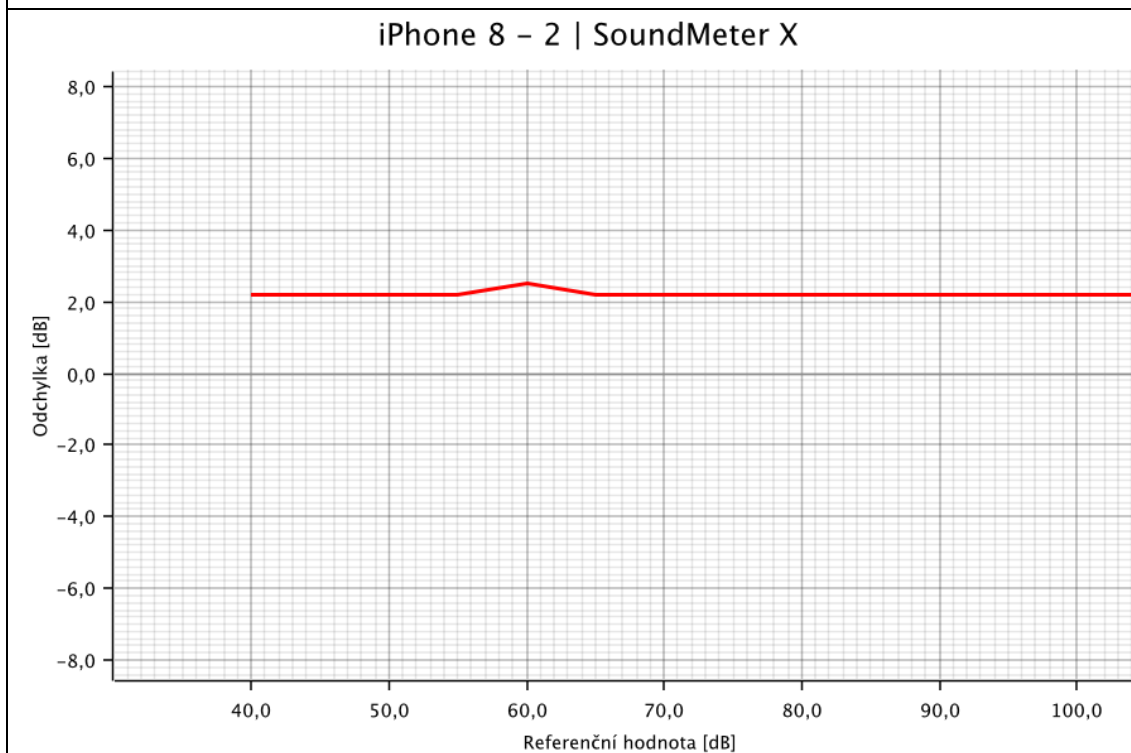
Graf 66: iPhone 8 - 1 | phyphox - po kalibraci



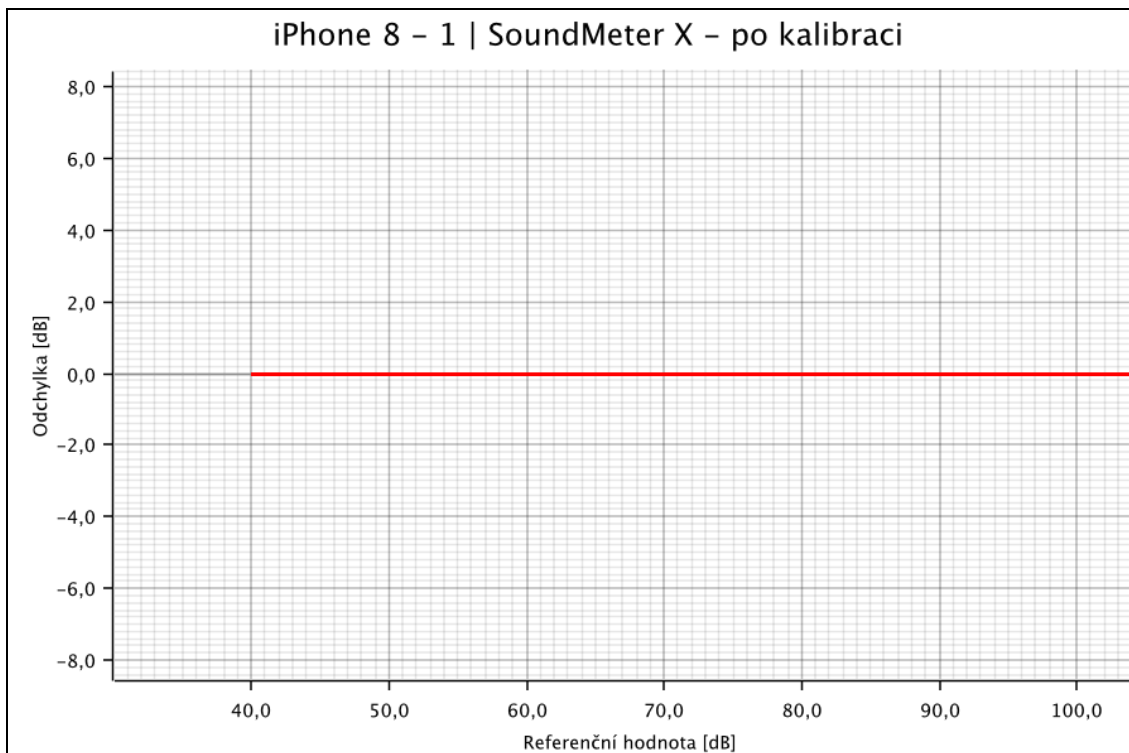
Graf 67: iPhone 8 - 2 | phyphox - po kalibraci



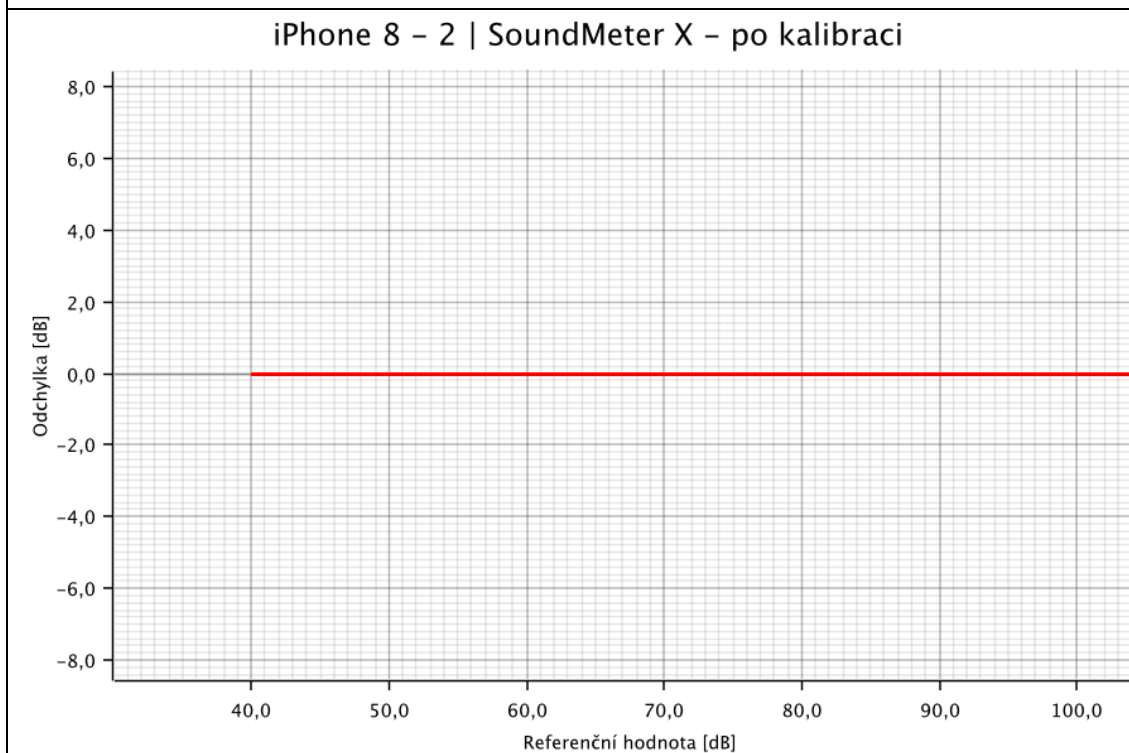
Graf 68: iPhone 8 -1 | SoundMeter X



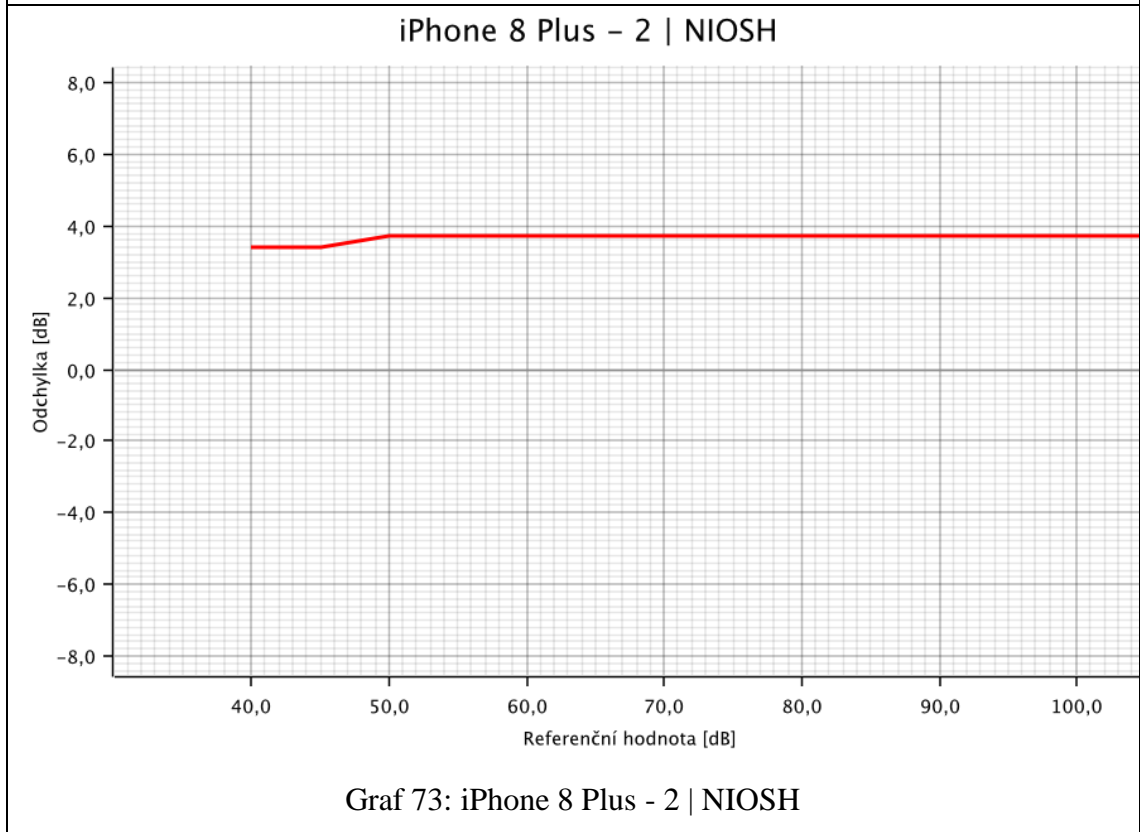
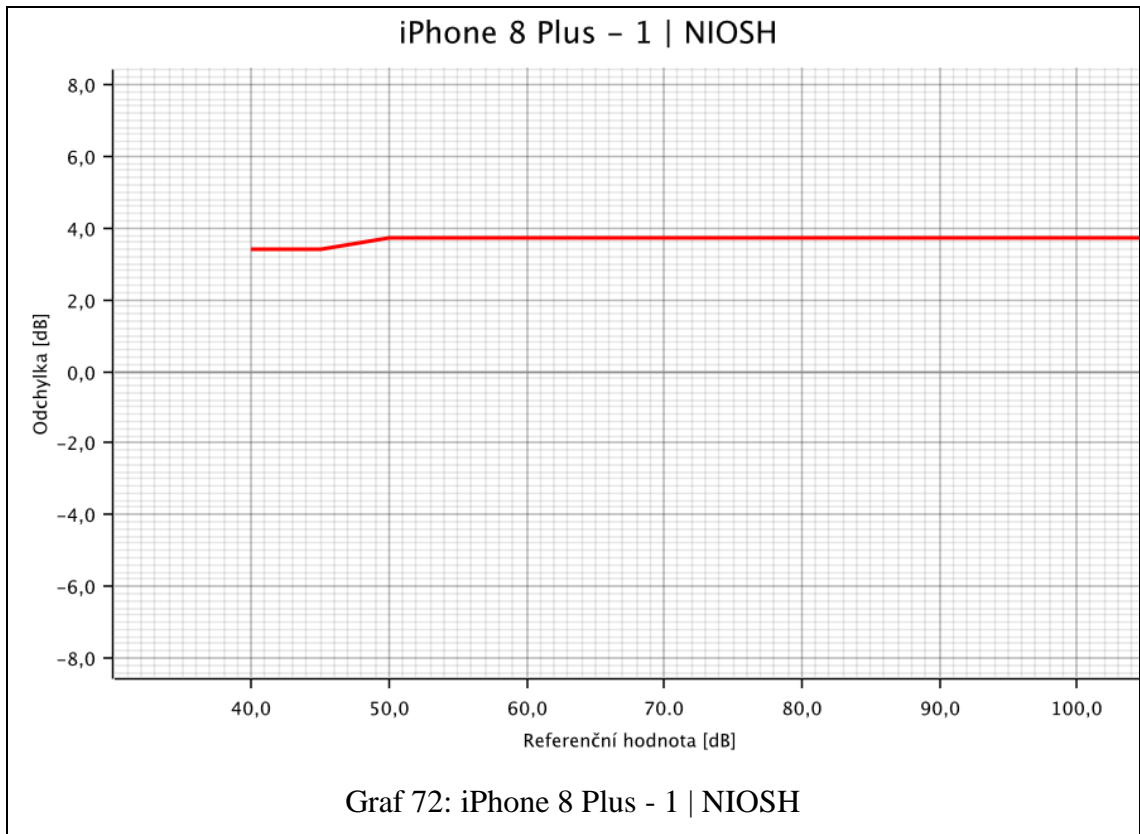
Graf 69: iPhone 8 - 2 | SoundMeter X

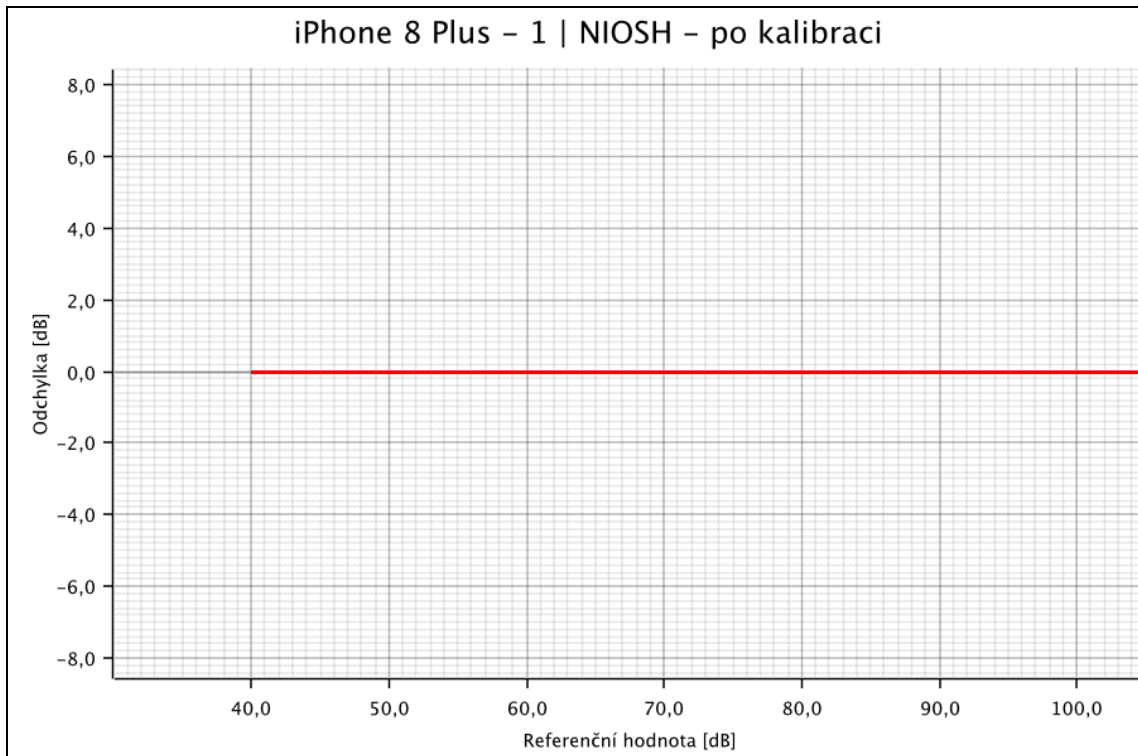


Graf 70: iPhone 8 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci

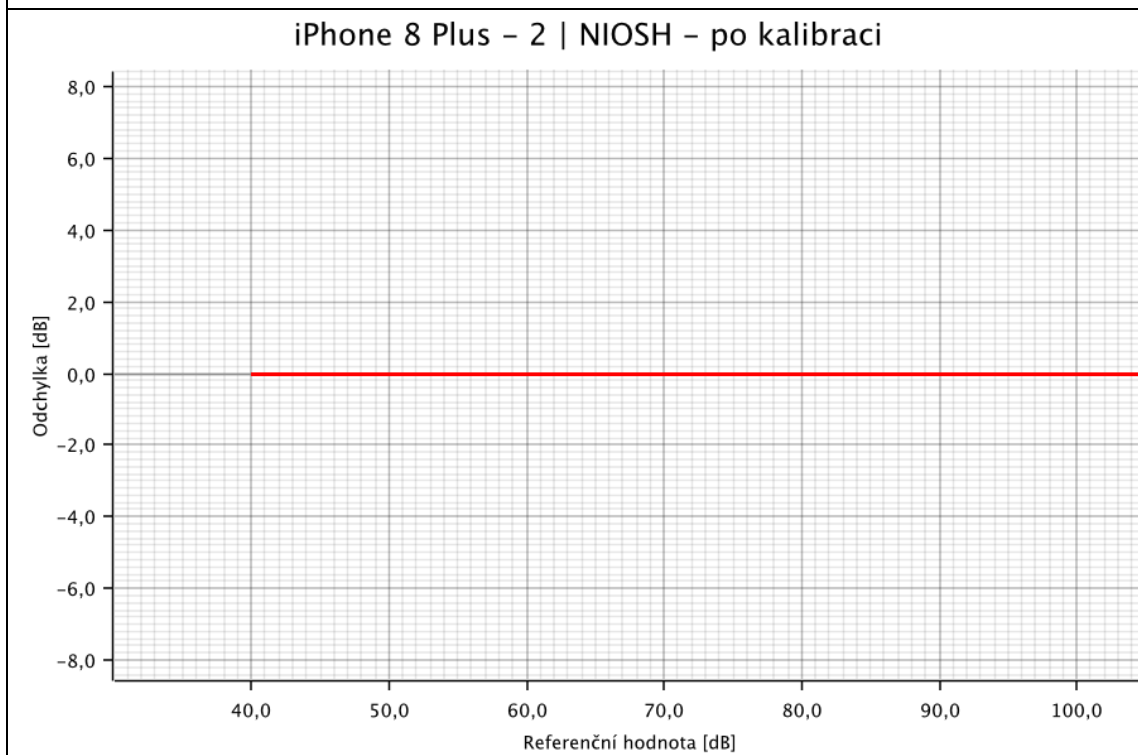


Graf 71: iPhone 8 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

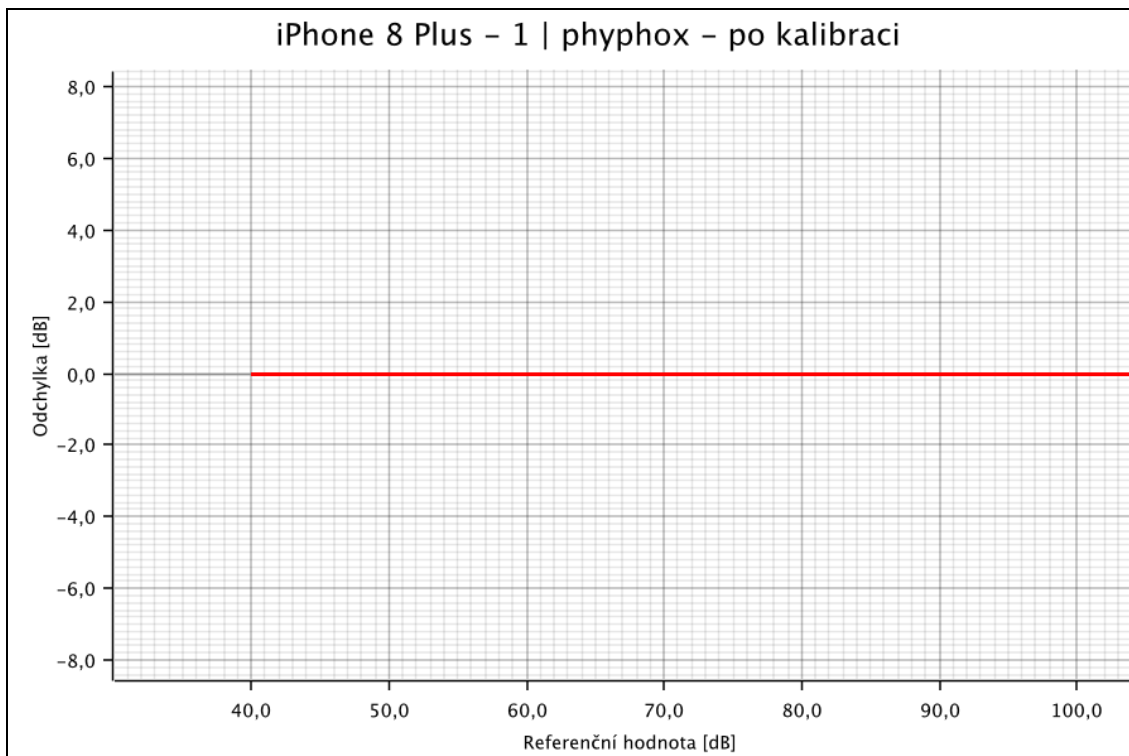




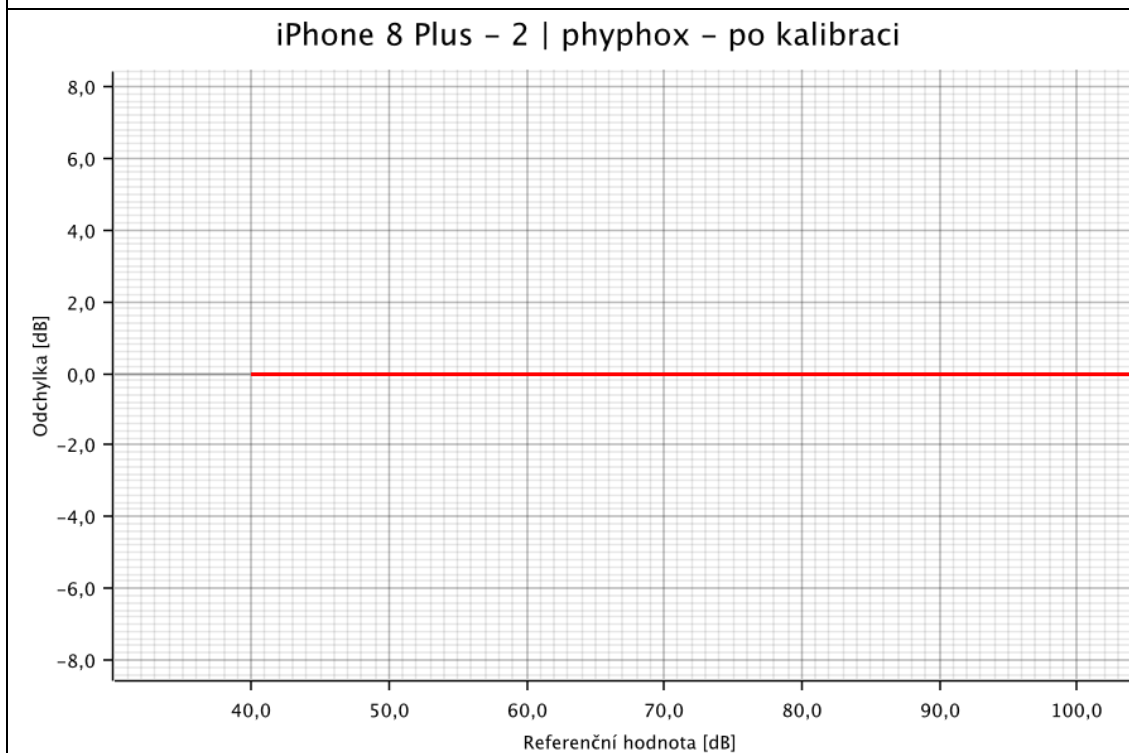
Graf 74: iPhone 8 Plus - 1 | NIOSH - po kalibraci



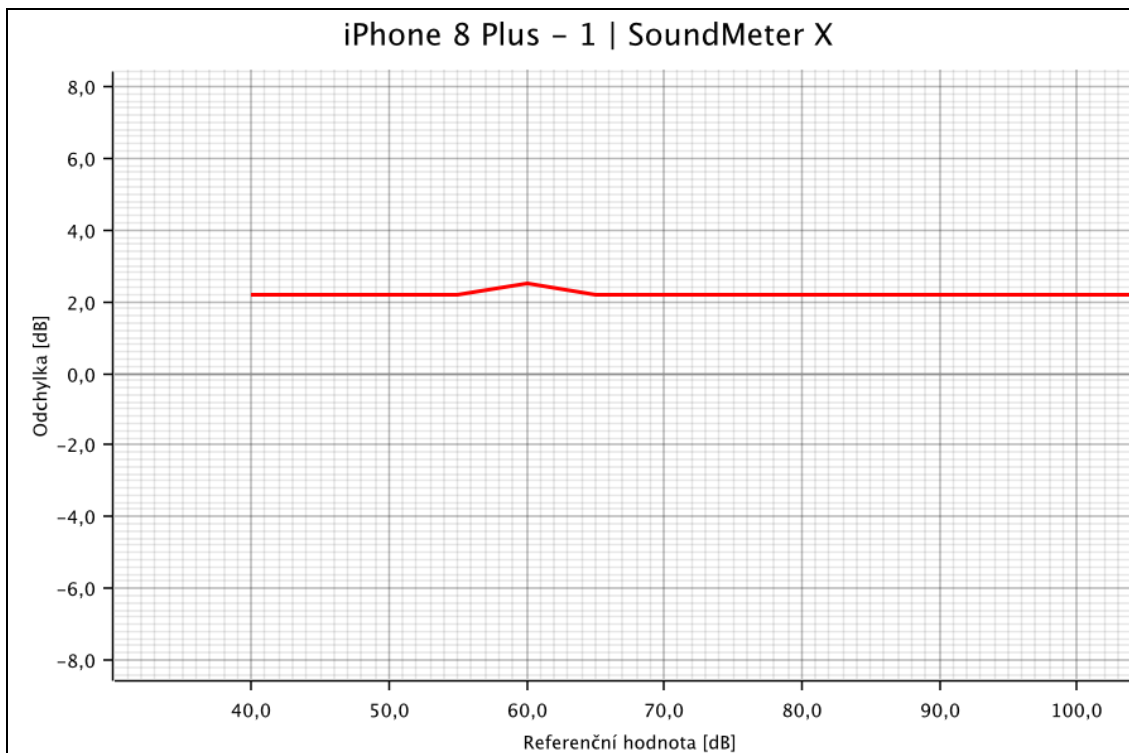
Graf 75: iPhone 8 Plus - 2 | NIOSH - po kalibraci



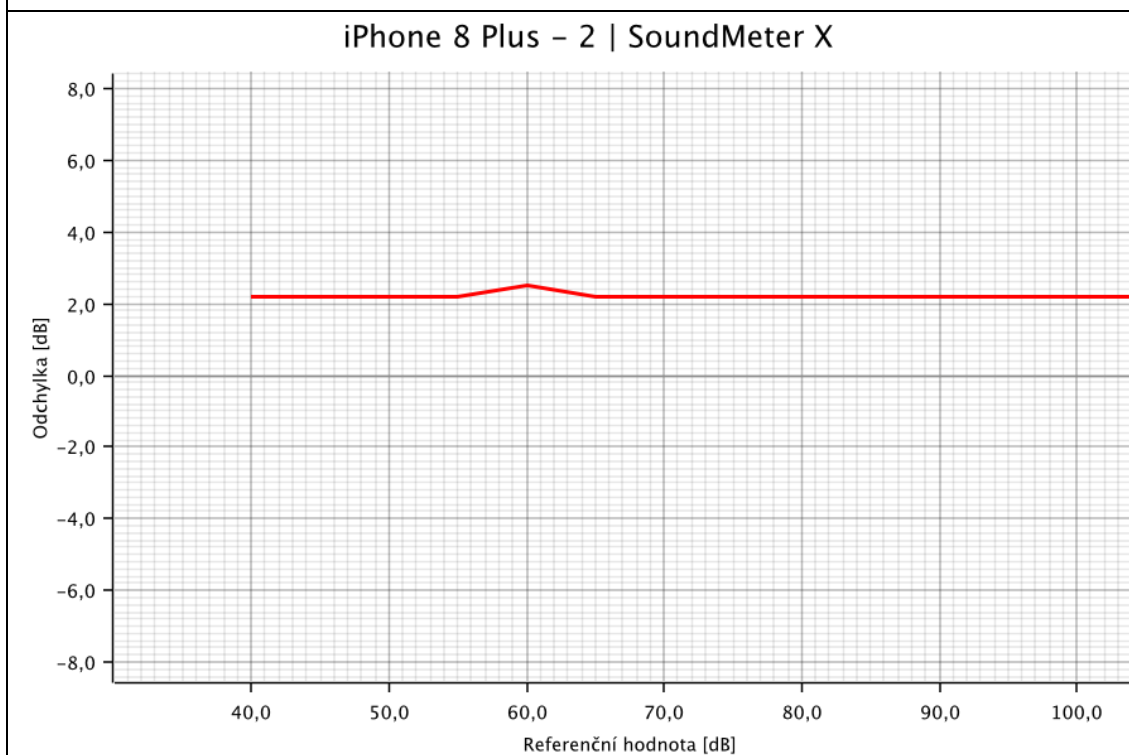
Graf 76: iPhone 8 Plus - 1 | phyphox - po kalibraci



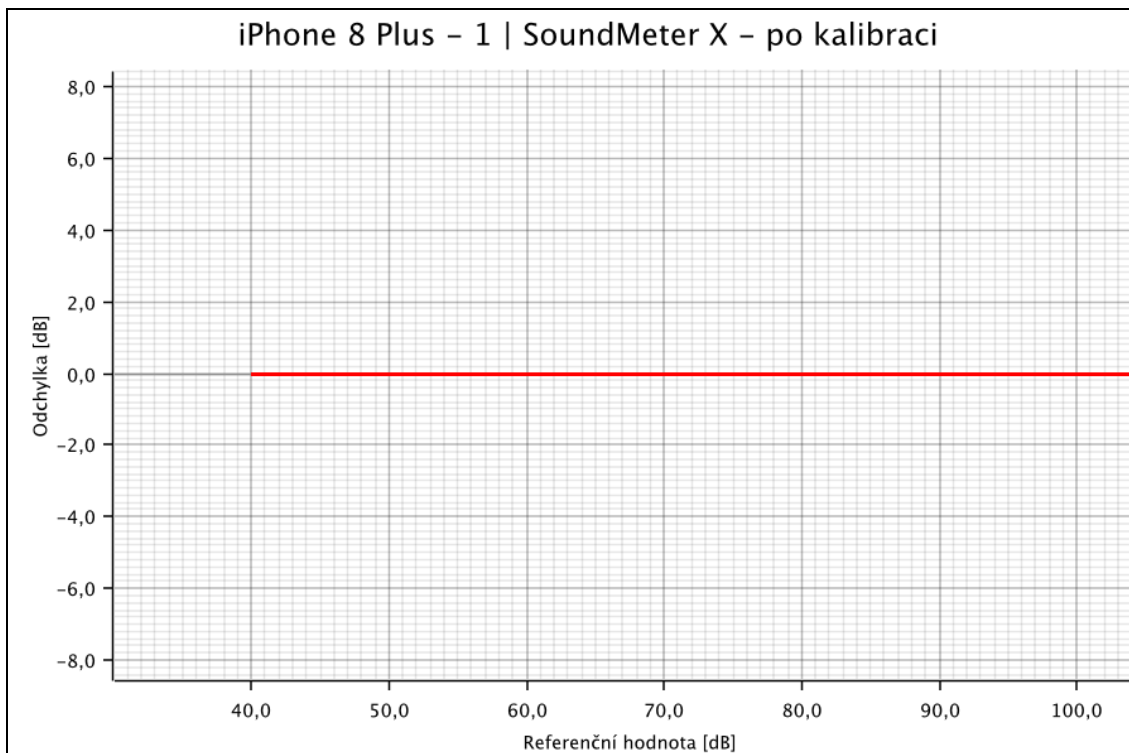
Graf 77: iPhone 8 Plus - 2 | phyphox - po kalibraci



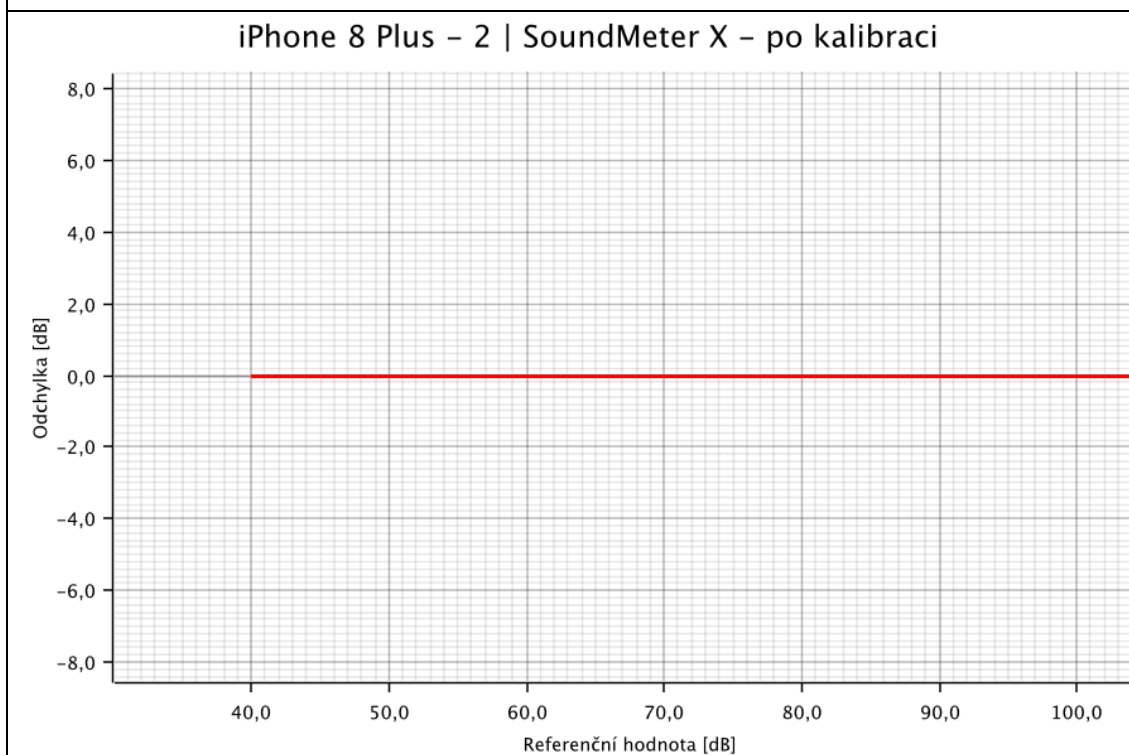
Graf 78: iPhone 8 Plus - 1 | SoundMeter X



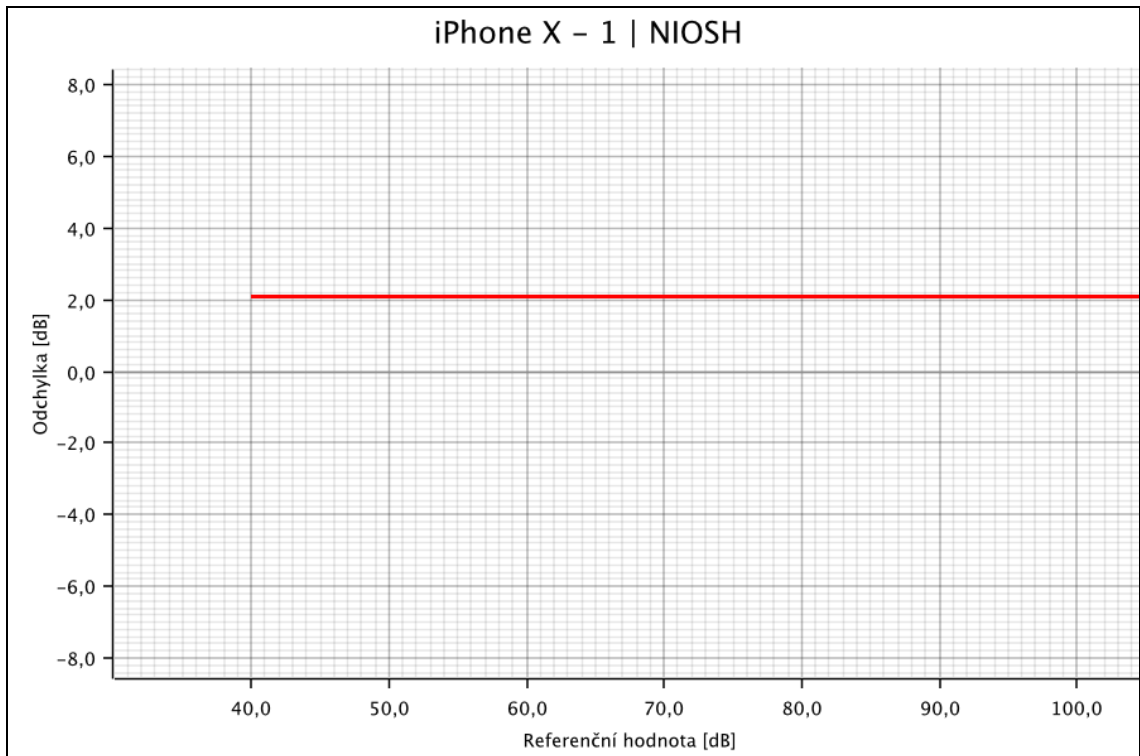
Graf 79: iPhone 8 Plus - 2 | SoundMeter X



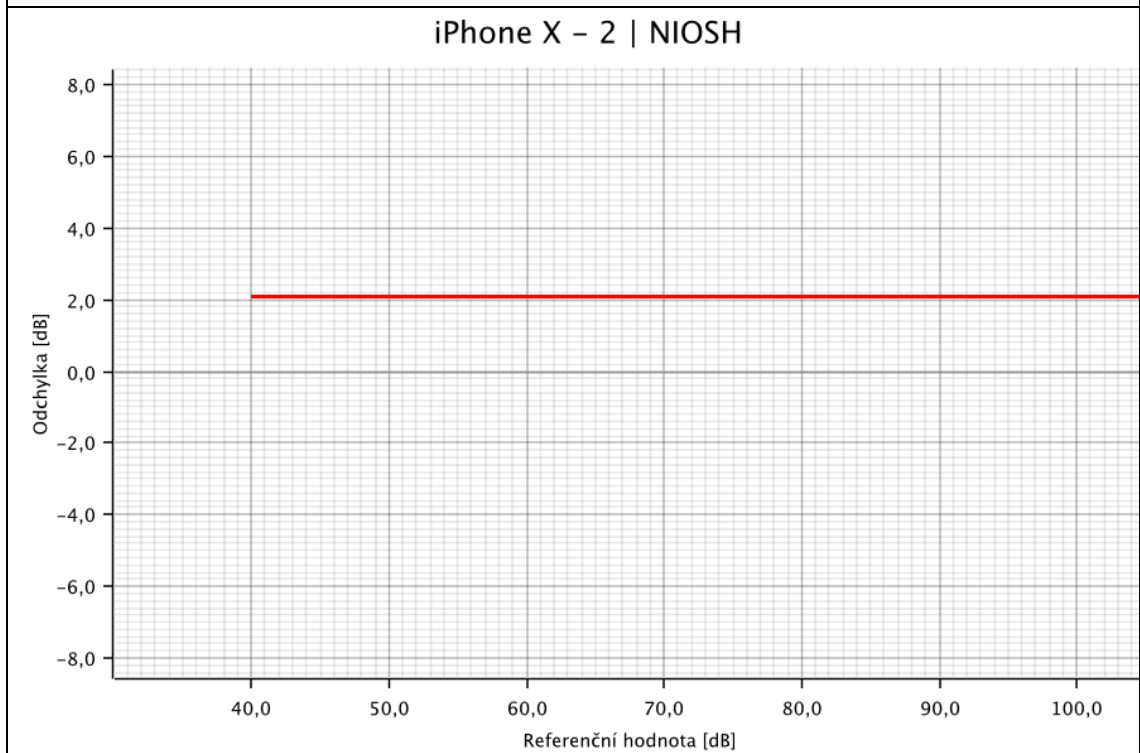
Graf 80: iPhone 8 Plus - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



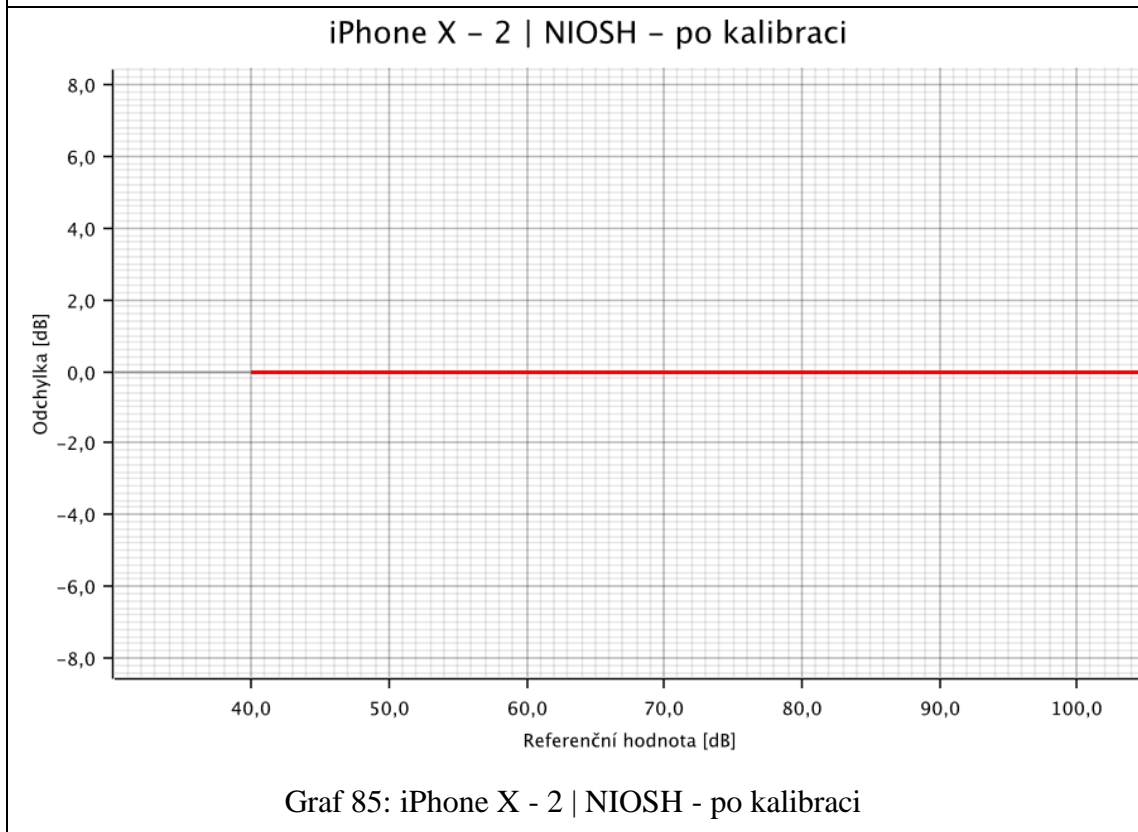
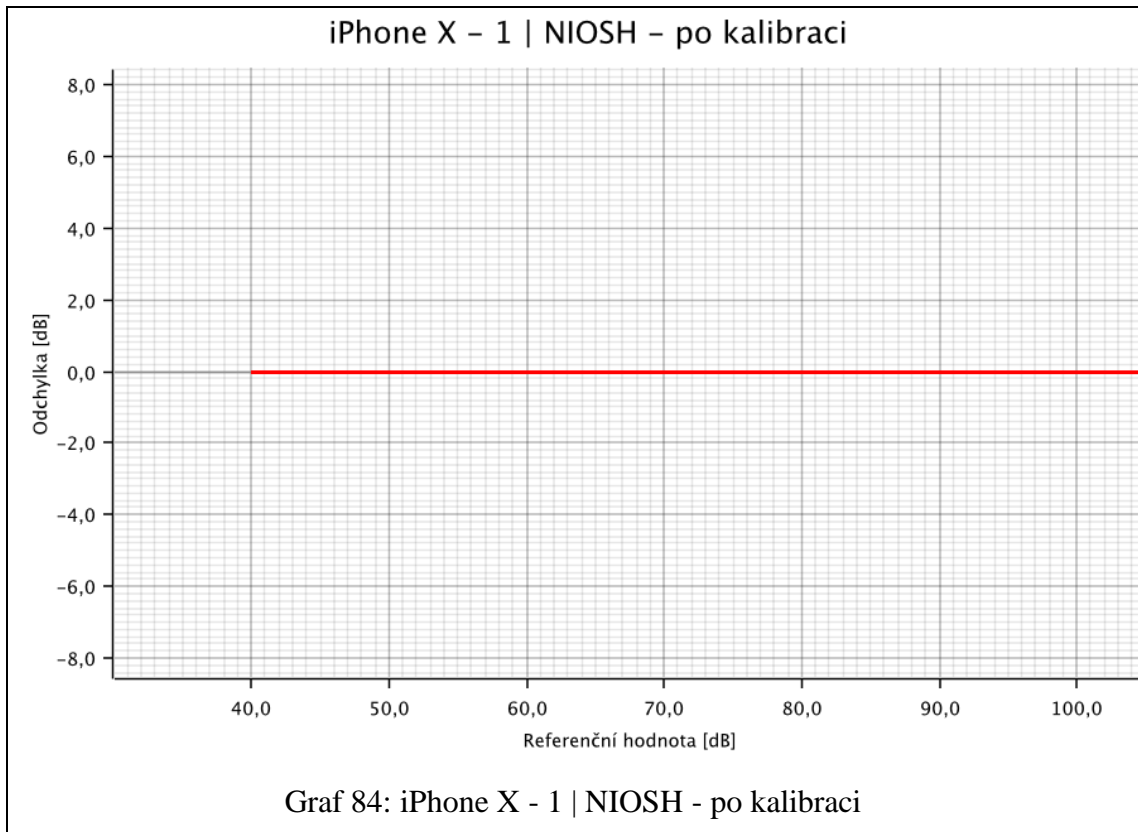
Graf 81: iPhone 8 Plus - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

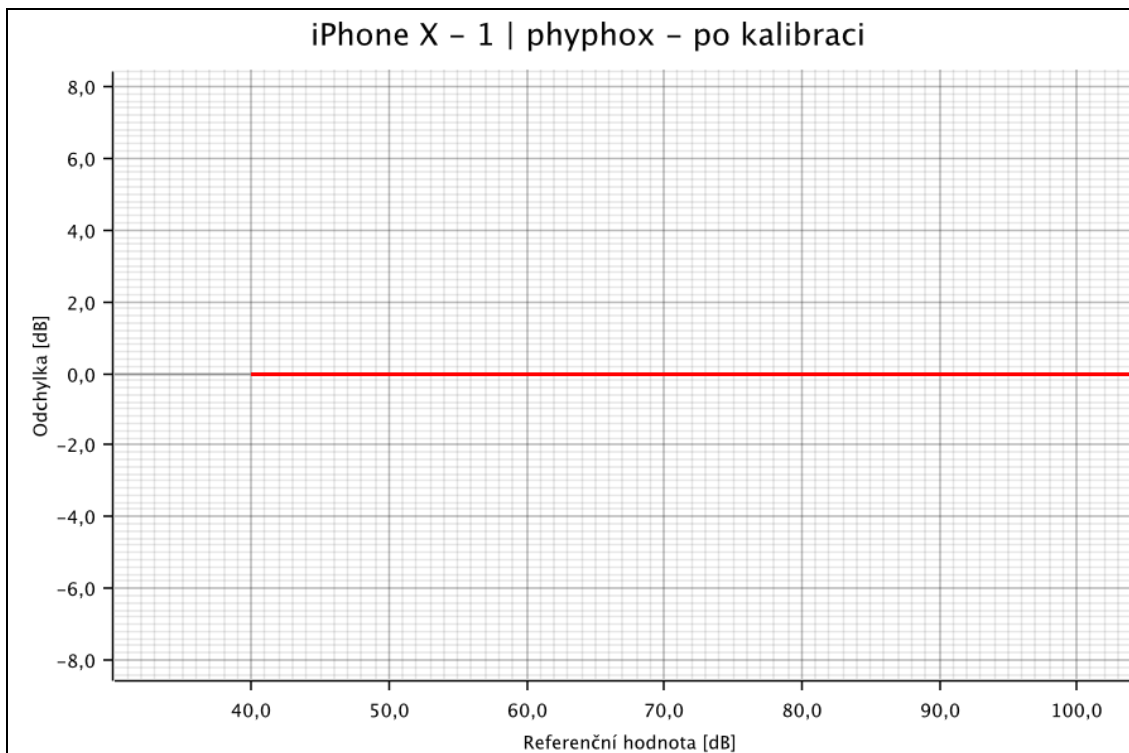


Graf 82: iPhone X - 1 | NIOSH

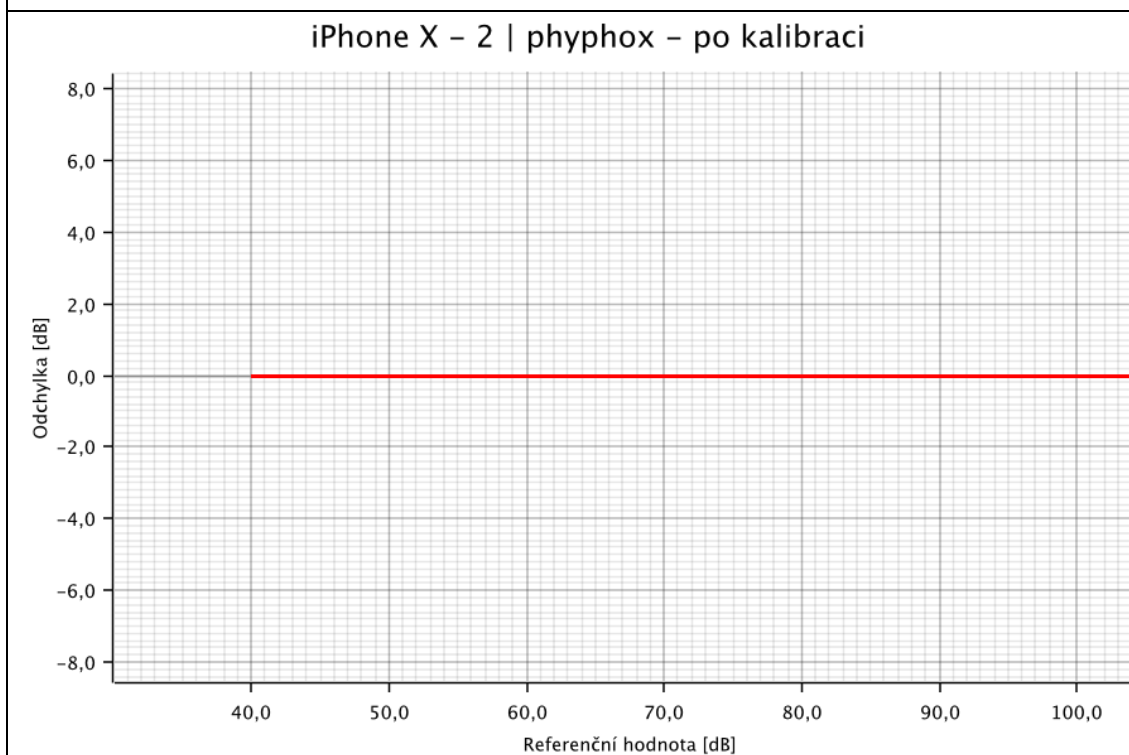


Graf 83: iPhone X - 2 | NIOSH

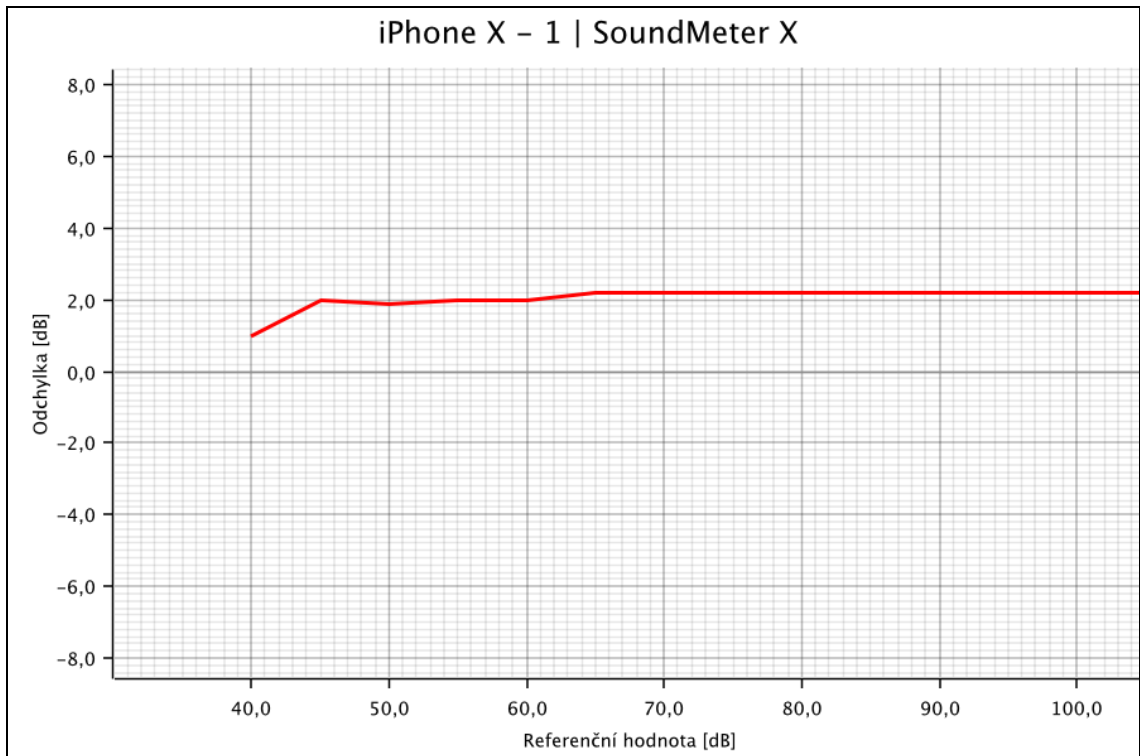




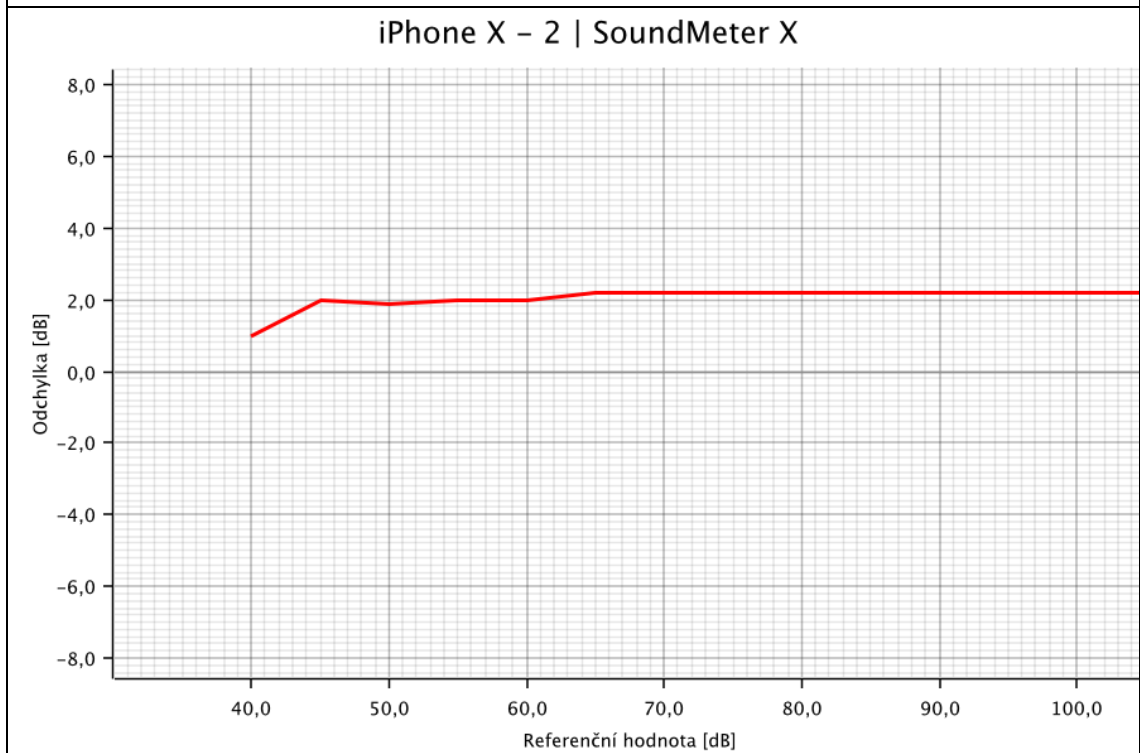
Graf 86: iPhone X - 1 | phyphox - po kalibraci



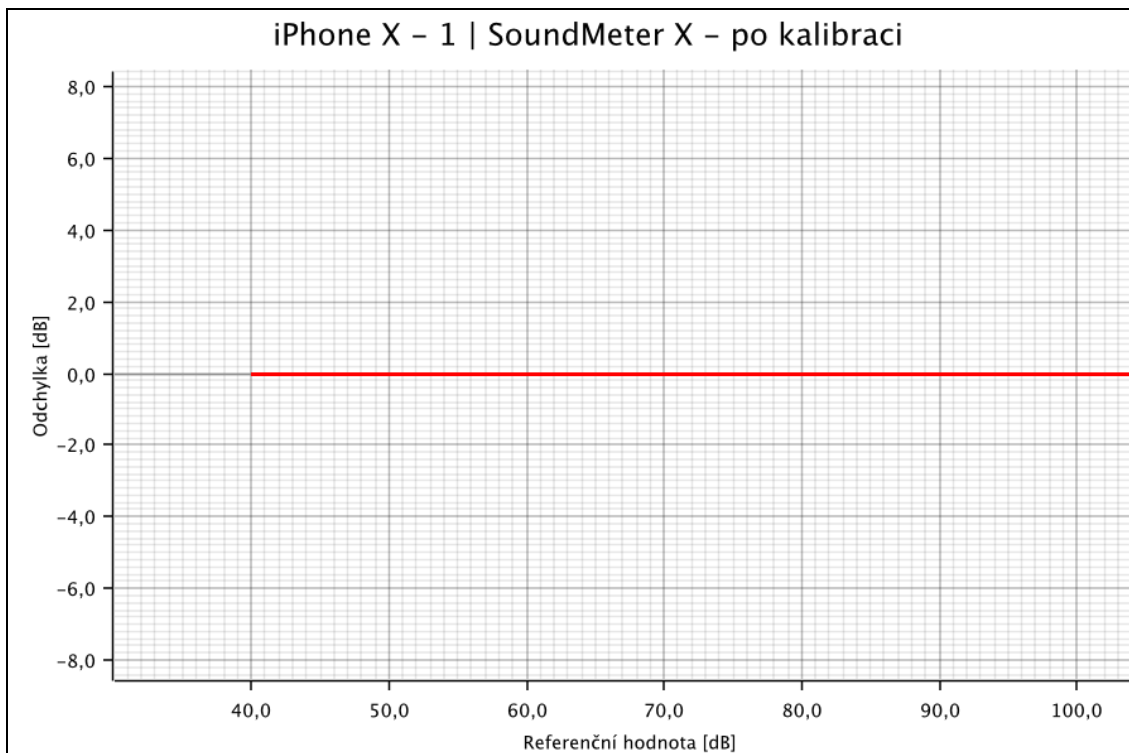
Graf 87: iPhone X - 2 | phyphox - po kalibraci



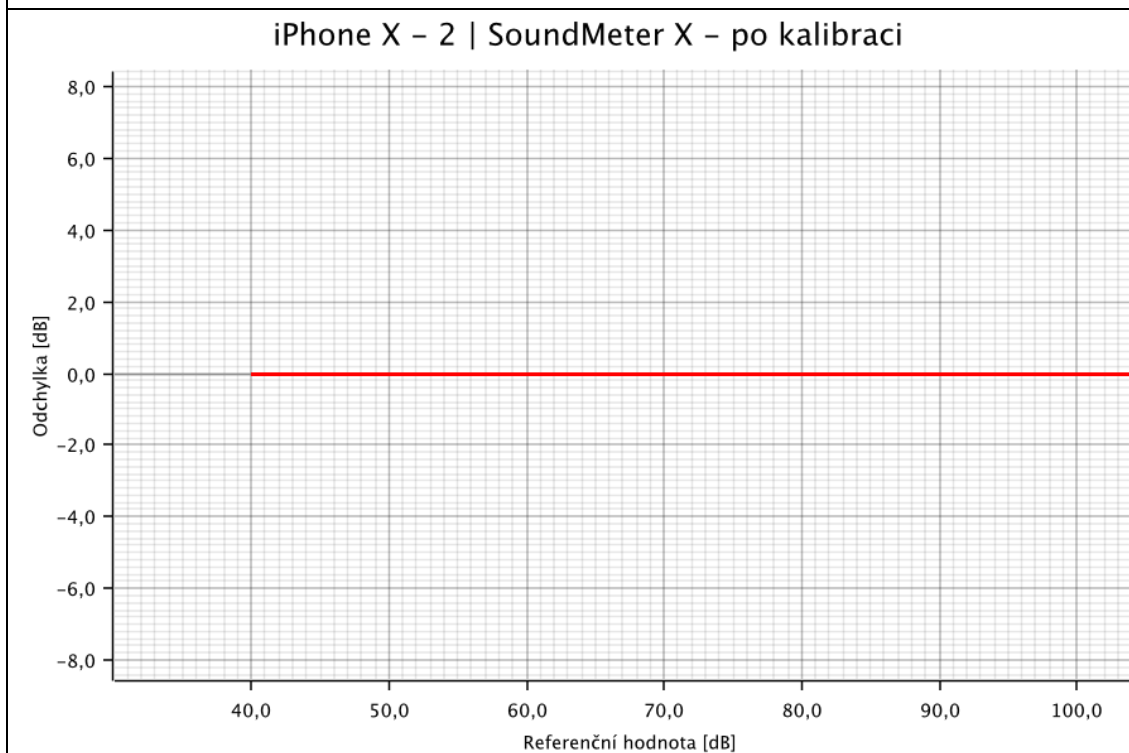
Graf 88: iPhone X - 1 | SoundMeter X



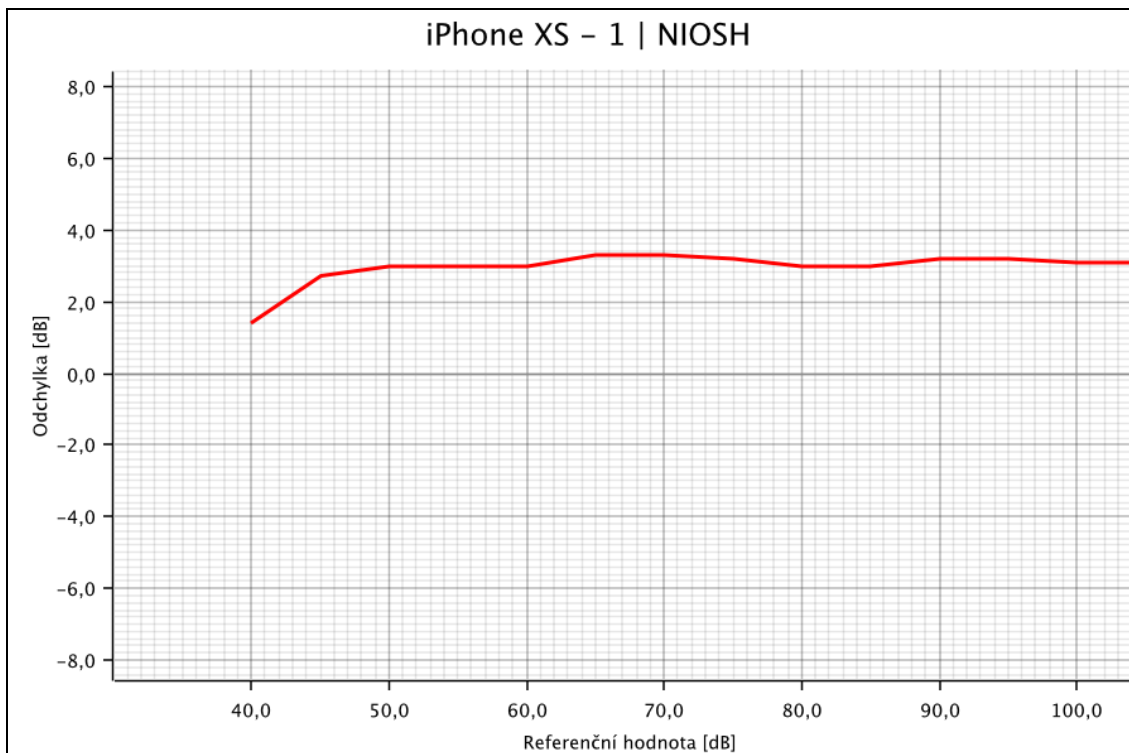
Graf 89: iPhone X - 2 | SoundMeter X



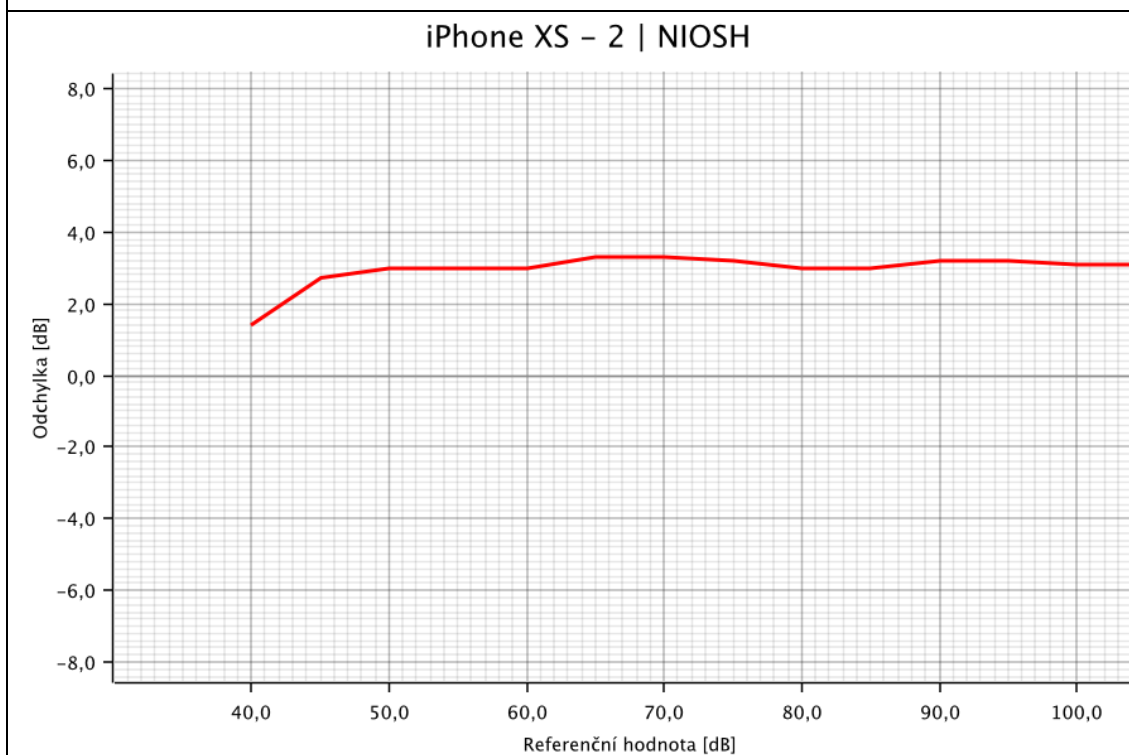
Graf 90: iPhone X - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



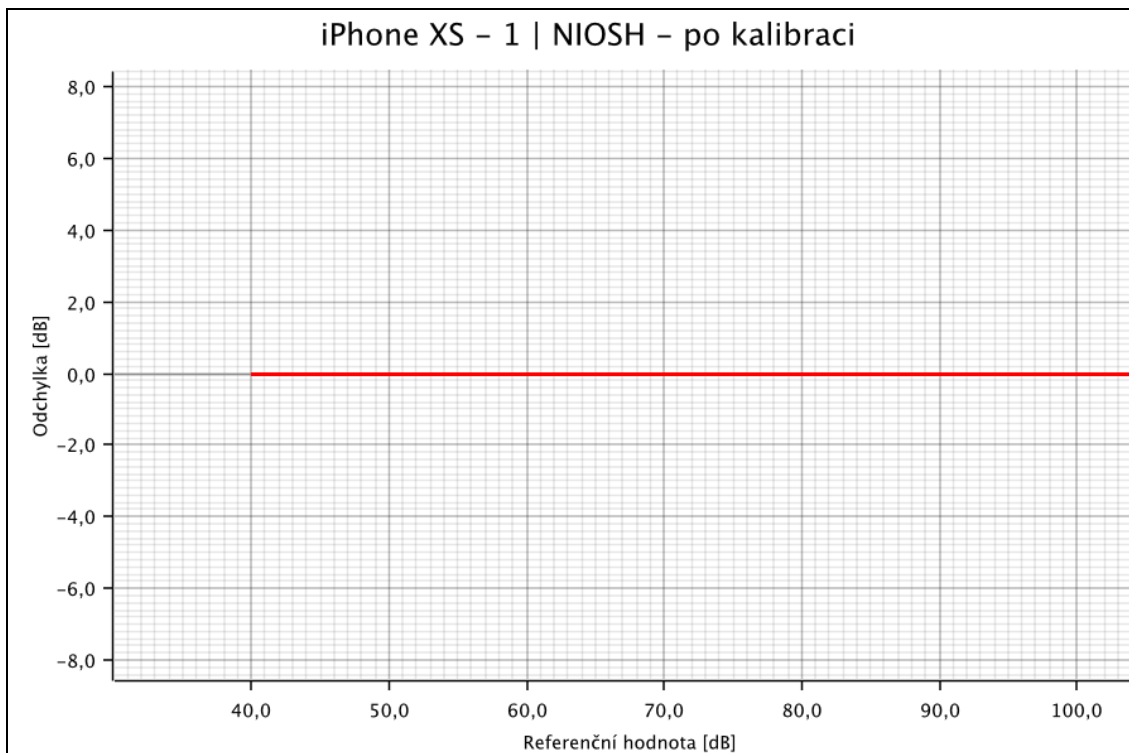
Graf 91: iPhone X - 2 | SoundMeter X po kalibraci



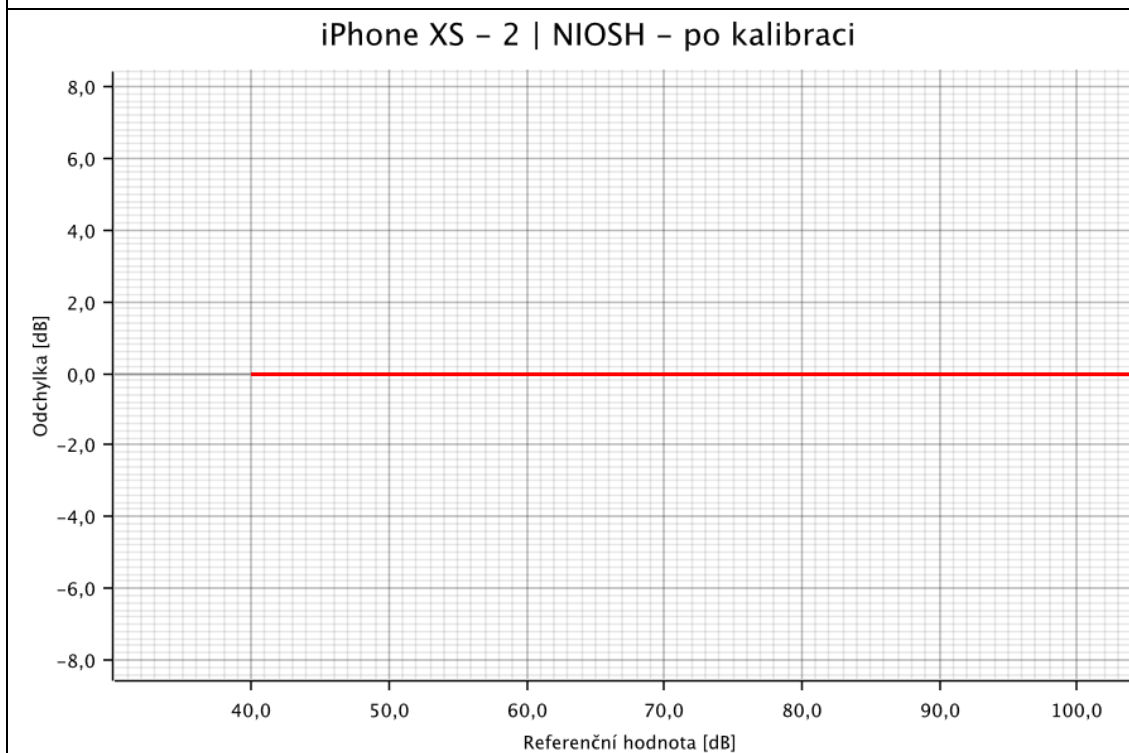
Graf 92: iPhone XS - 1 | NIOSH



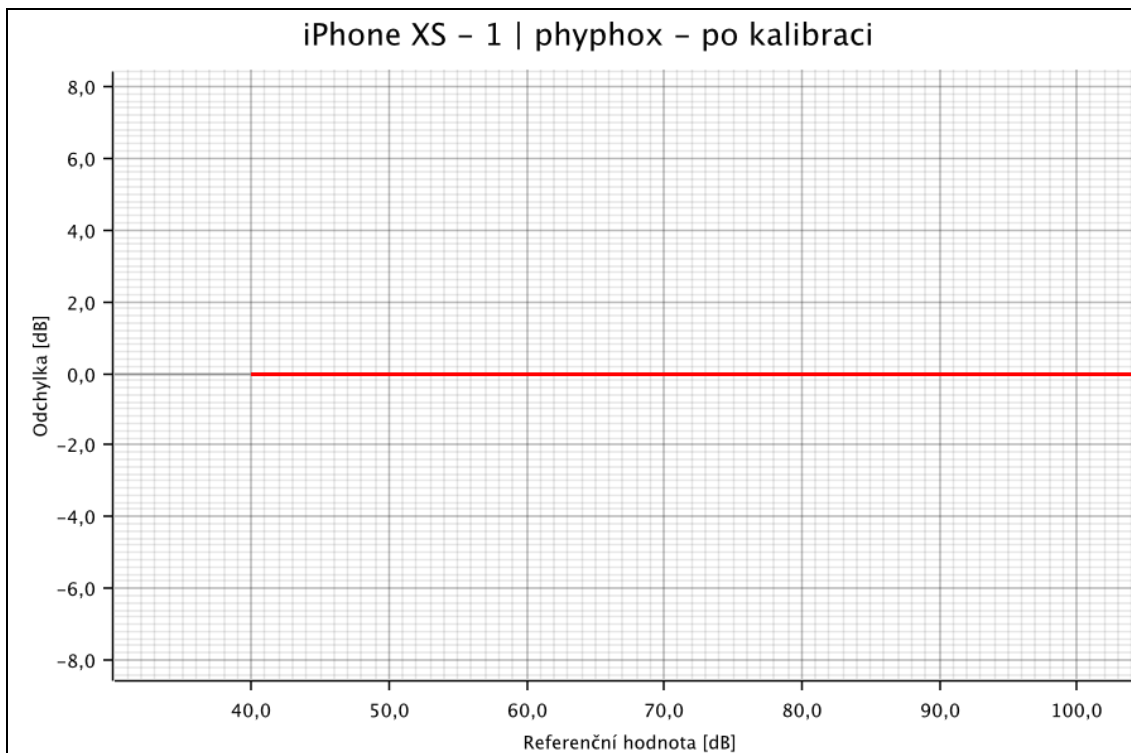
Graf 93: iPhone XS - 2 | NIOSH



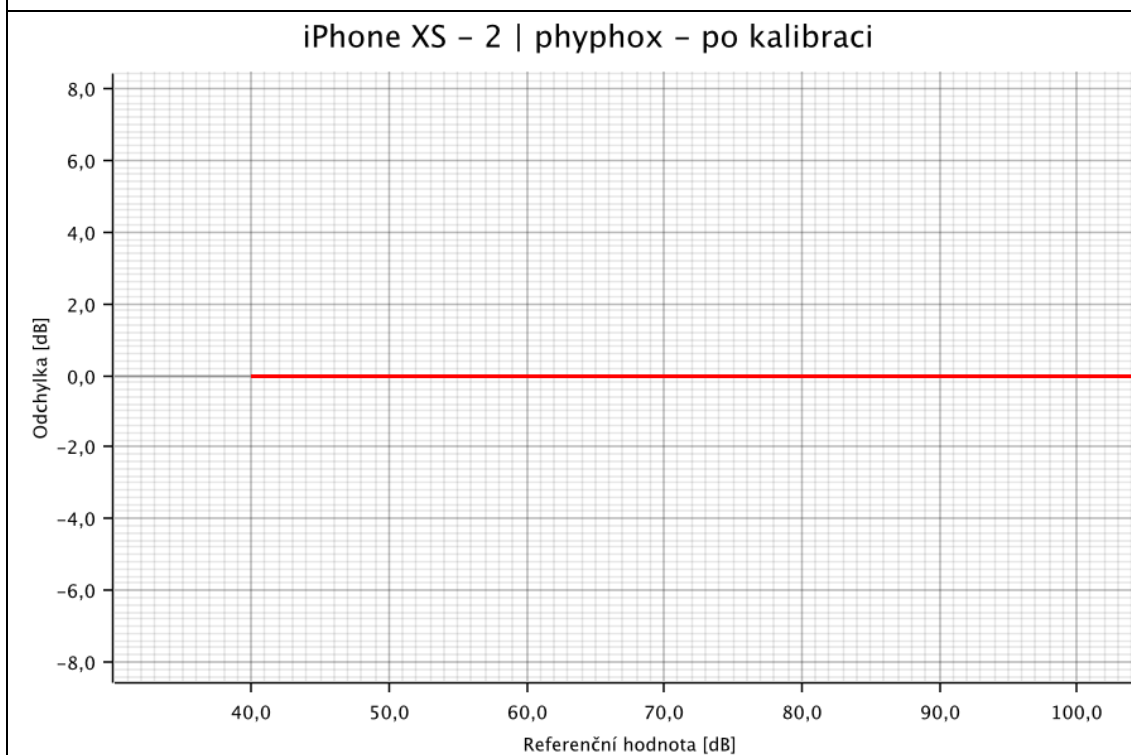
Graf 94: iPhone XS - 1 | NIOSH - po kalibraci



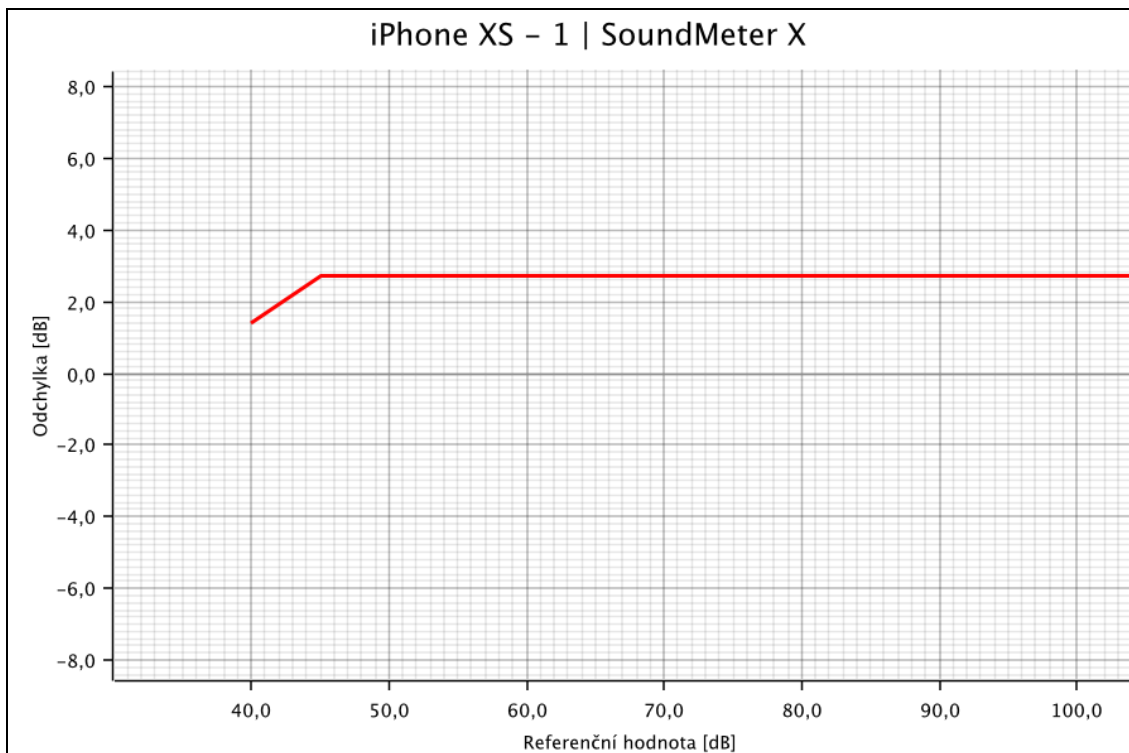
Graf 95: iPhone XS - 2 | NIOSH - po kalibraci



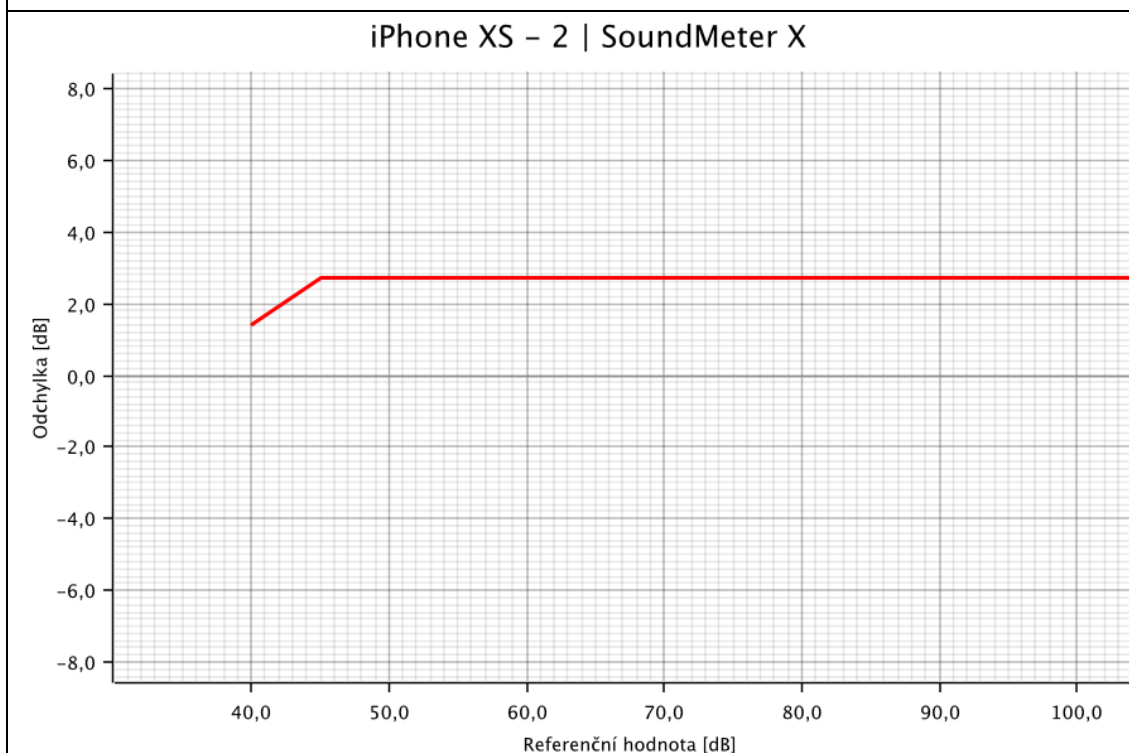
Graf 96: iPhone XS - 1 | phyphox - po kalibraci



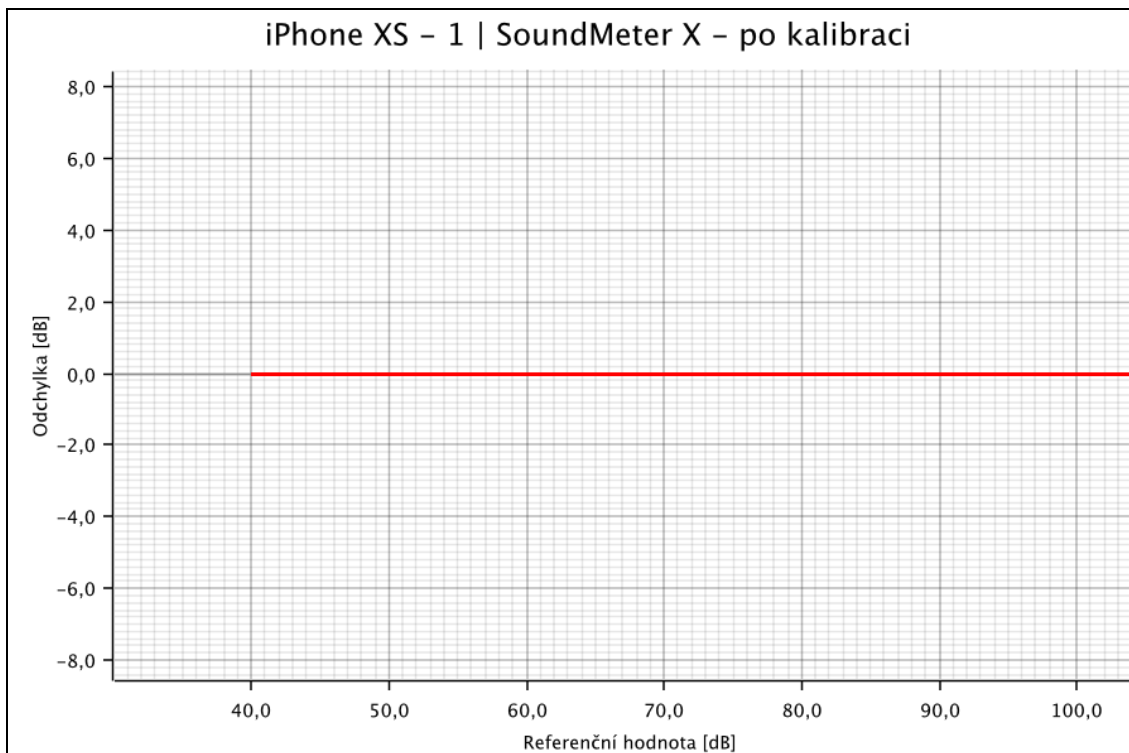
Graf 97: iPhone XS - 2 | phyphox - po kalibraci



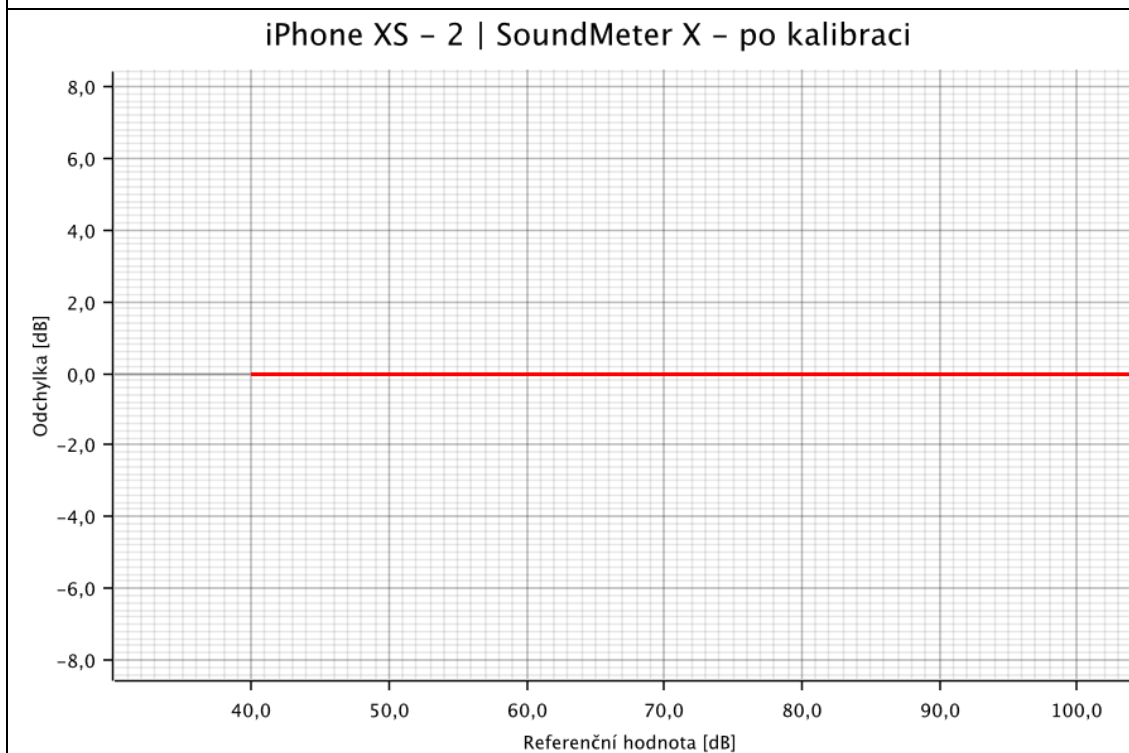
Graf 98: iPhone XS - 1 | SoundMeter X



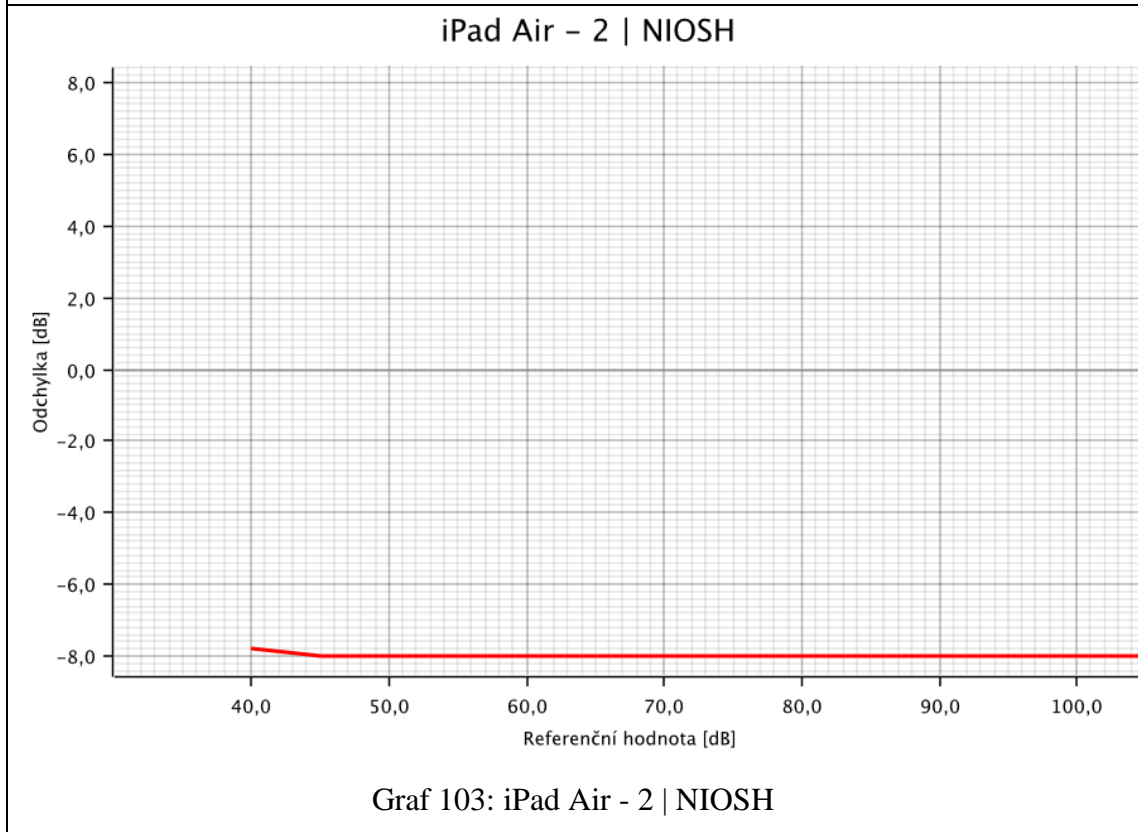
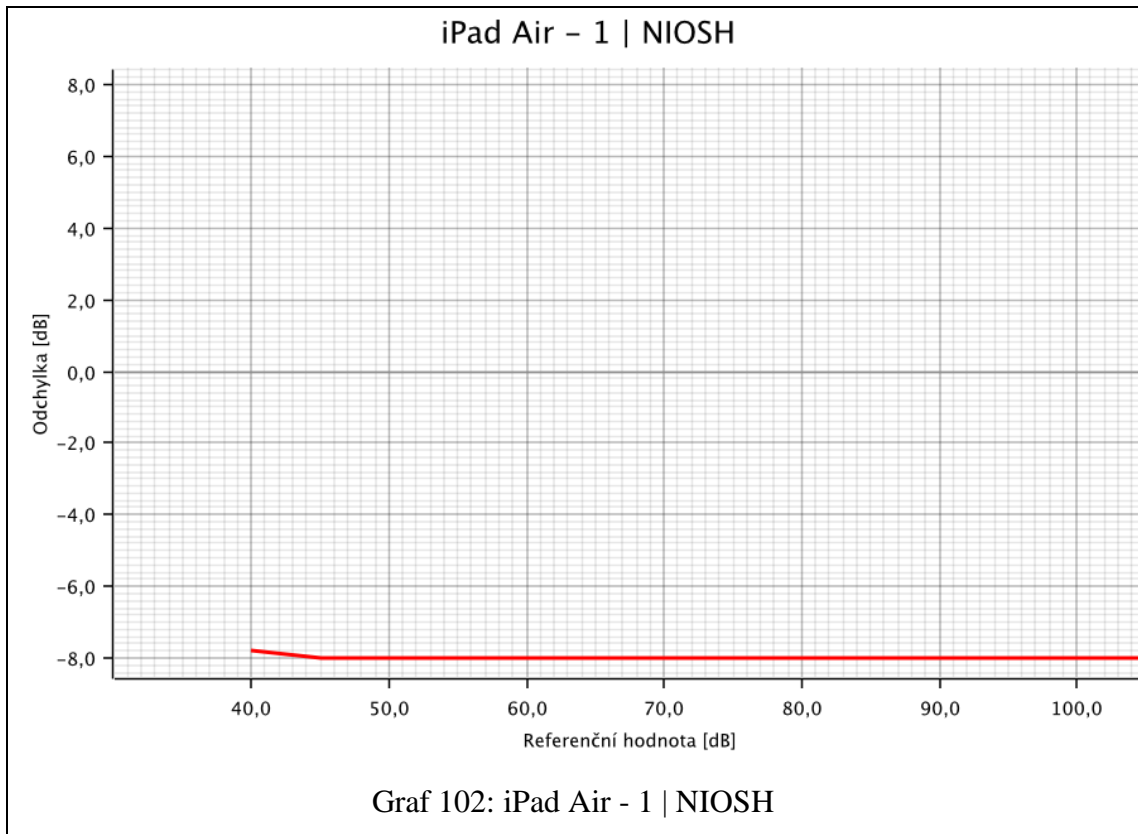
Graf 99: iPhone XS - 2 | SoundMeter X

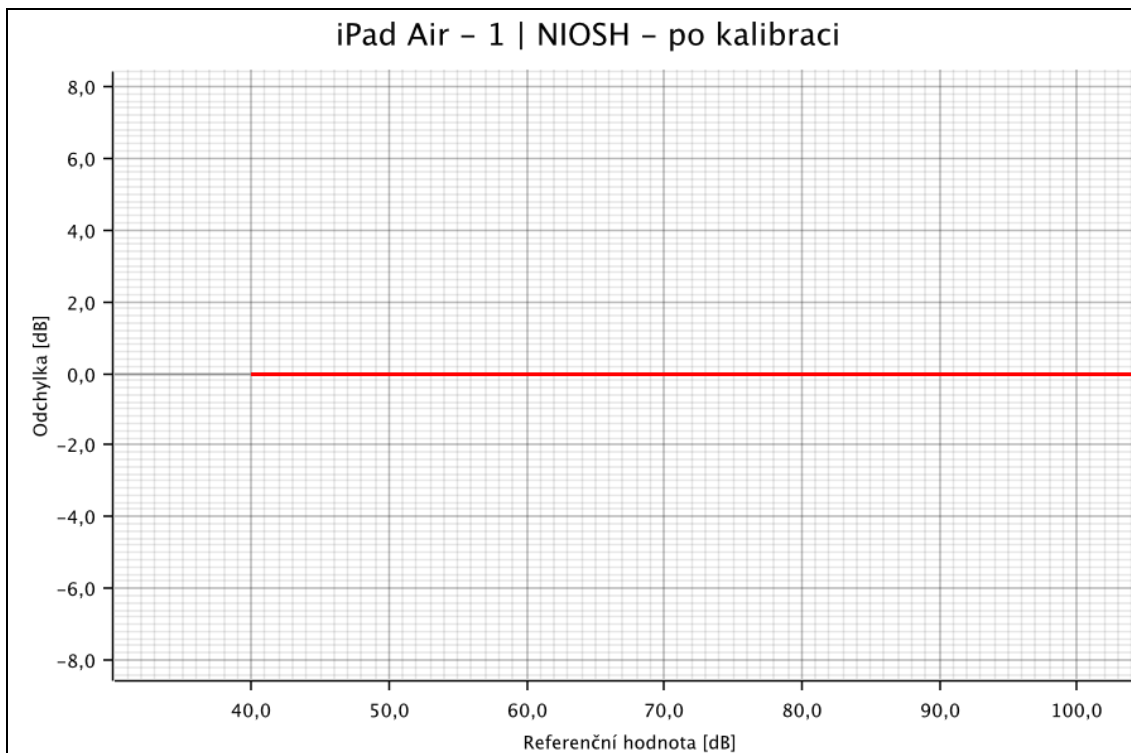


Graf 100: iPhone XS - 1 | SoundMeter X - po kalibraci

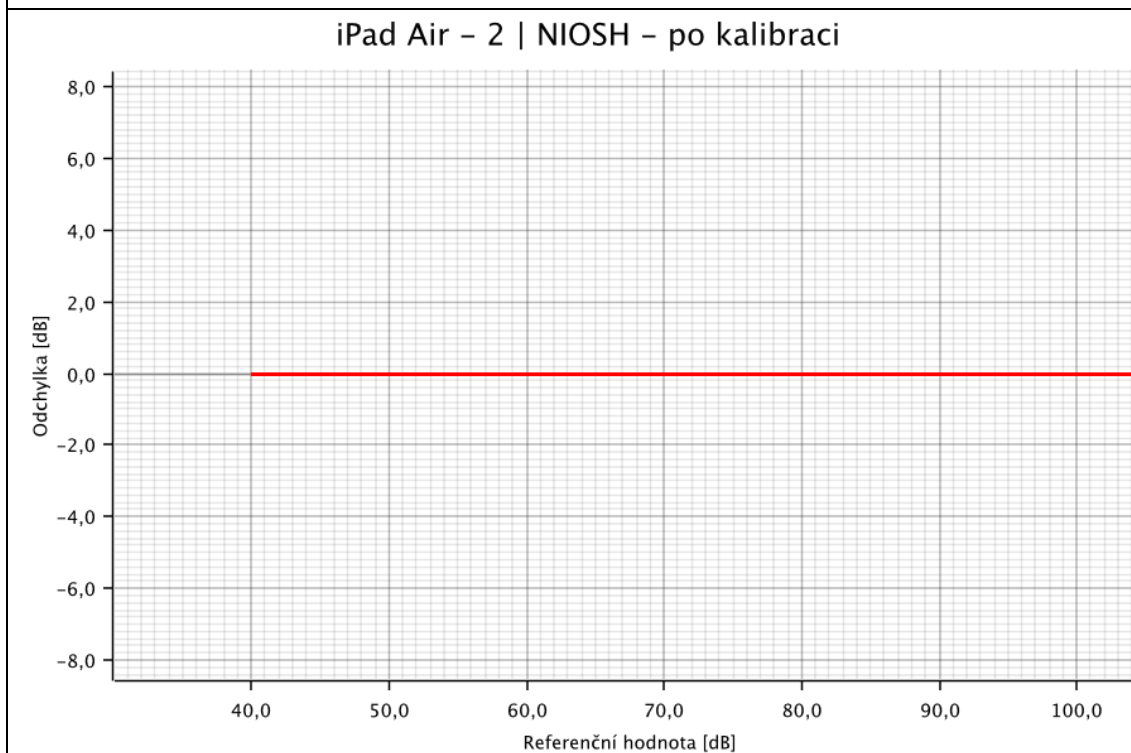


Graf 101: iPhone XS - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

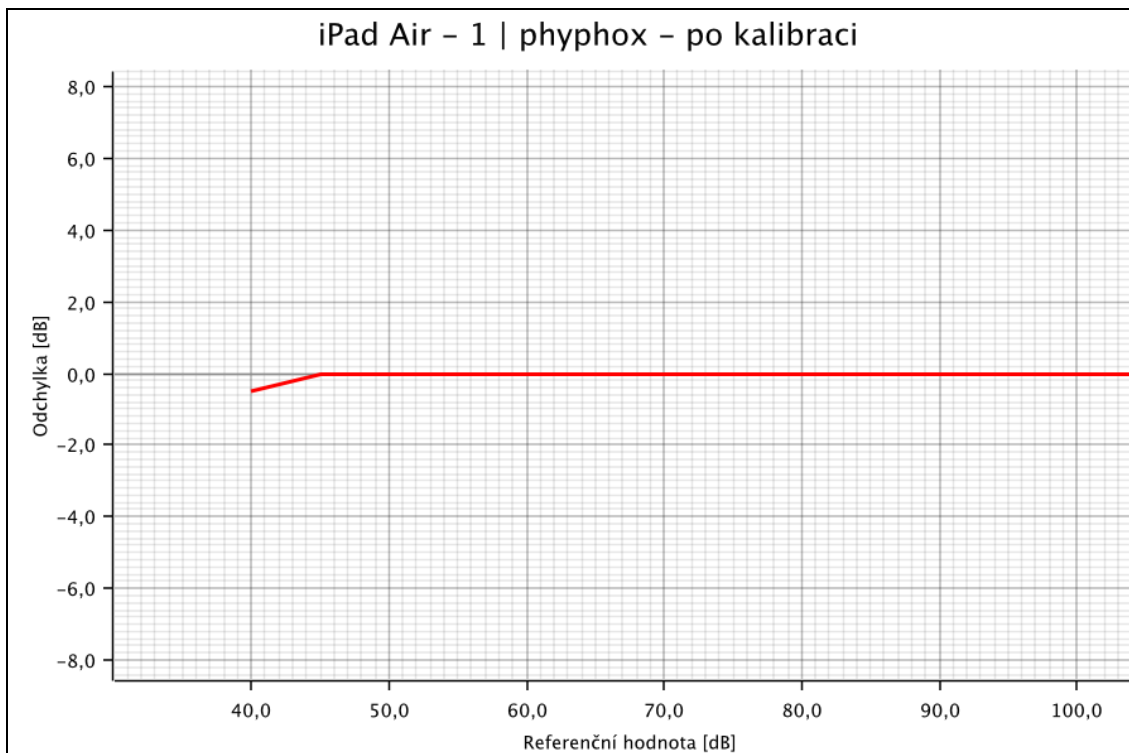




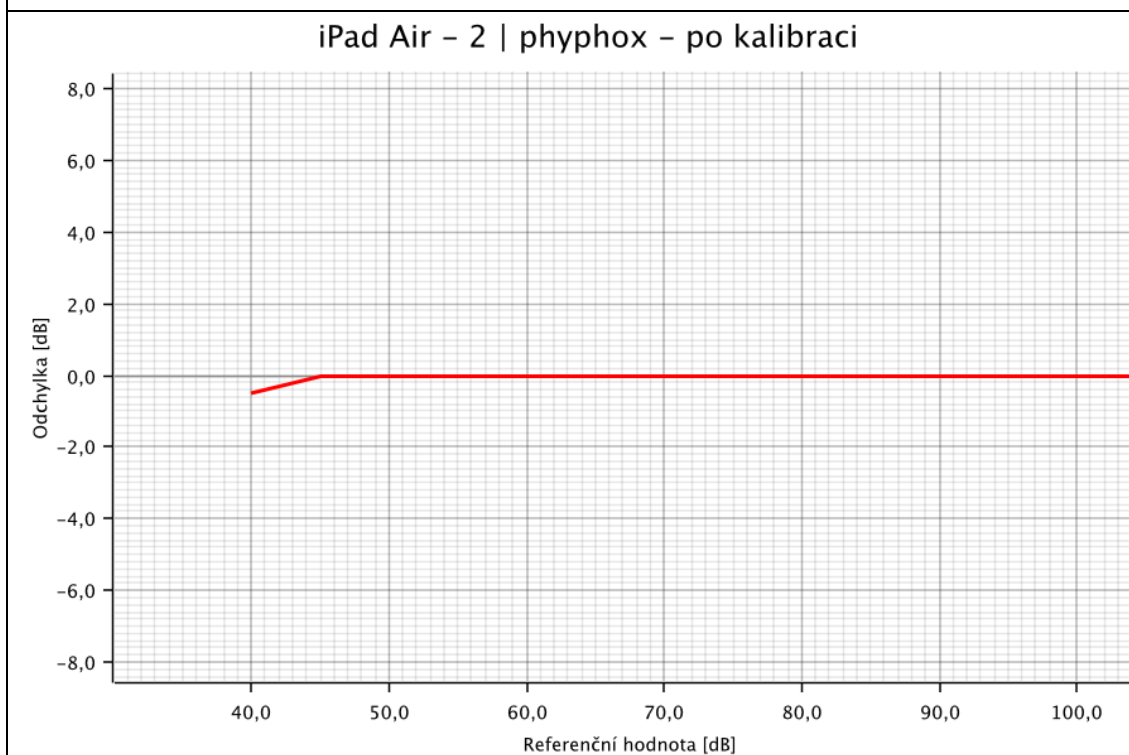
Graf 104: iPad Air - 1 | NIOSH - po kalibraci



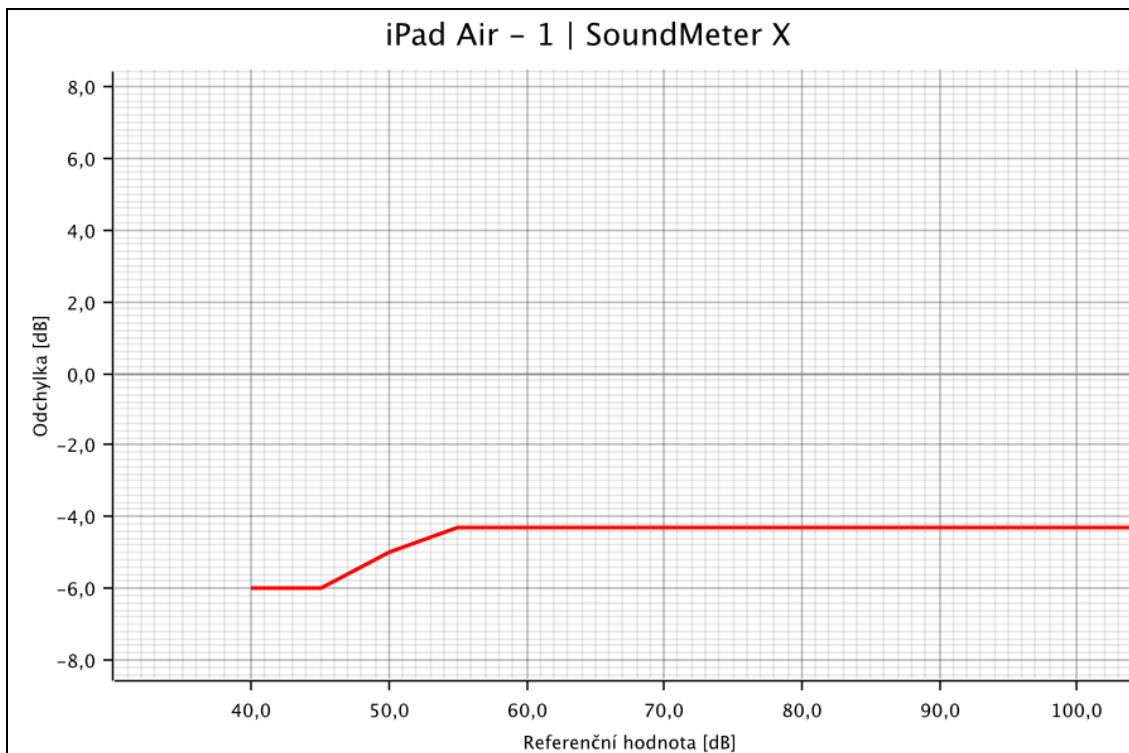
Graf 105: iPad Air - 2 | NIOSH - po kalibraci



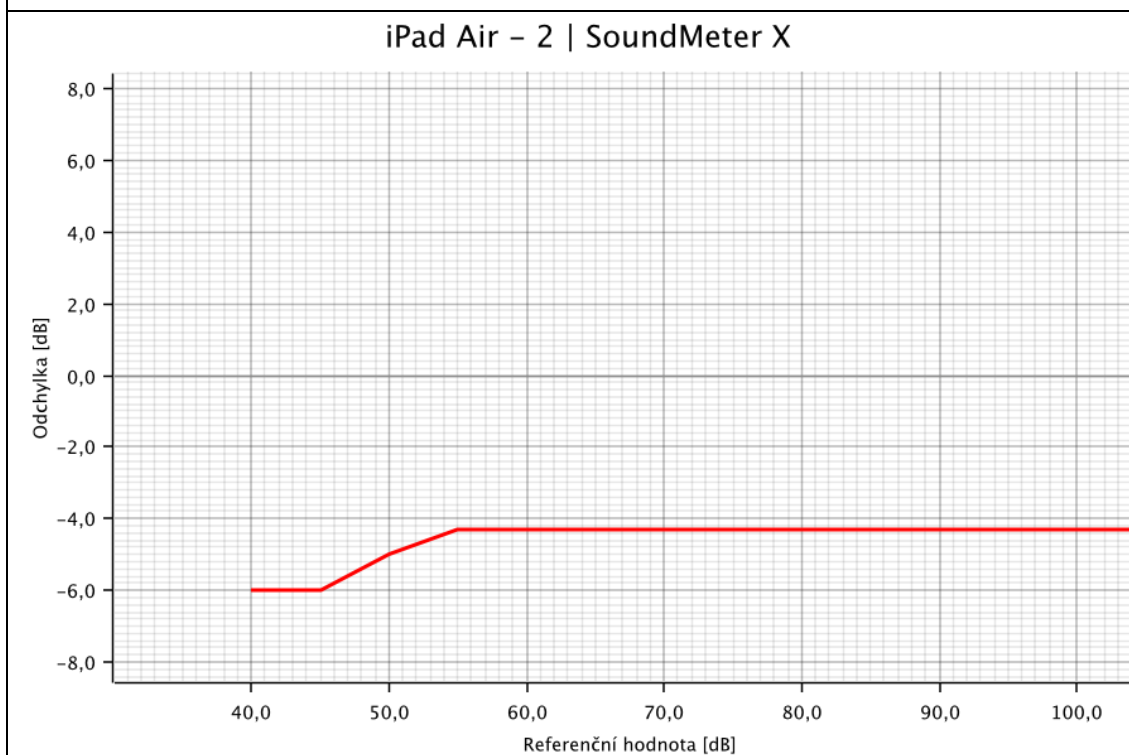
Graf 106: iPad Air - 1 | phyphox - po kalibraci



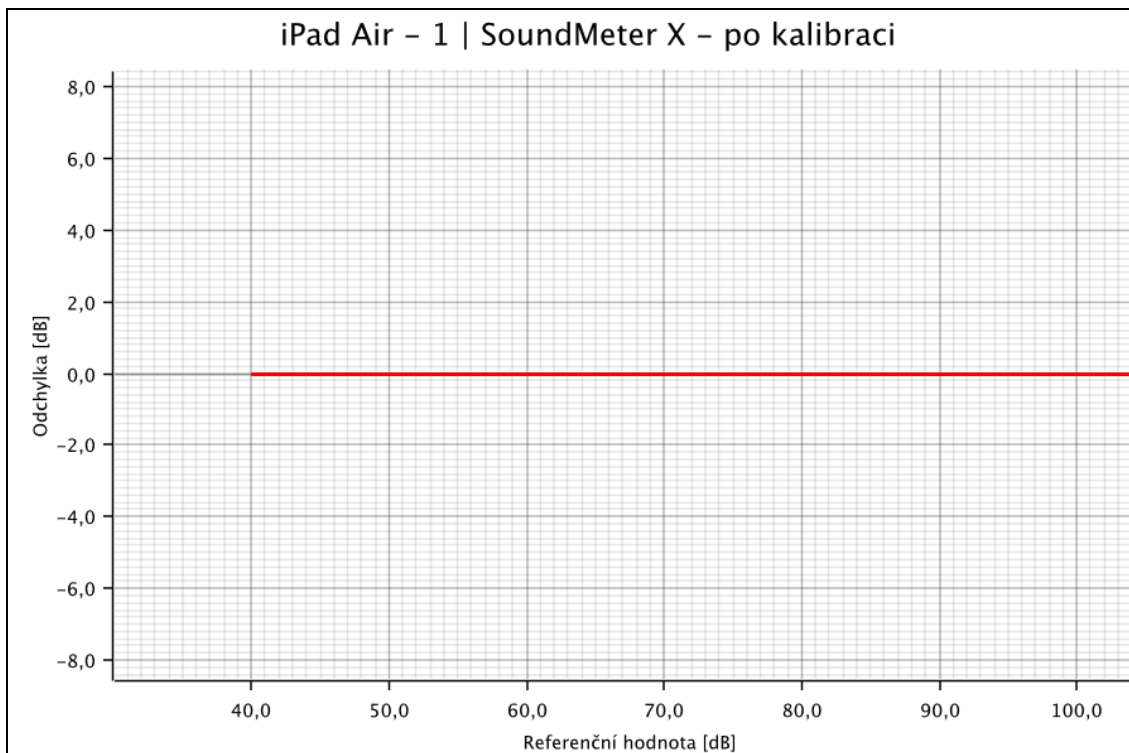
Graf 107: iPad Air - 2 | phyphox - po kalibraci



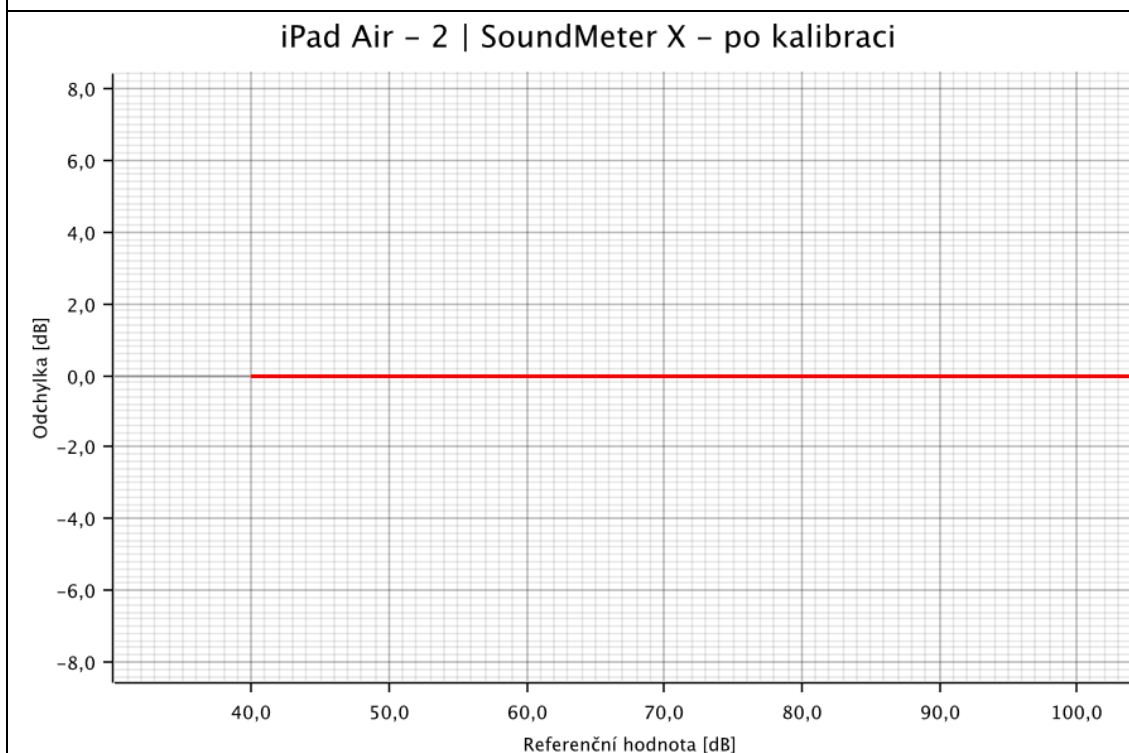
Graf 108: iPad Air - 1 | SoundMeter X



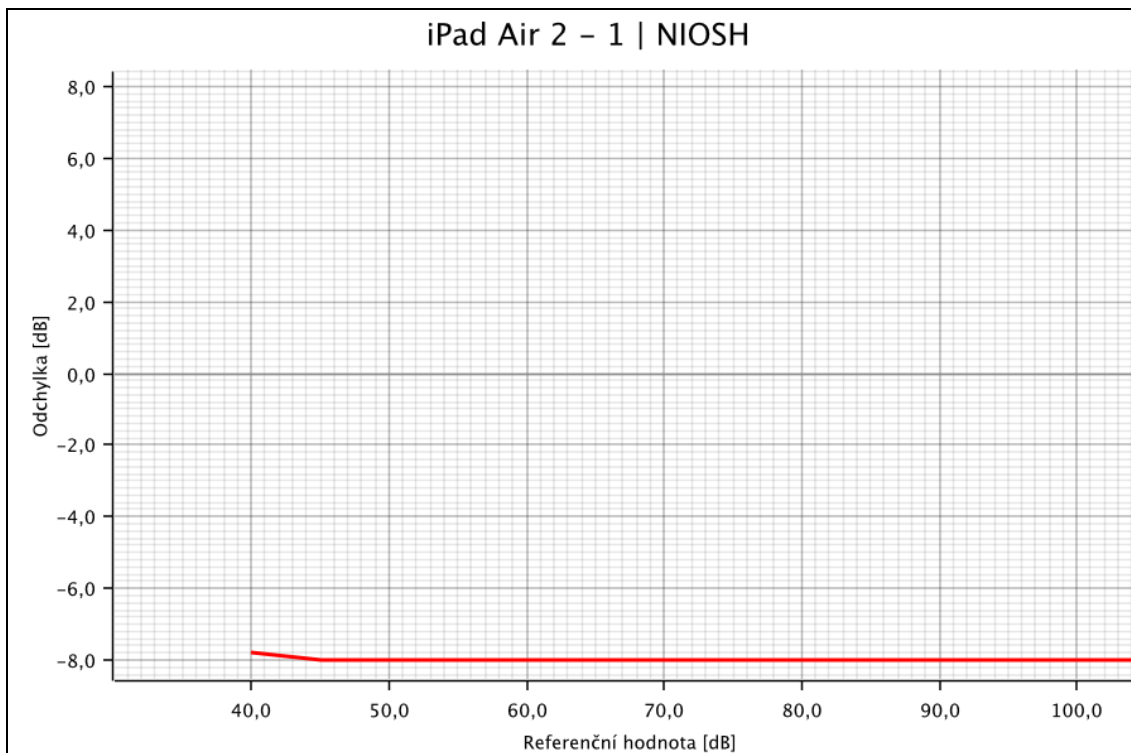
Graf 109: iPad Air - 2 | SoundMeter X



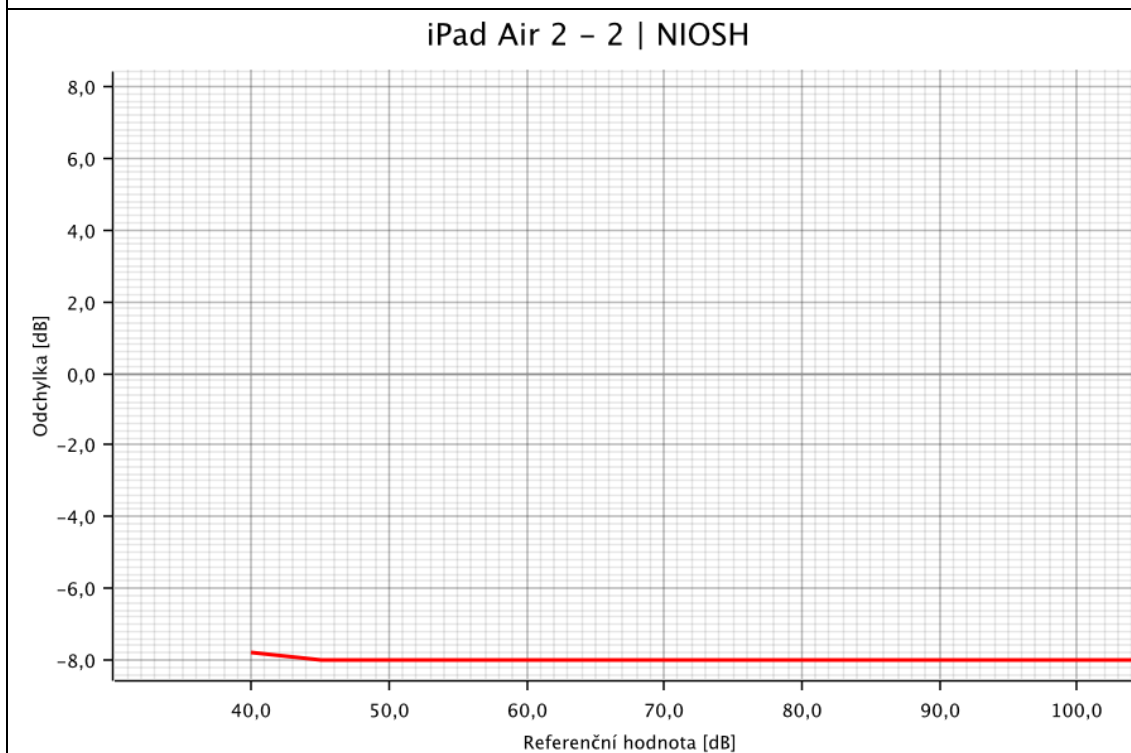
Graf 110: iPad Air - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



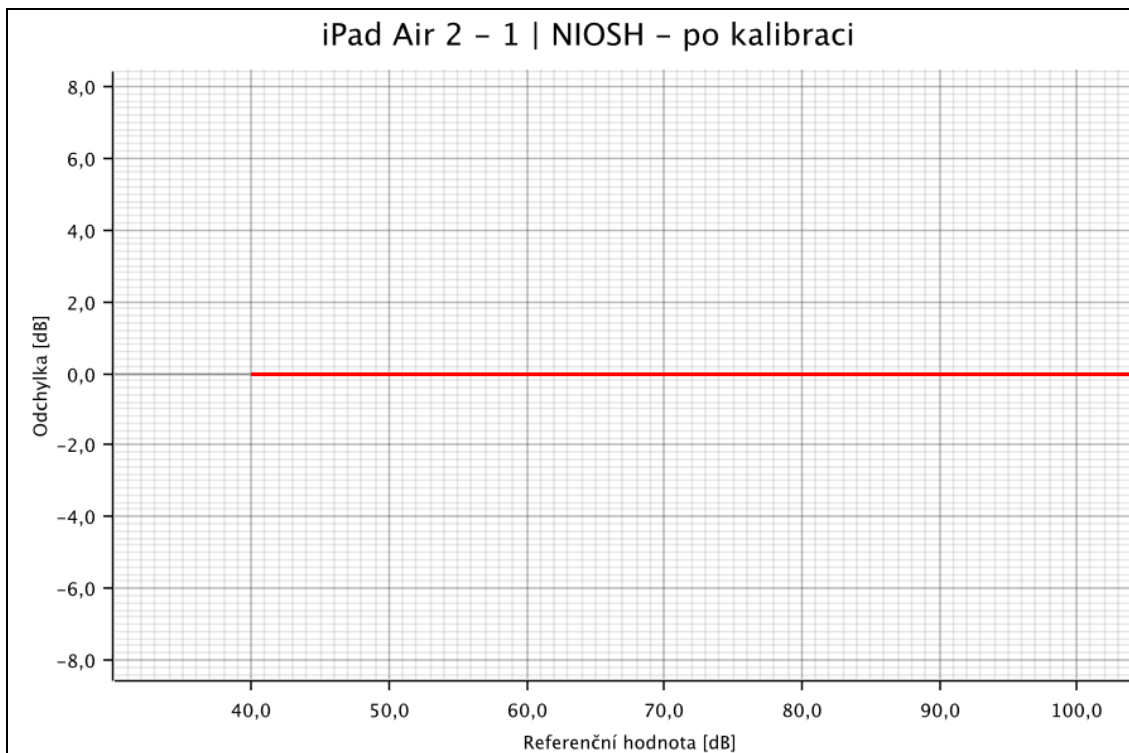
Graf 111: iPad Air - 2 | SoundMeter X - po kalibraci



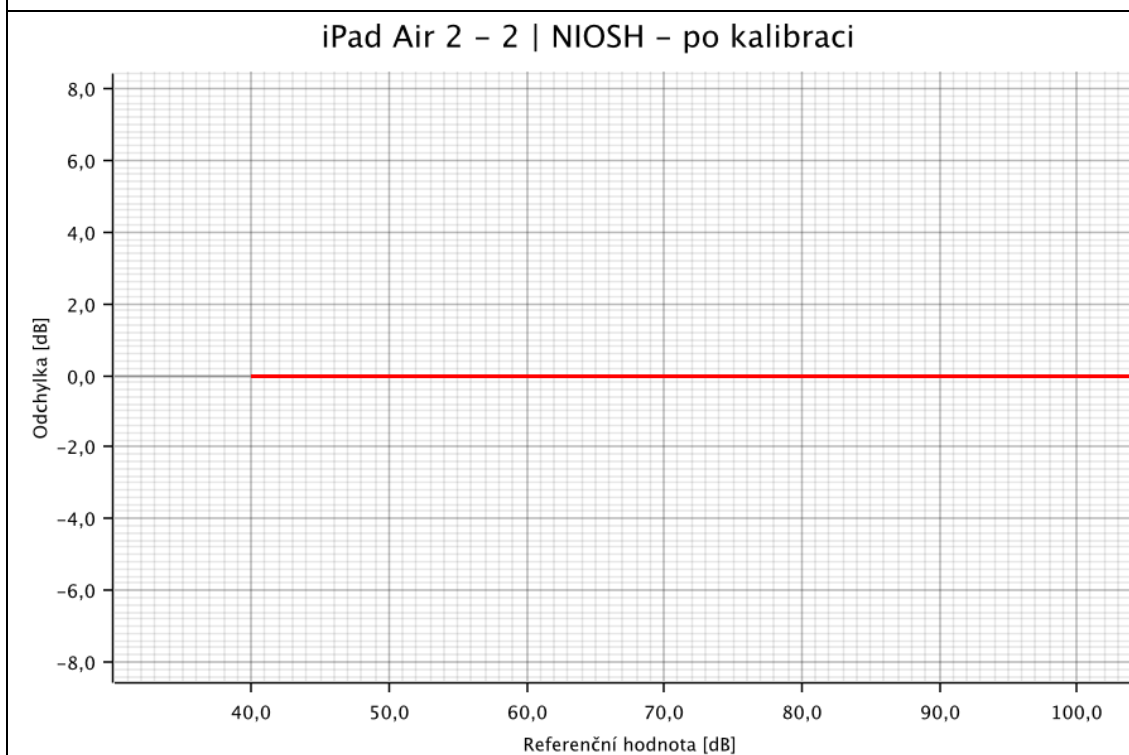
Graf 112: iPad Air 2 - 1 | NIOSH



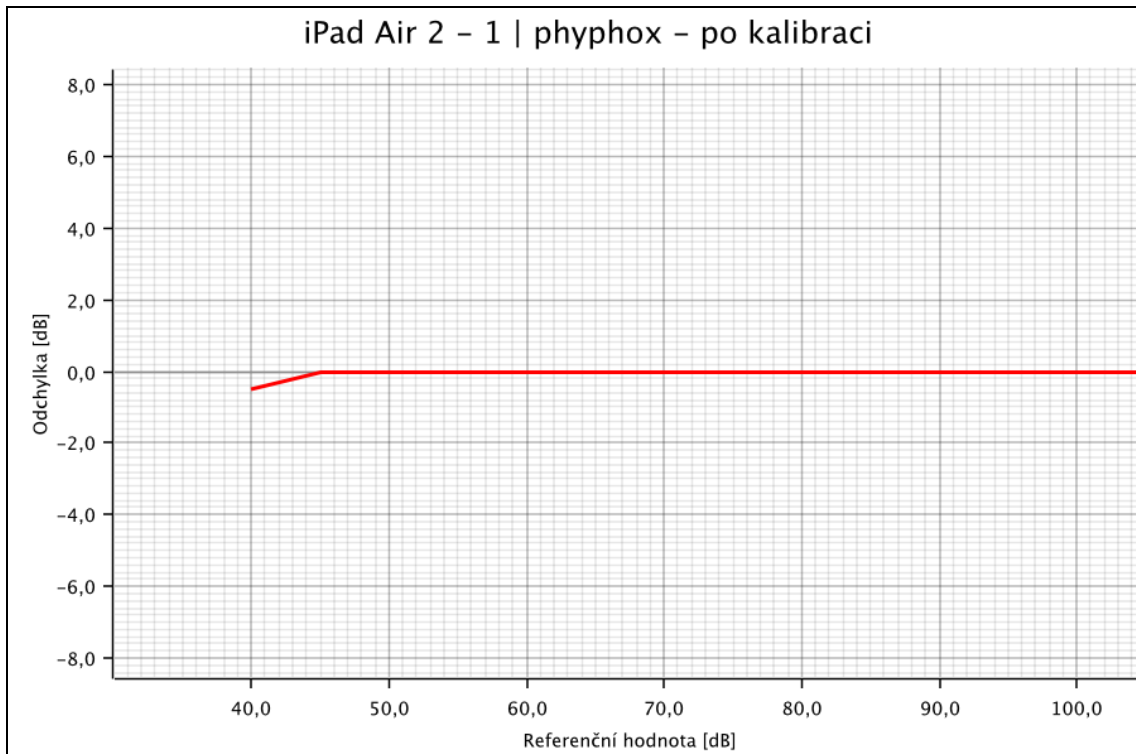
Graf 113: iPad Air 2 - 2 | NIOSH



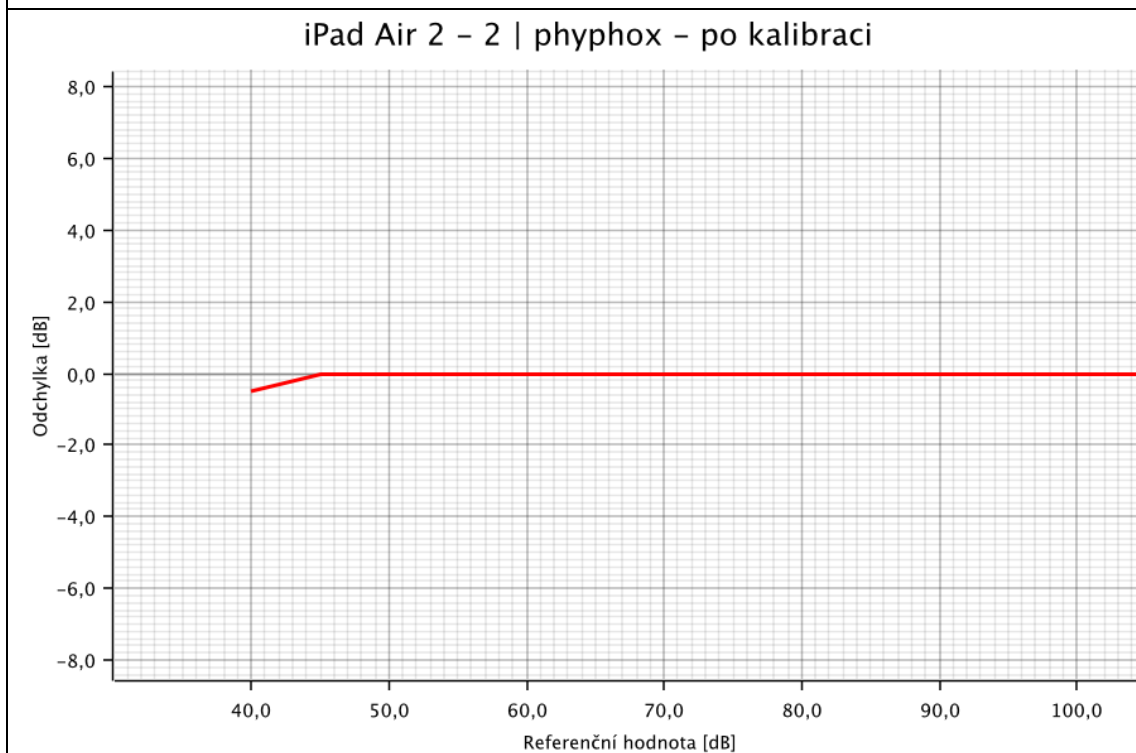
Graf 114: iPad Air 2 - 1 | NIOSH - po kalibraci



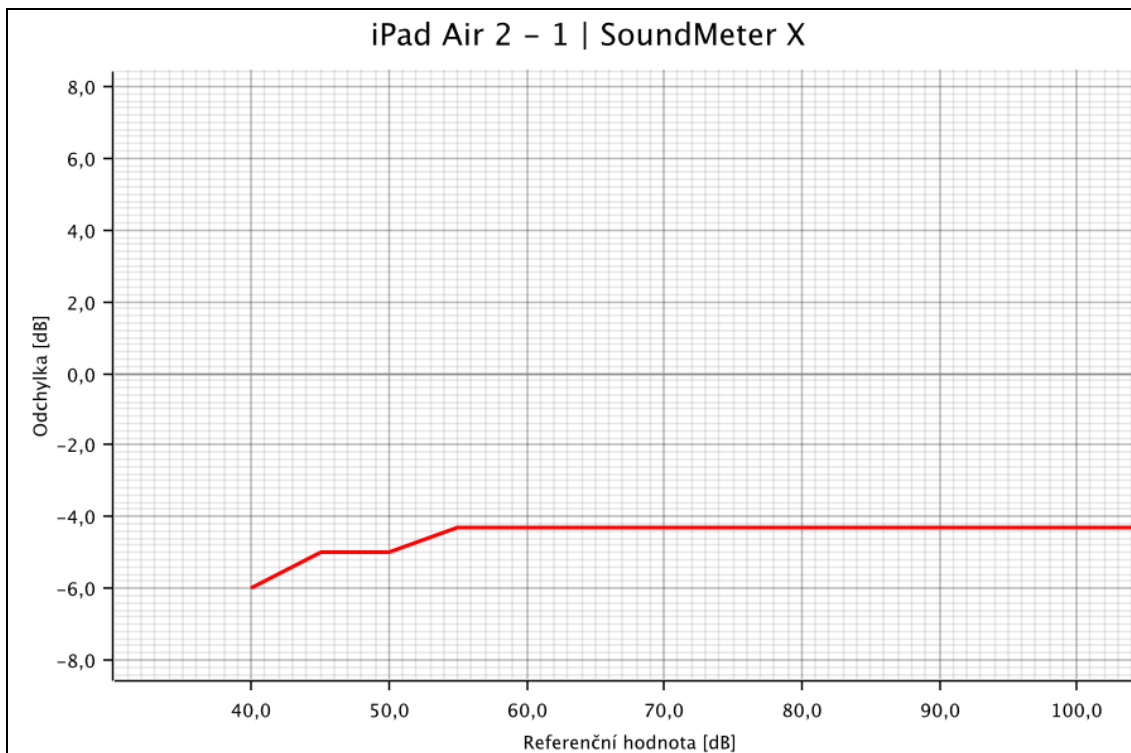
Graf 115: iPad Air 2 - 2 | NIOSH - po kalibraci



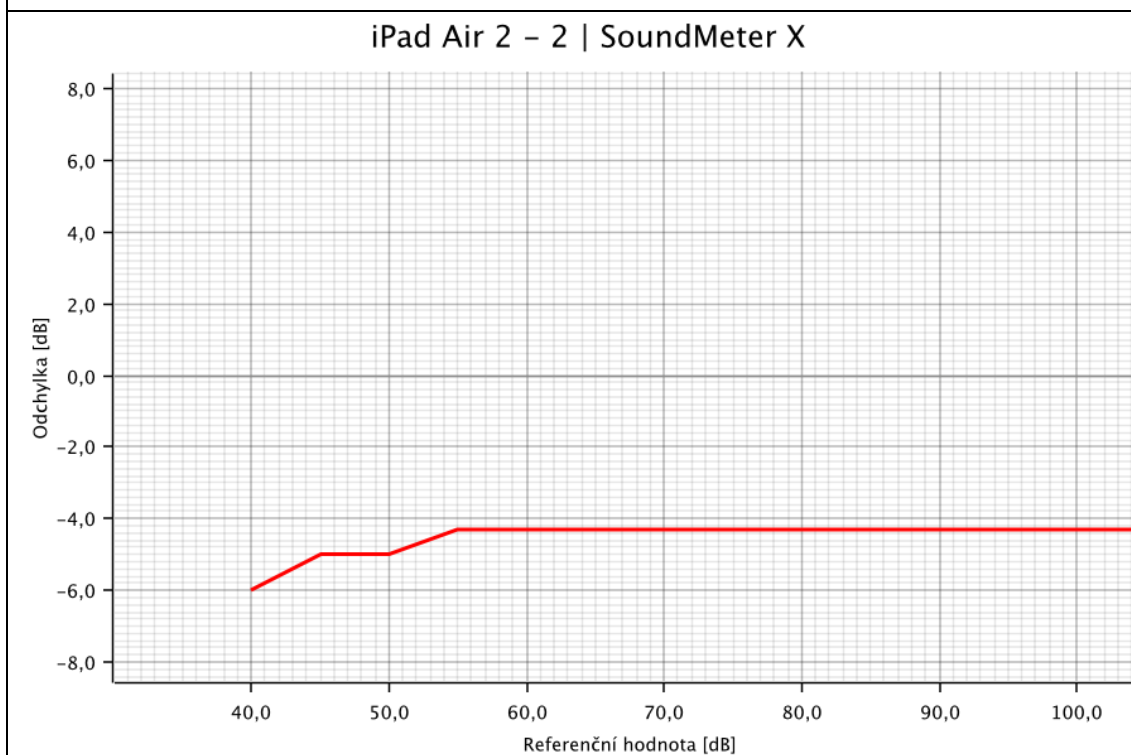
Graf 116: iPad Air 2 - 1 | phyphox - po kalibraci



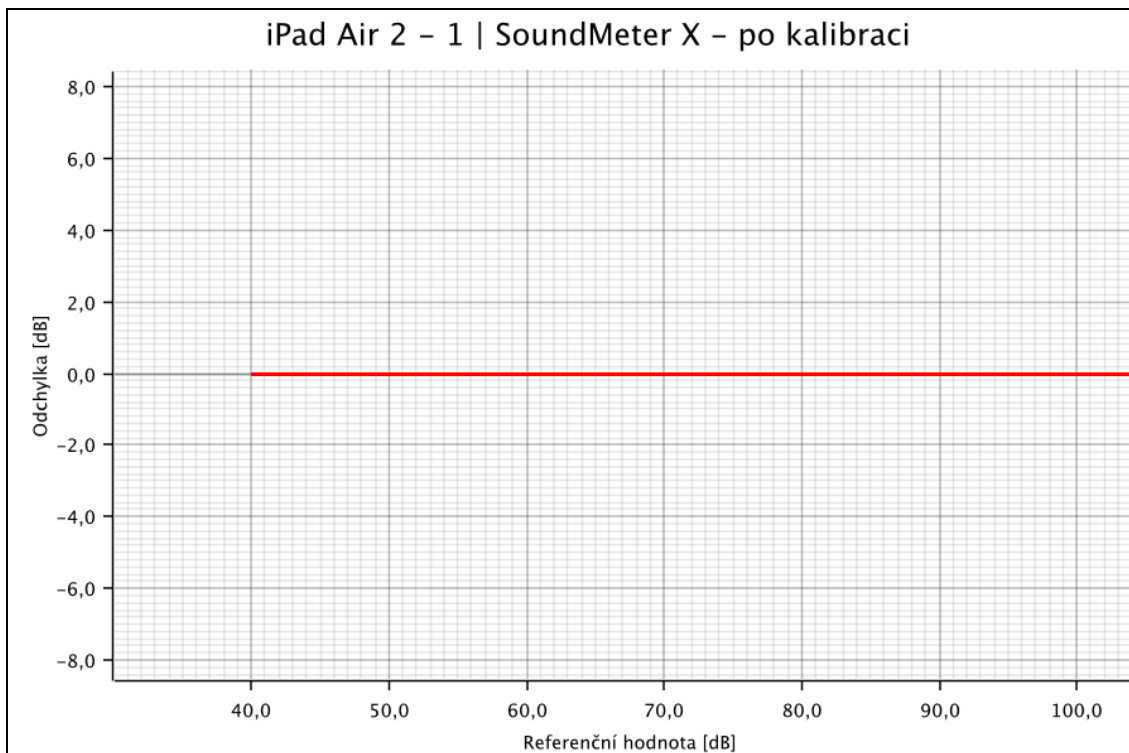
Graf 117: iPad Air 2 - 2 | phyphox - po kalibraci



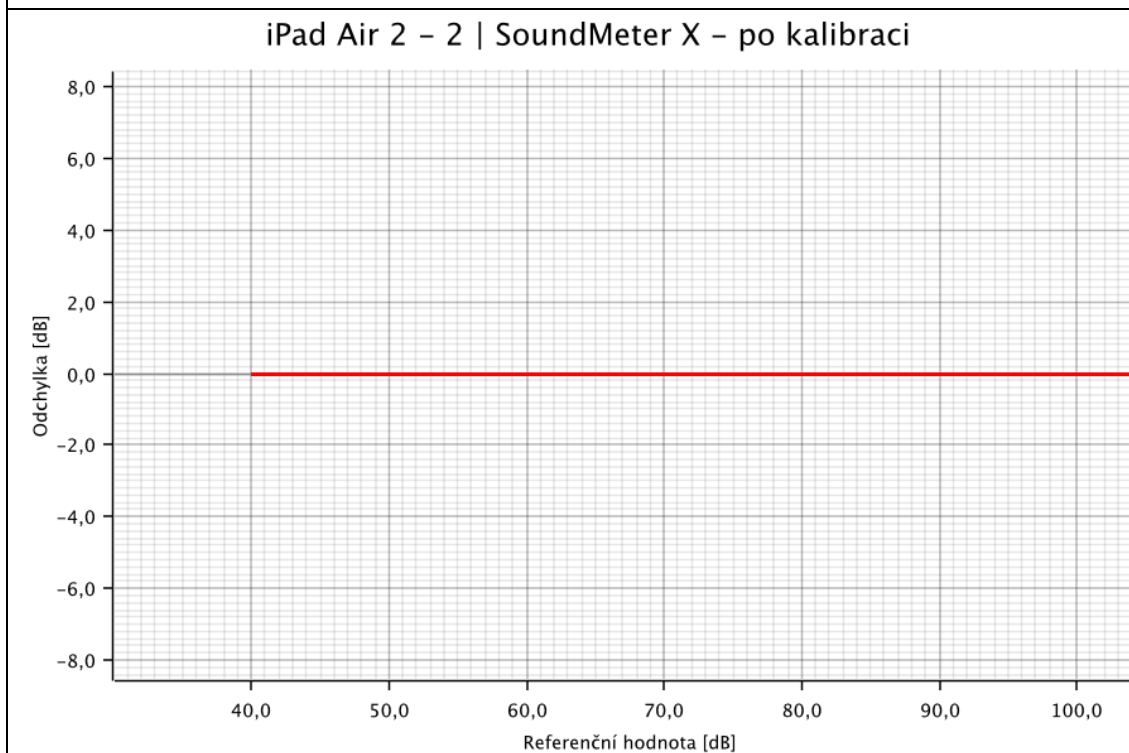
Graf 118: iPad Air 2 - 1 | SoundMeter X



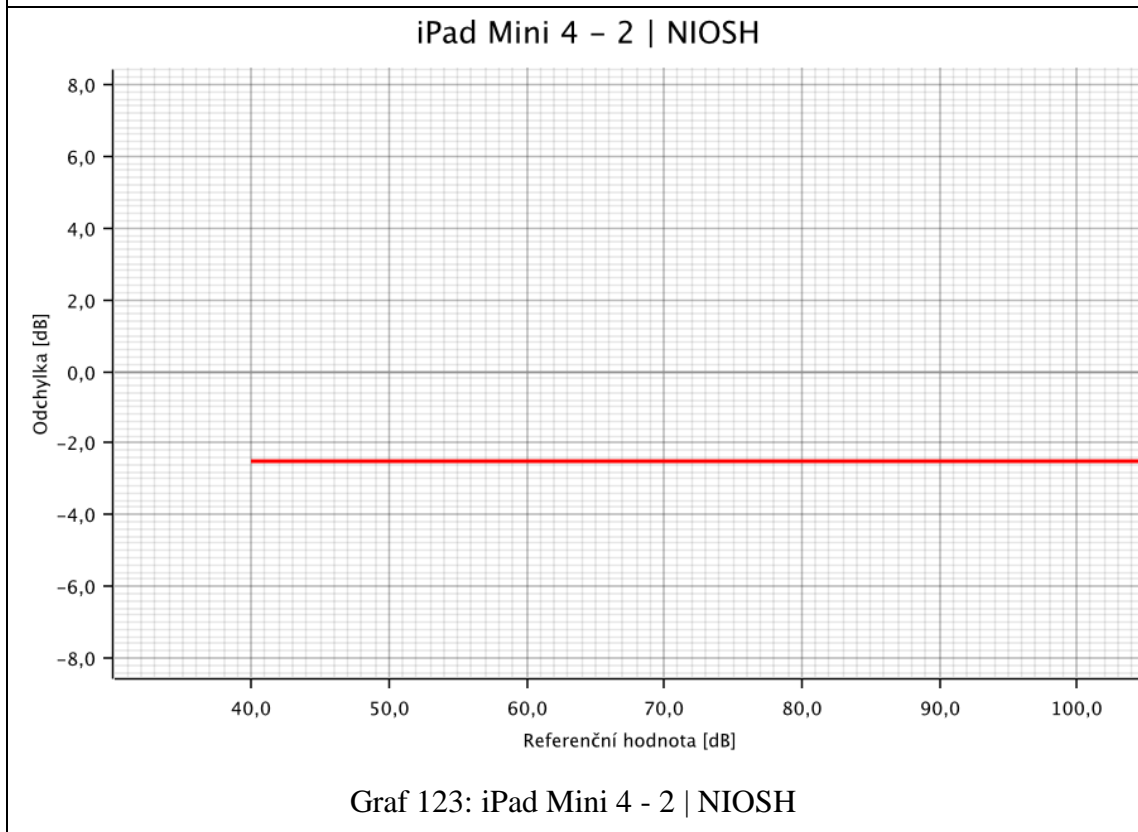
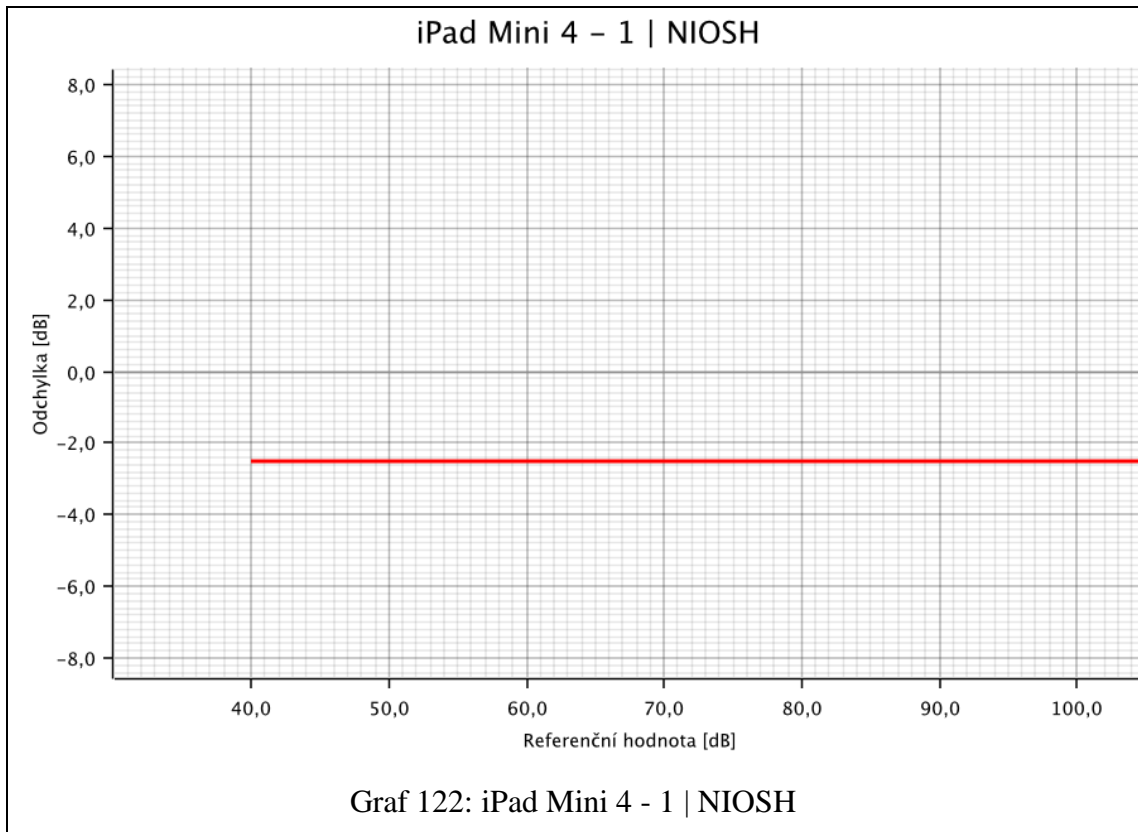
Graf 119: iPad Air 2 - 2 | SoundMeter X

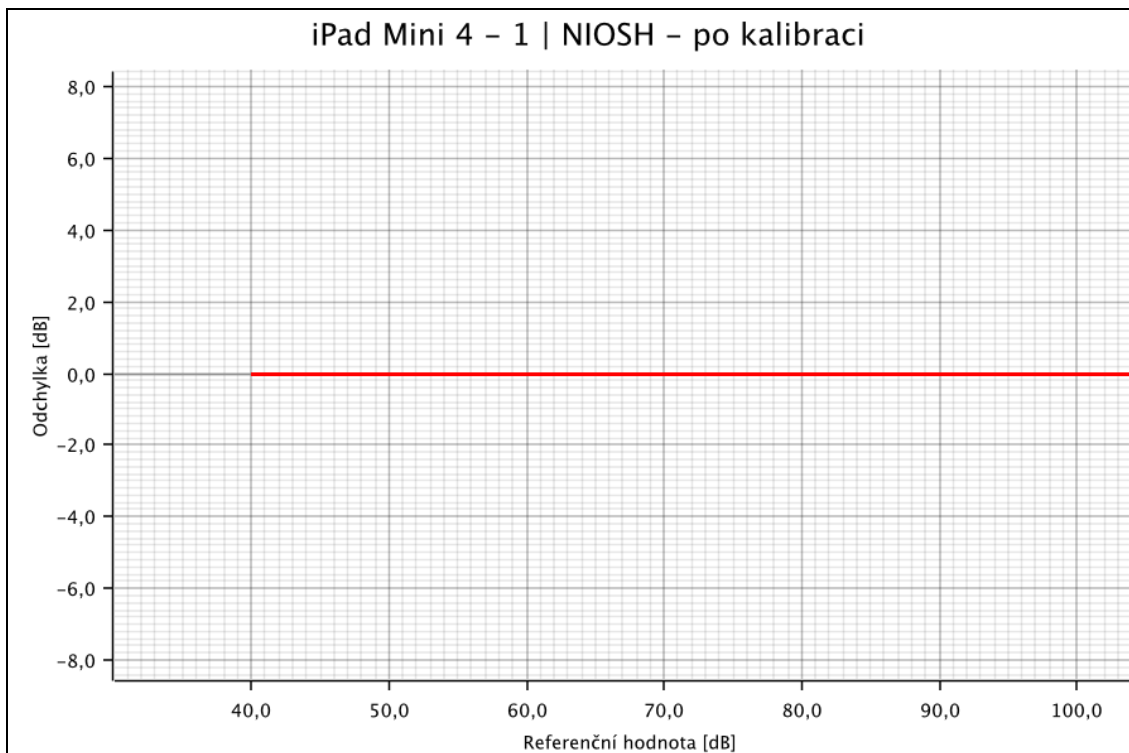


Graf 120: iPad Air 2 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci

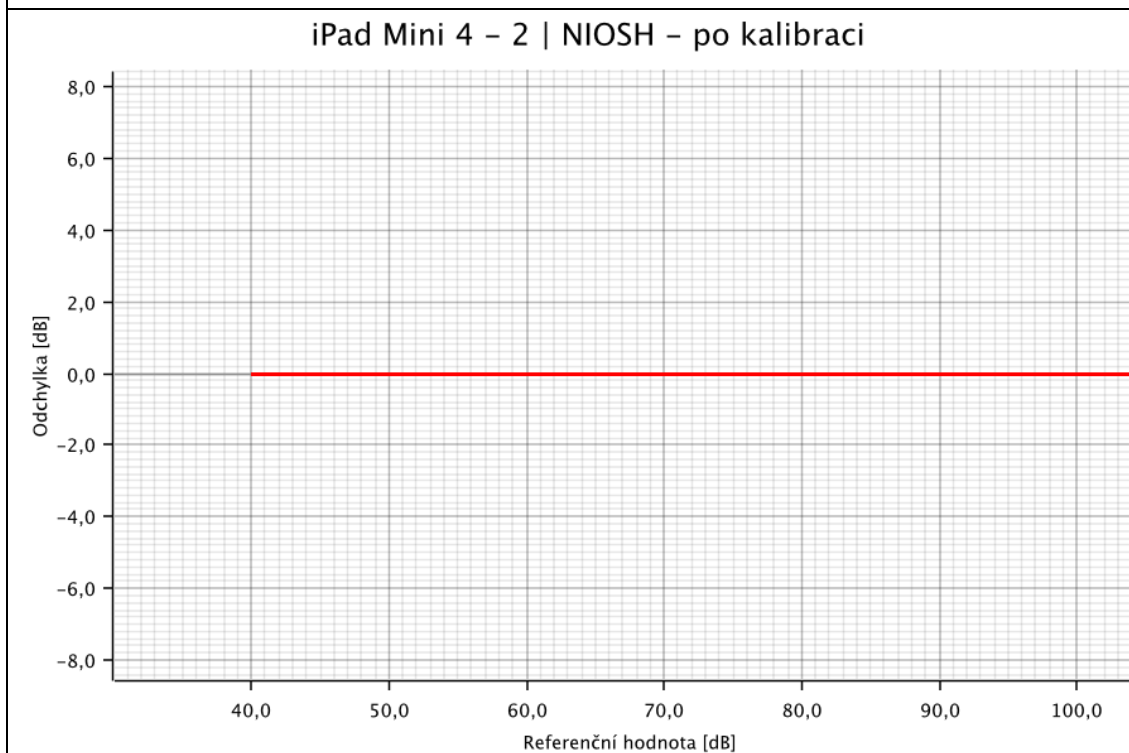


Graf 121: iPad Air 2 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

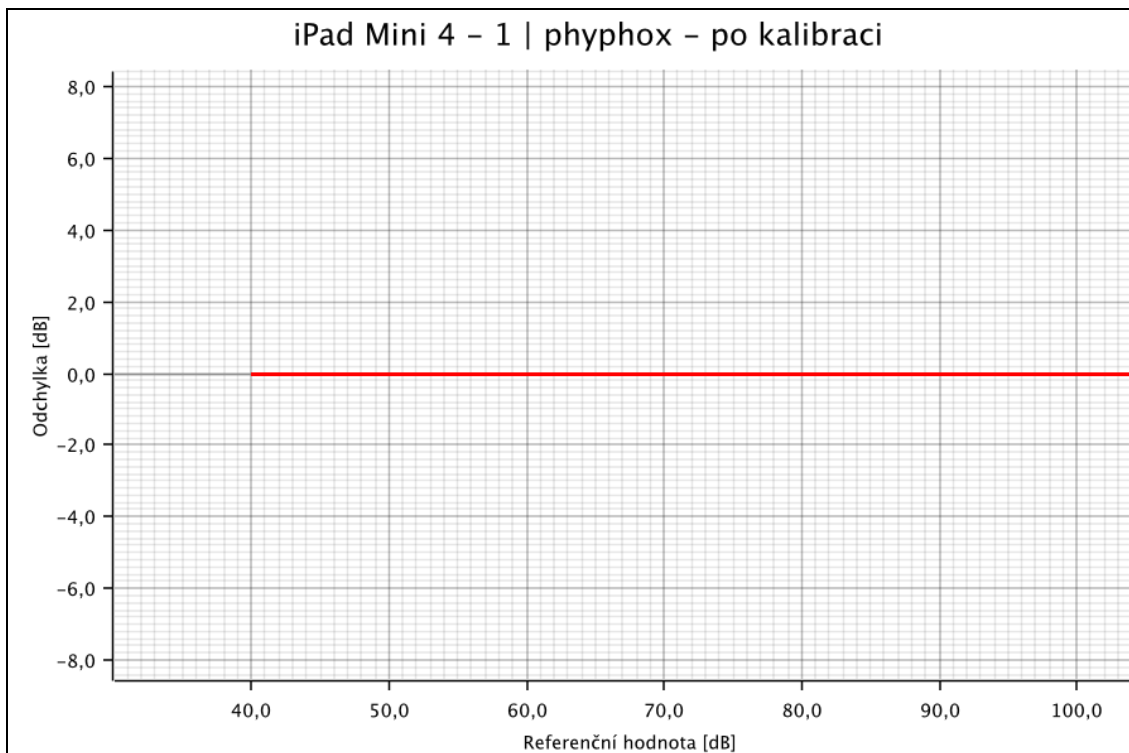




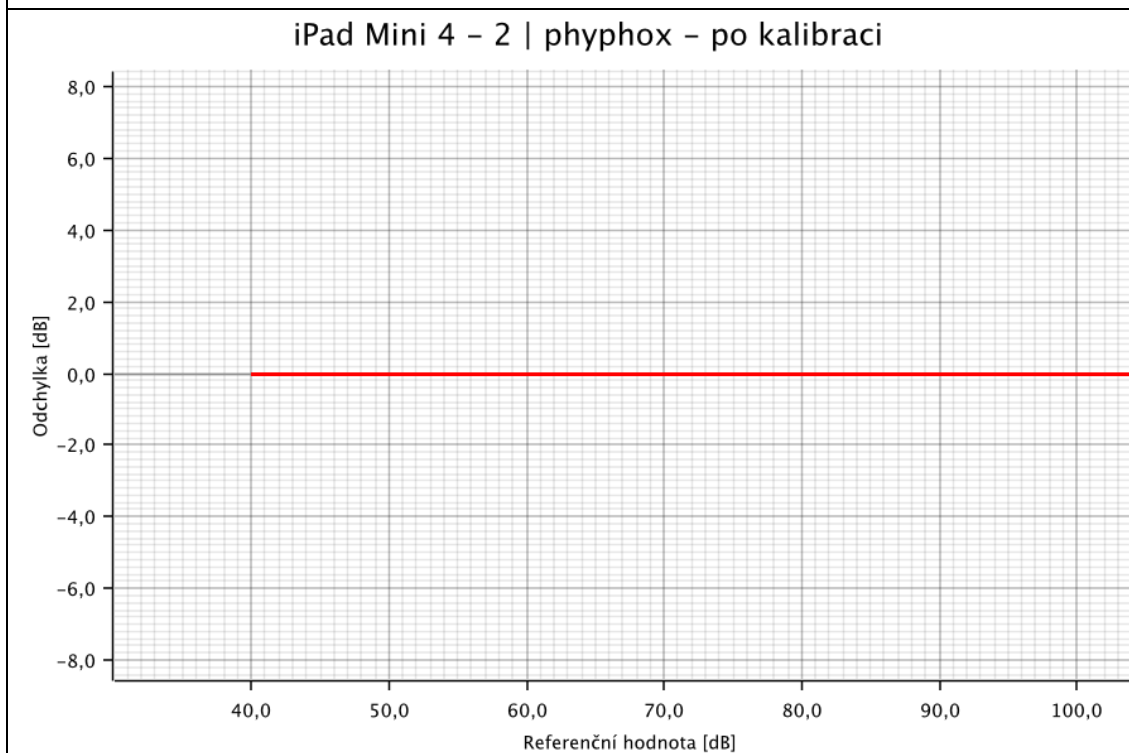
Graf 124: iPad Mini 4 - 1 | NIOSH - po kalibraci



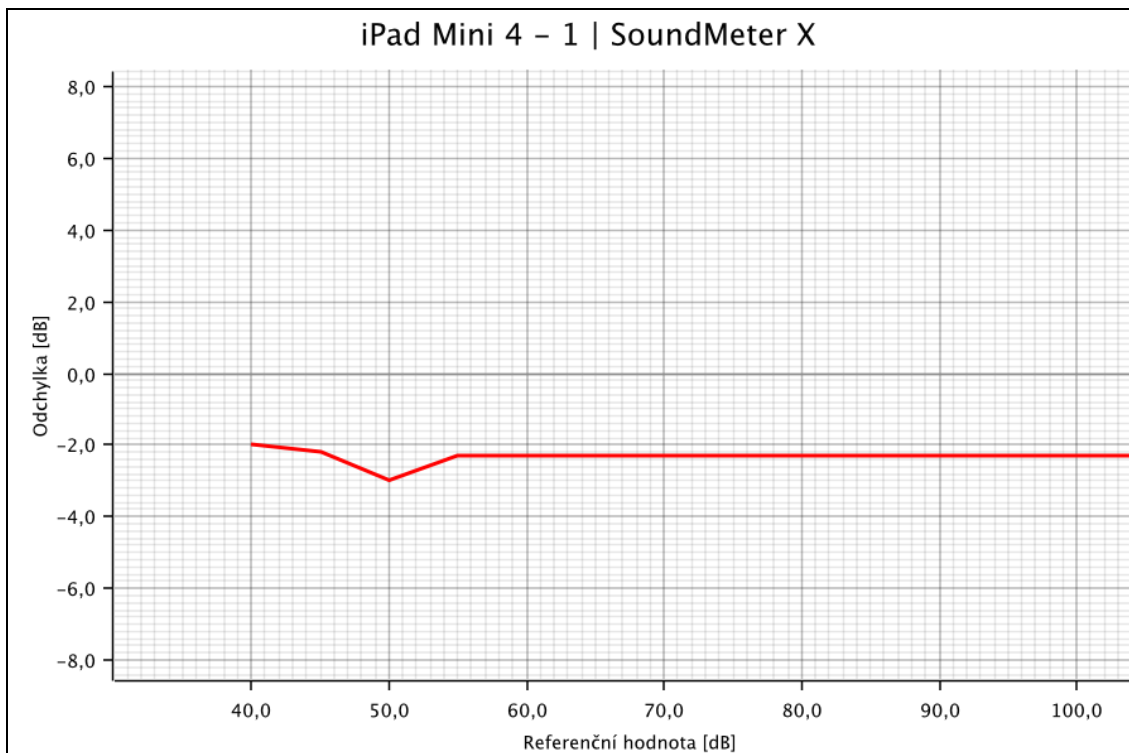
Graf 125: iPad Mini 4 - 2 | NIOSH - po kalibraci



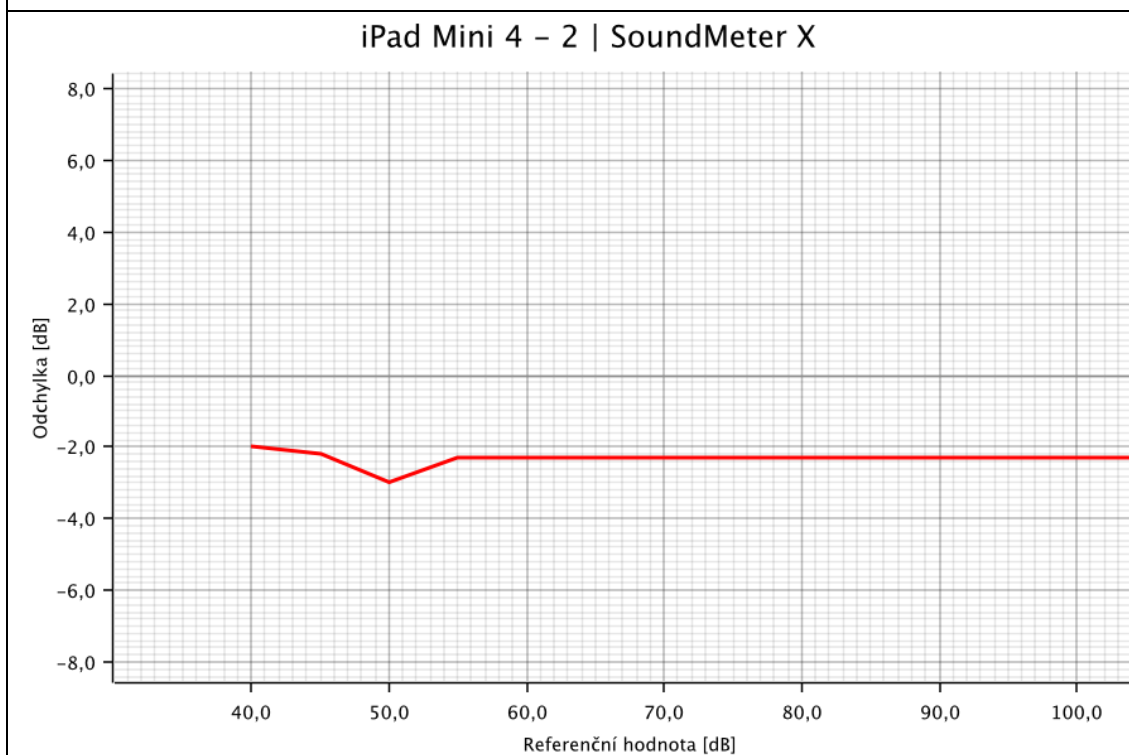
Graf 126: iPad Mini 4 - 1 | phyphox - po kalibraci



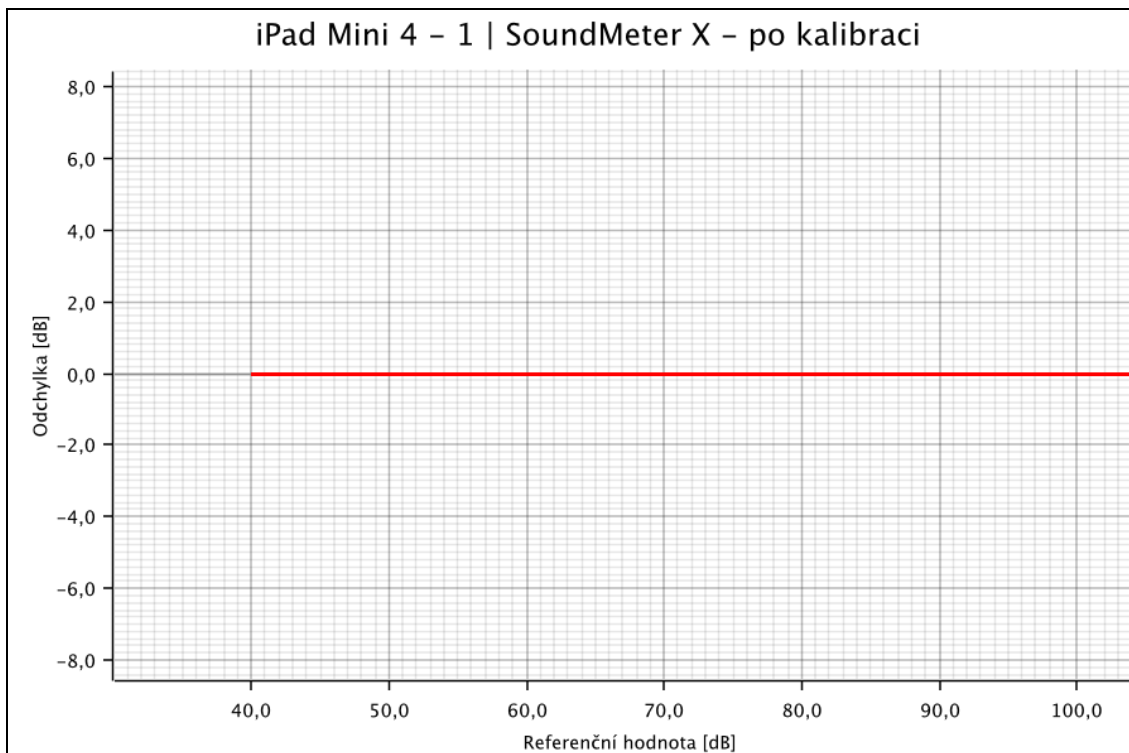
Graf 127: iPad Mini 4 - 2 | phyphox - po kalibraci



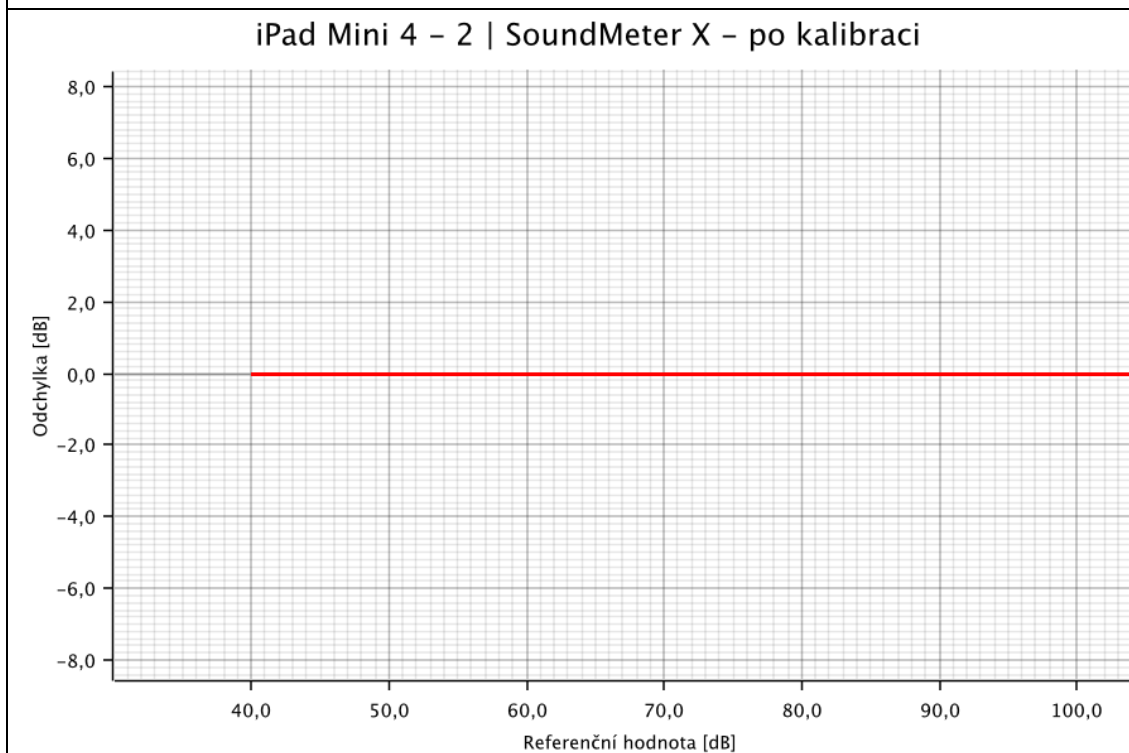
Graf 128: iPad Mini 4 - 1 | SoundMeter X



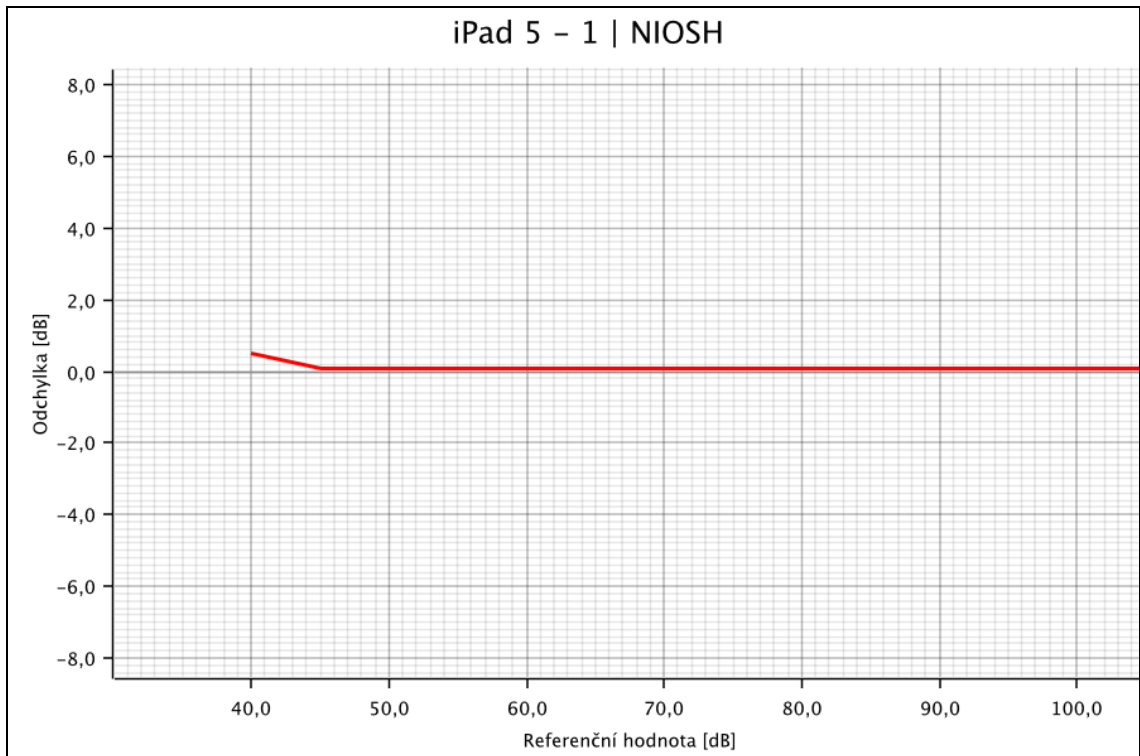
Graf 129: iPad Mini 4 - 2 | SoundMeter X



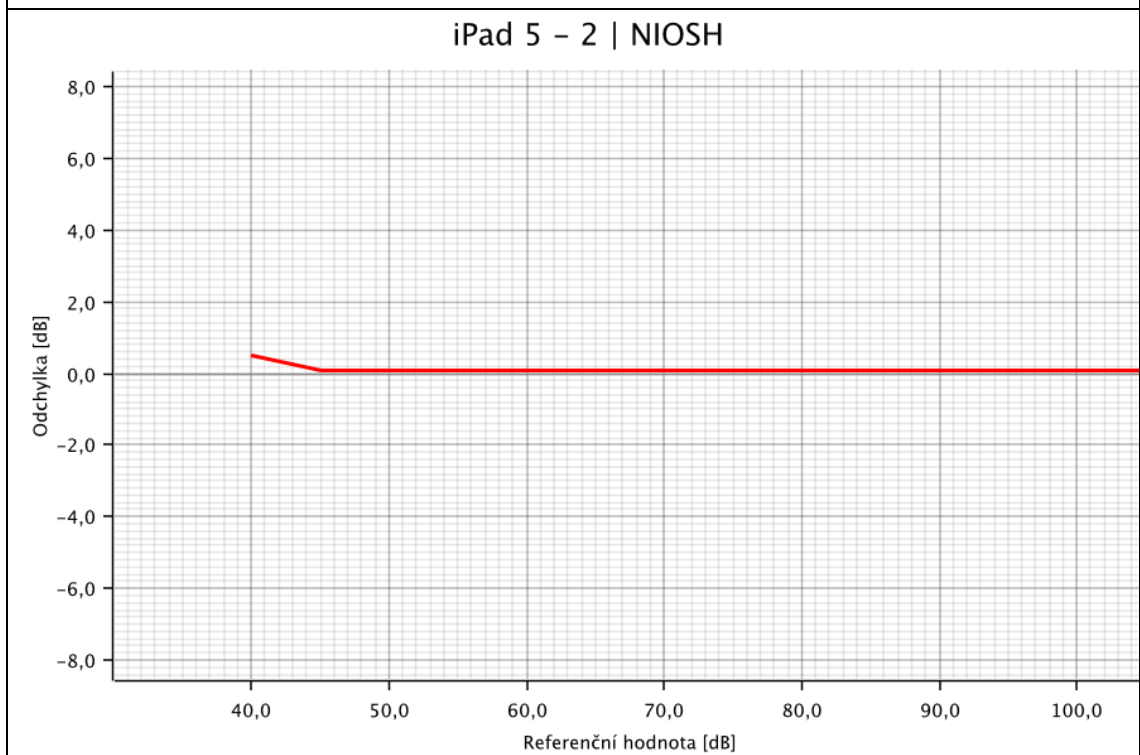
Graf 130: iPad Mini 4 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



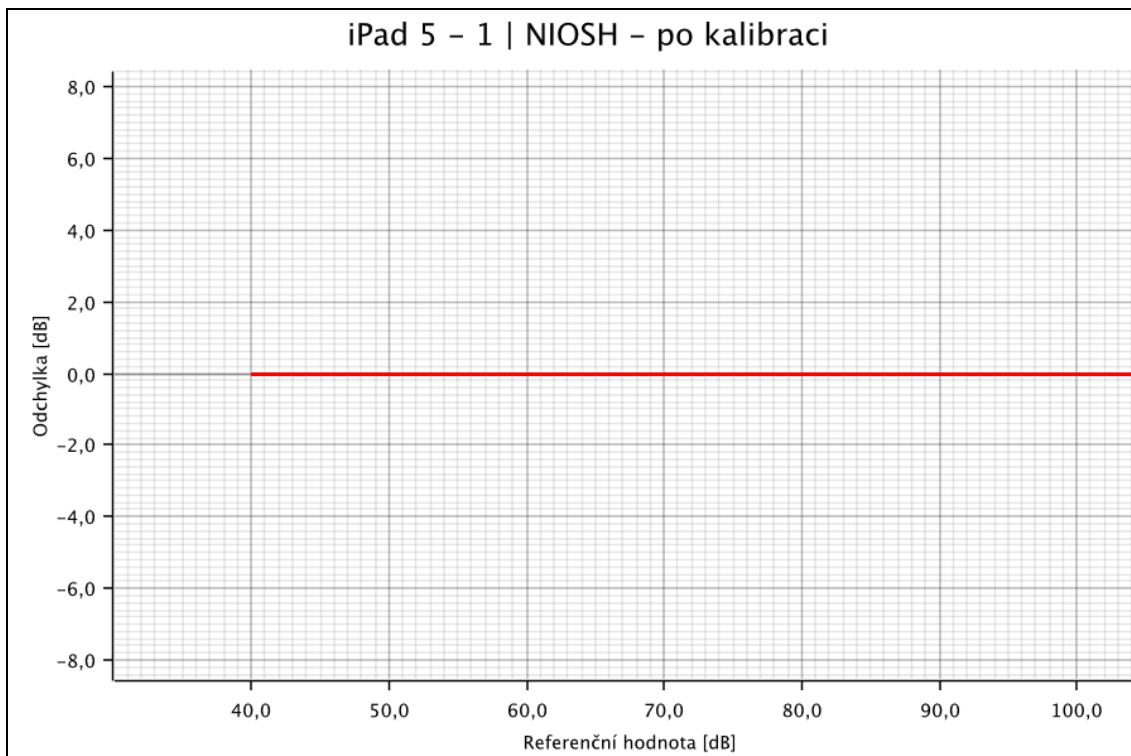
Graf 131: iPad Mini 4 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci



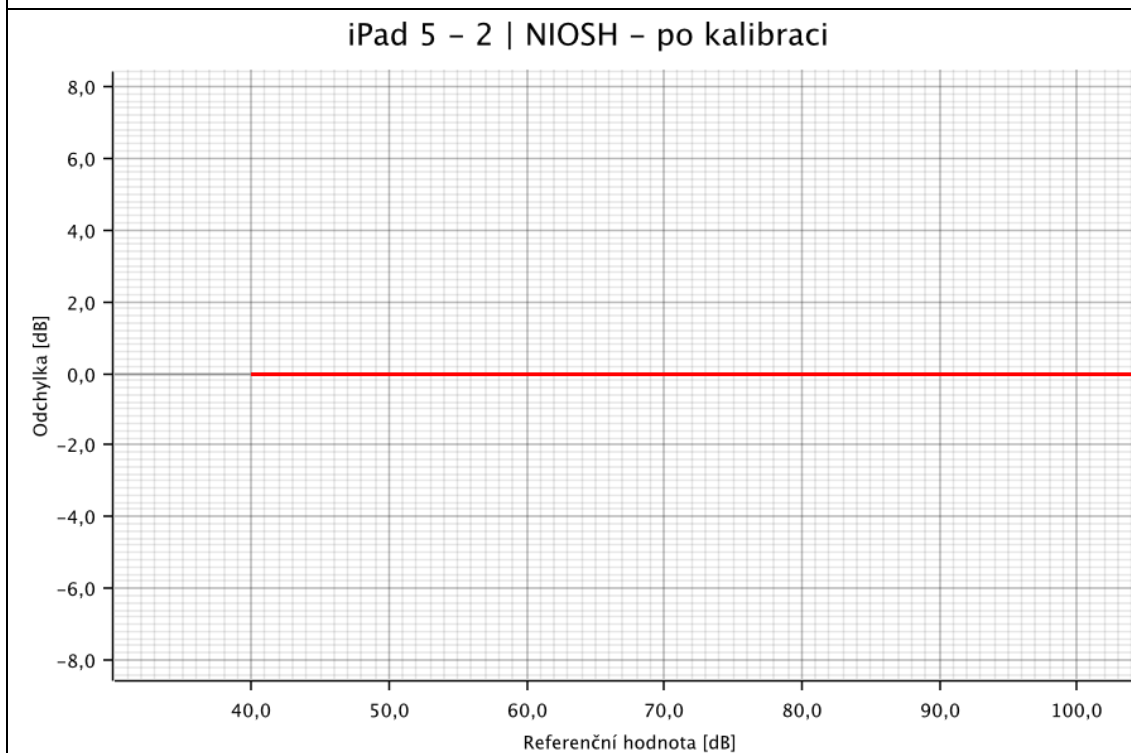
Graf 132: iPad 5 - 1 | NIOSH



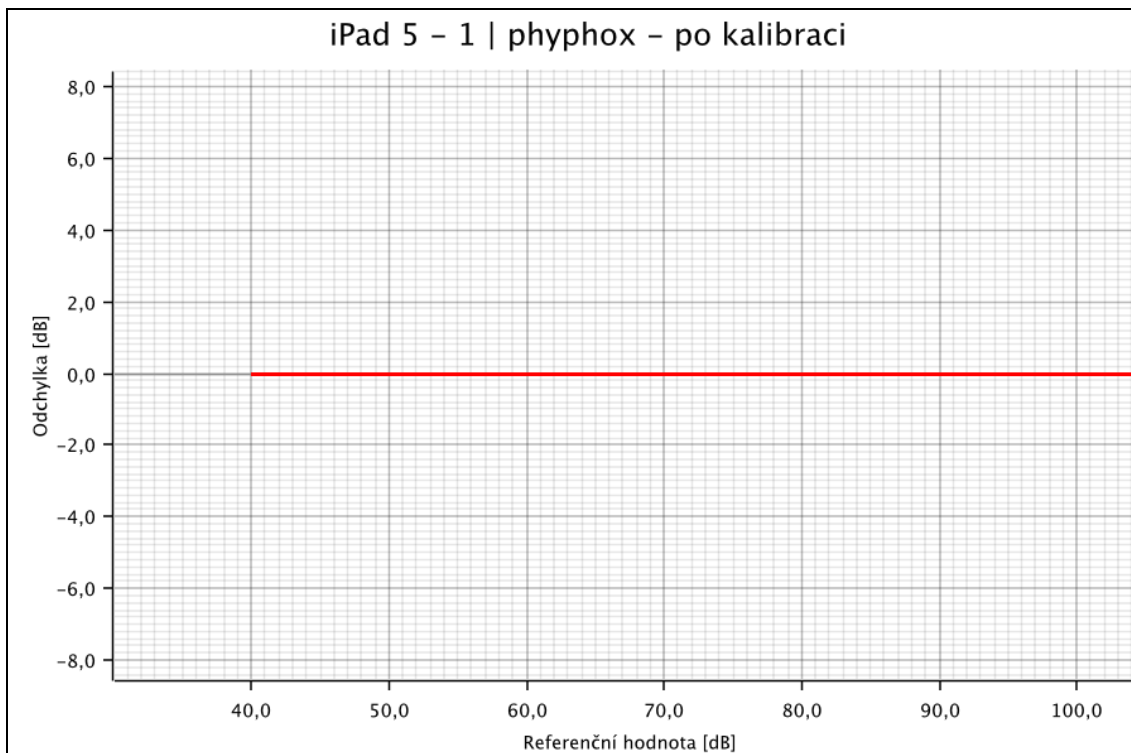
Graf 133: iPad 5 - 2 | NIOSH



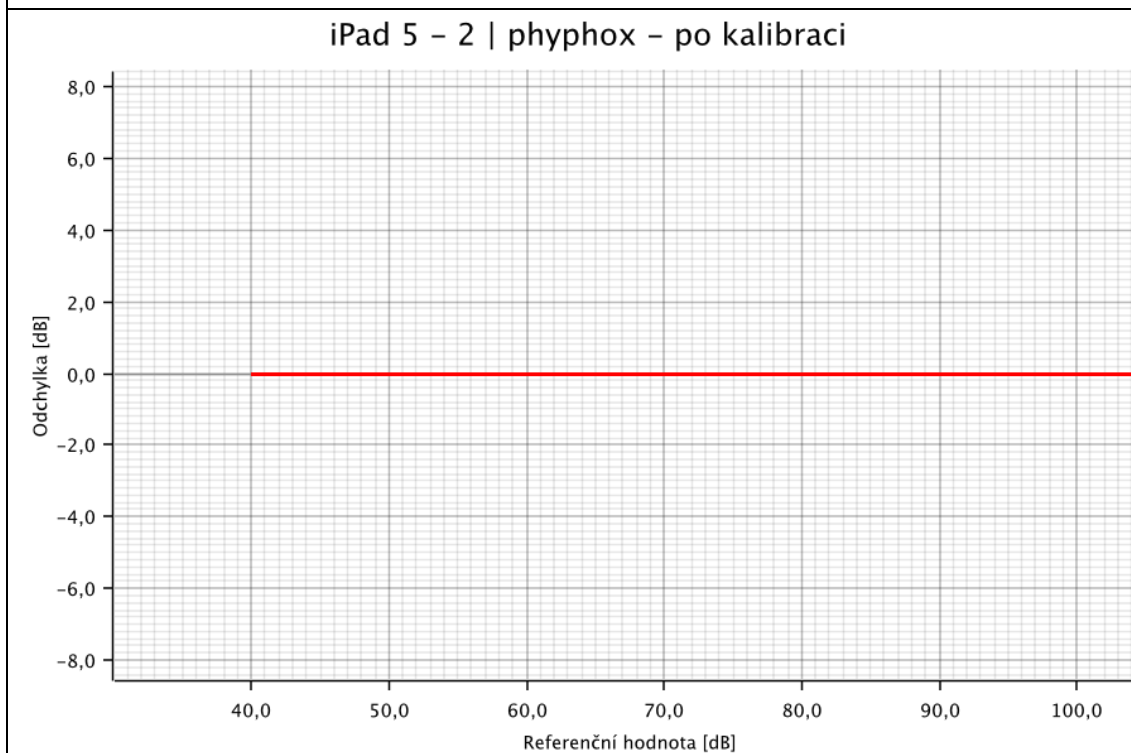
Graf 134: iPad 5 - 1 | NIOSH - po kalibraci



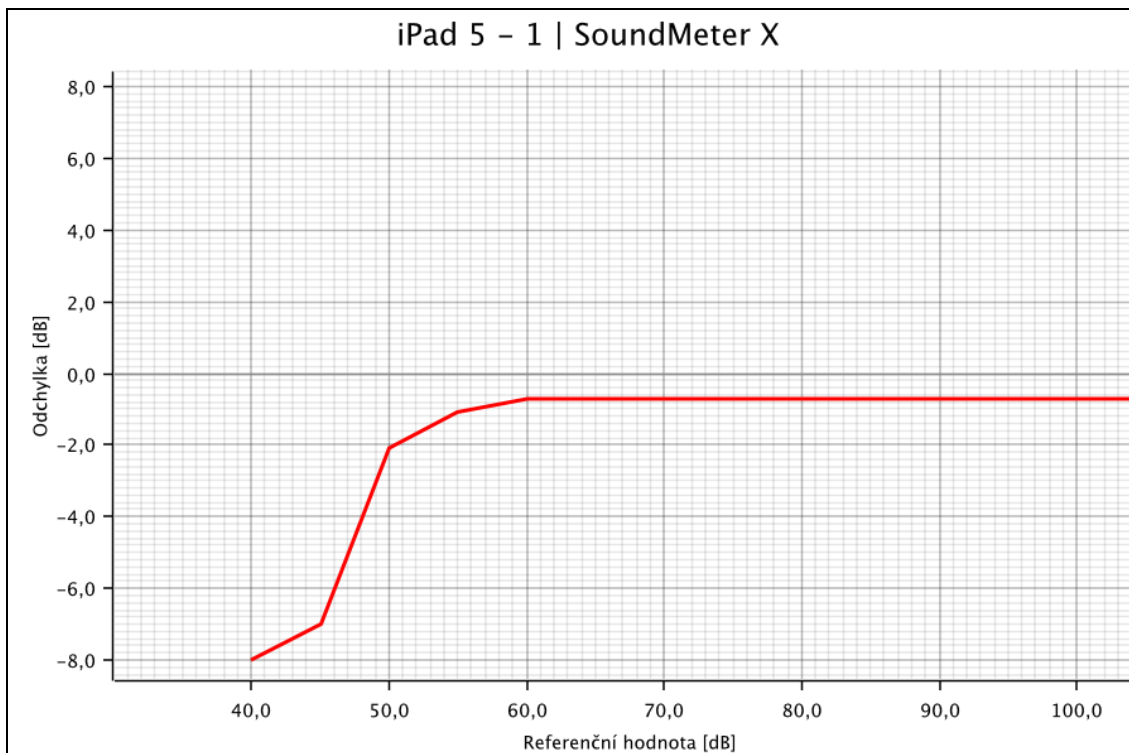
Graf 135: iPad 5 - 2 | NIOSH - po kalibraci



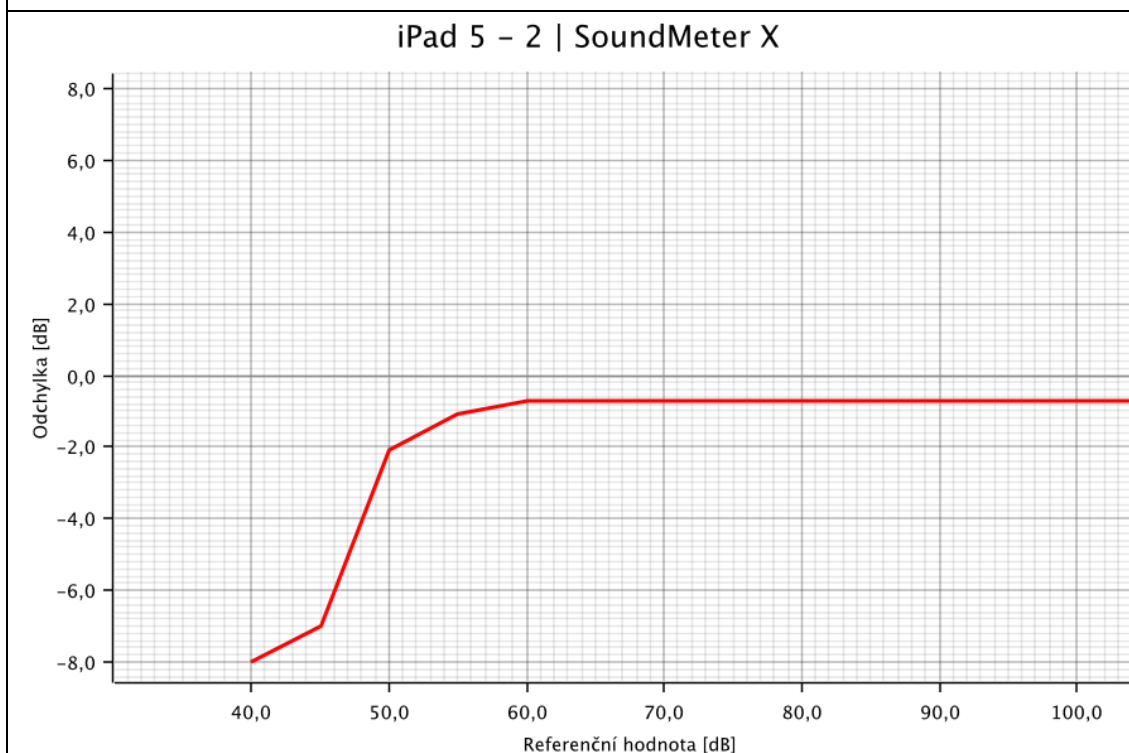
Graf 136: iPad 5 - 1 | phyphox - po kalibraci



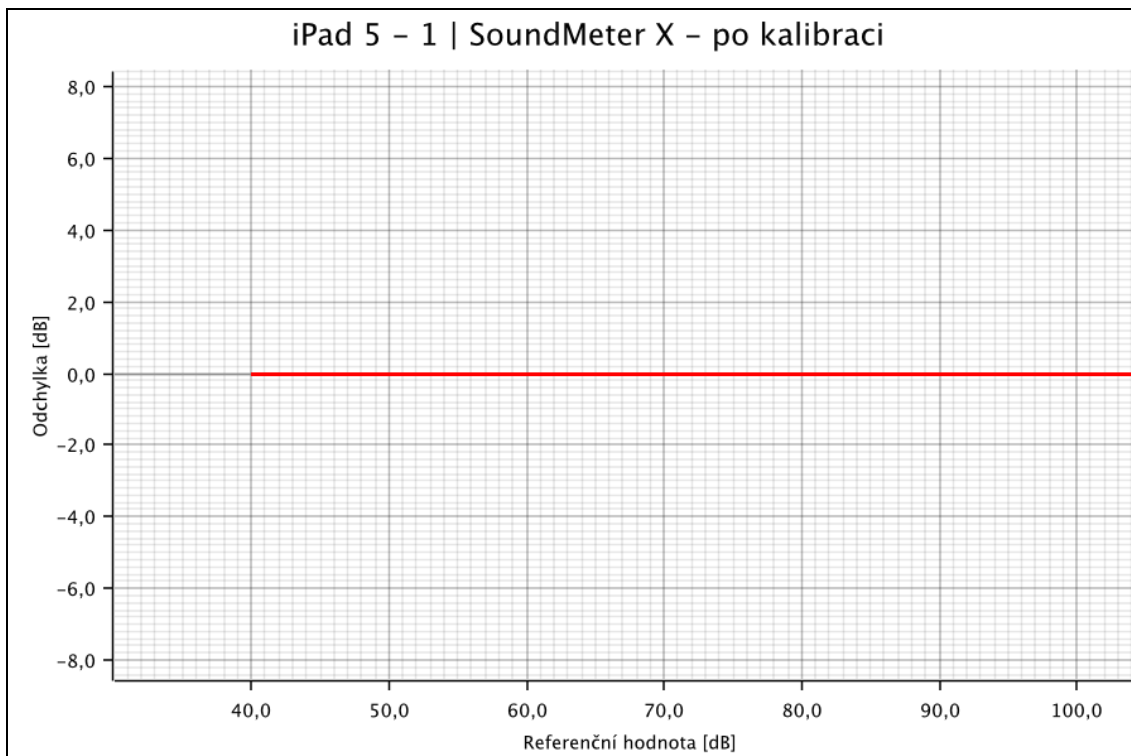
Graf 137: iPad 5 - 2 | phyphox - po kalibraci



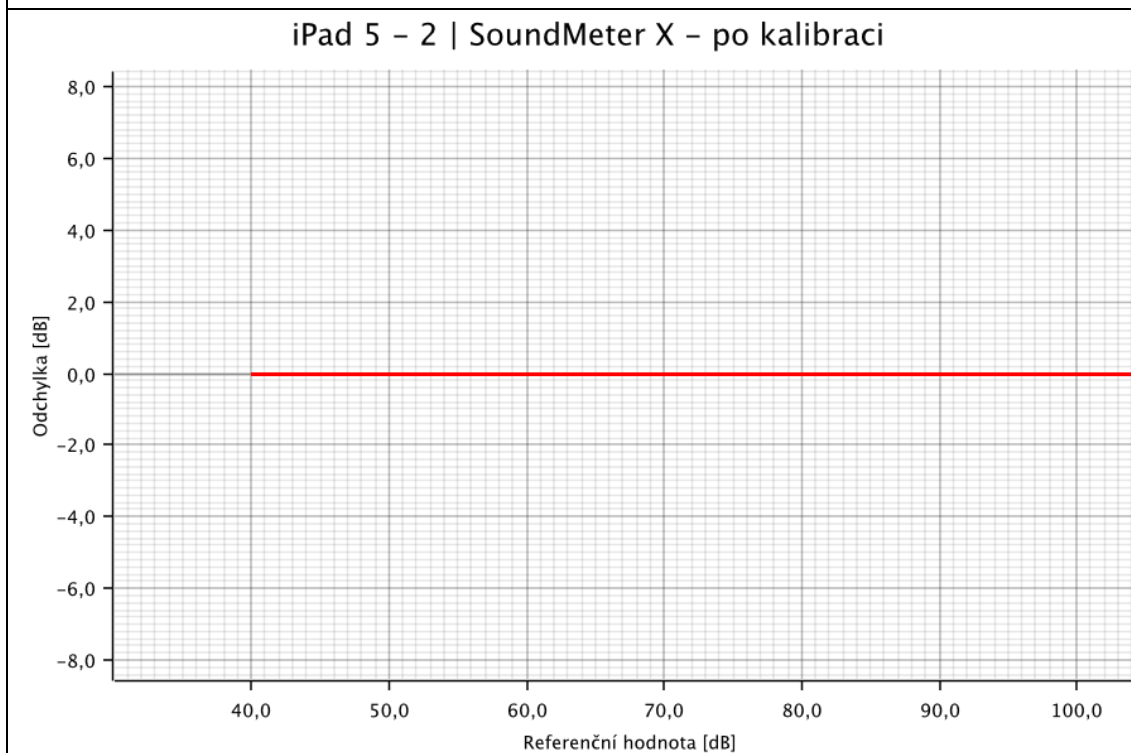
Graf 138: iPad 5 - 1 | SoundMeter X



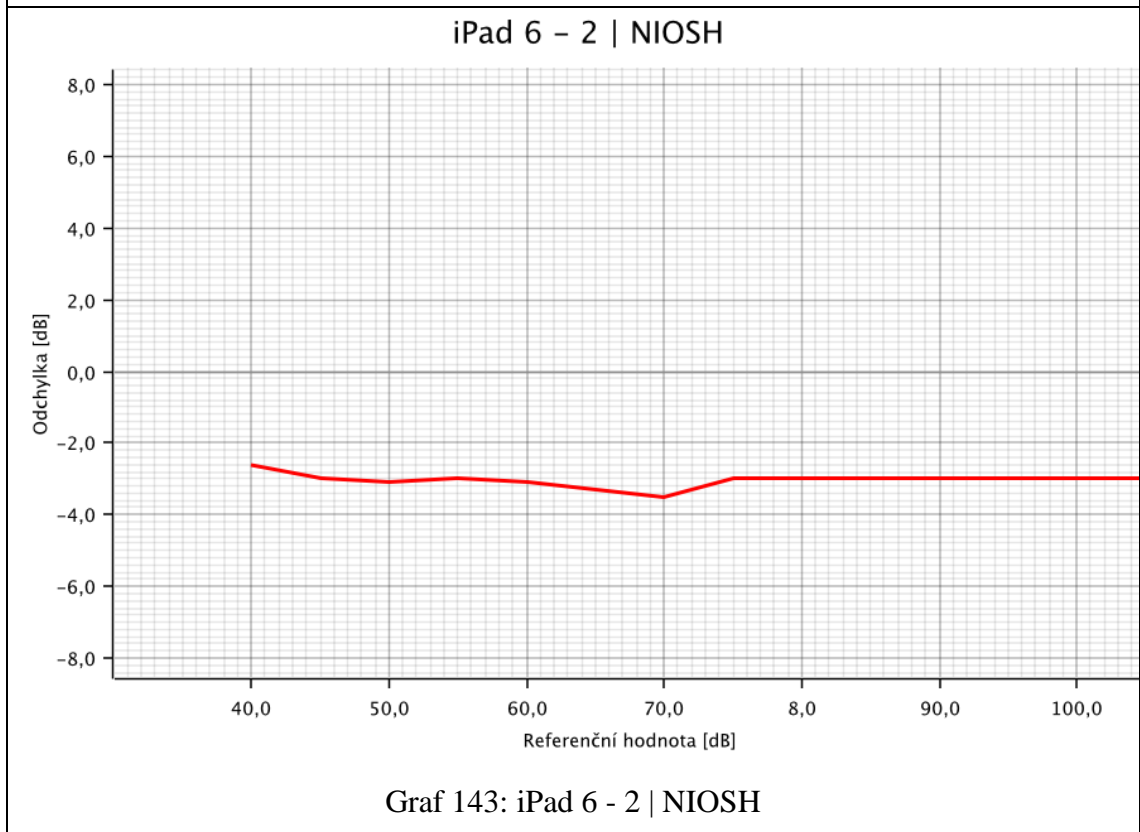
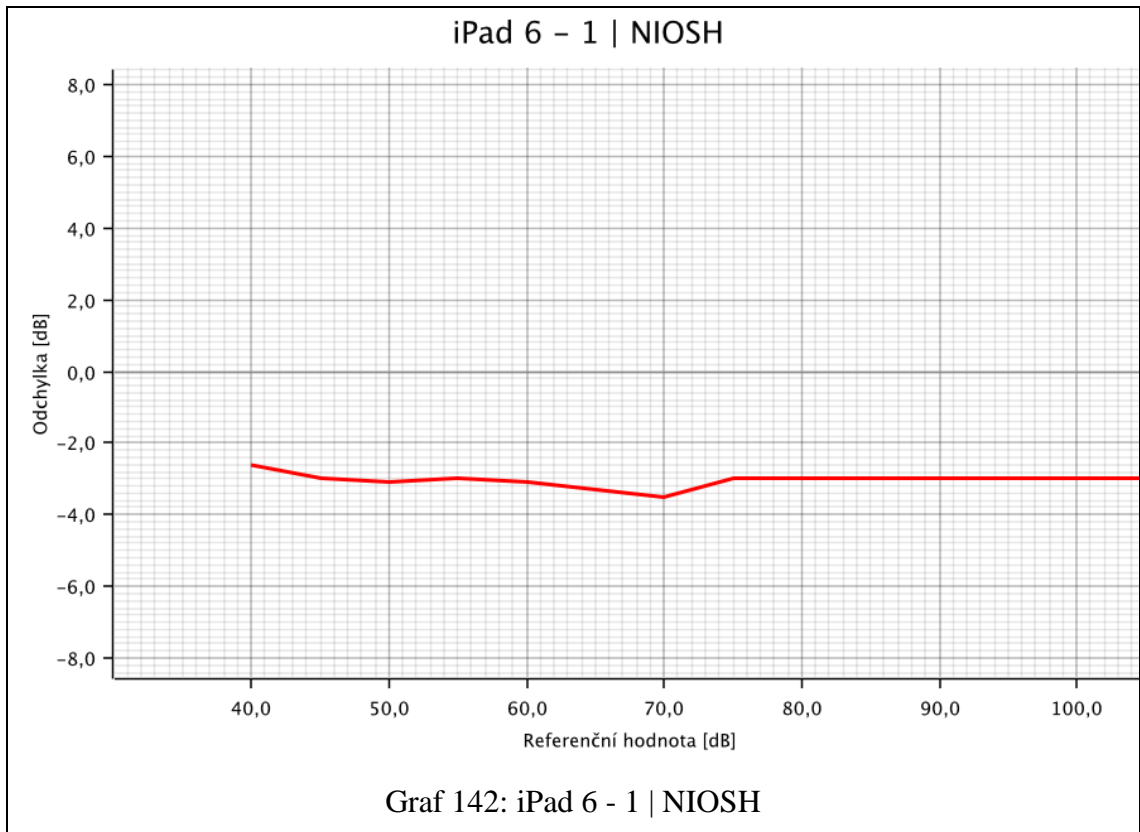
Graf 139: iPad 5 - 2 | SoundMeter X

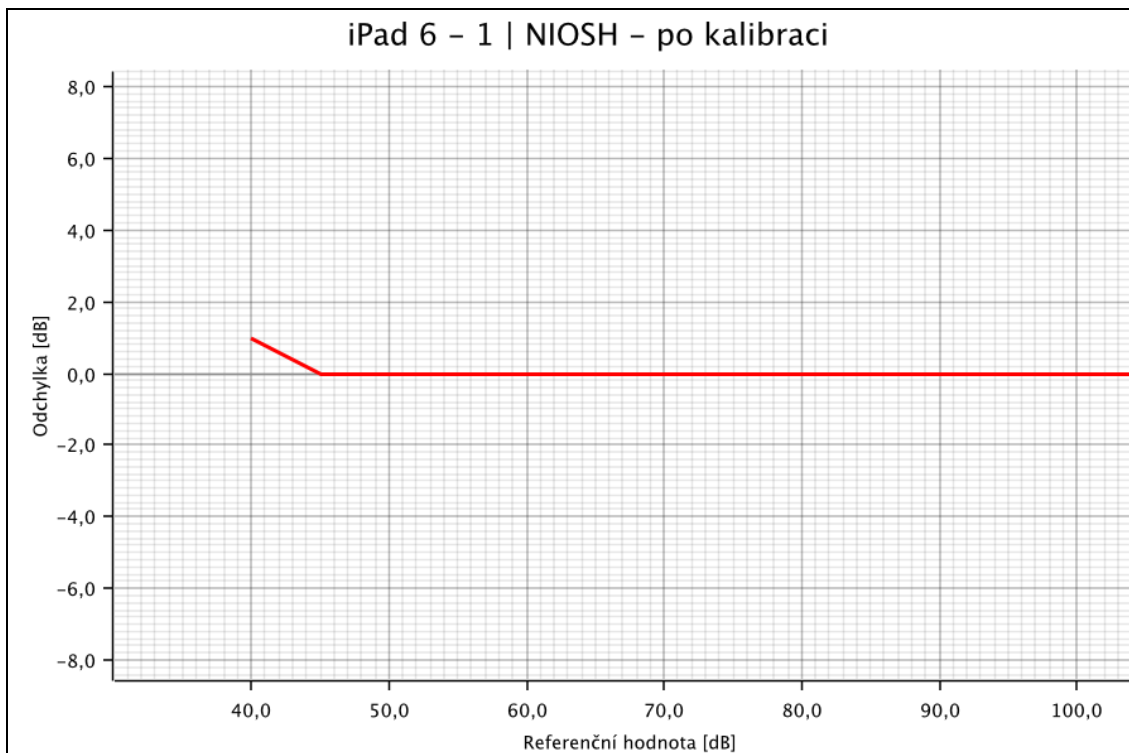


Graf 140: iPad 5 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci

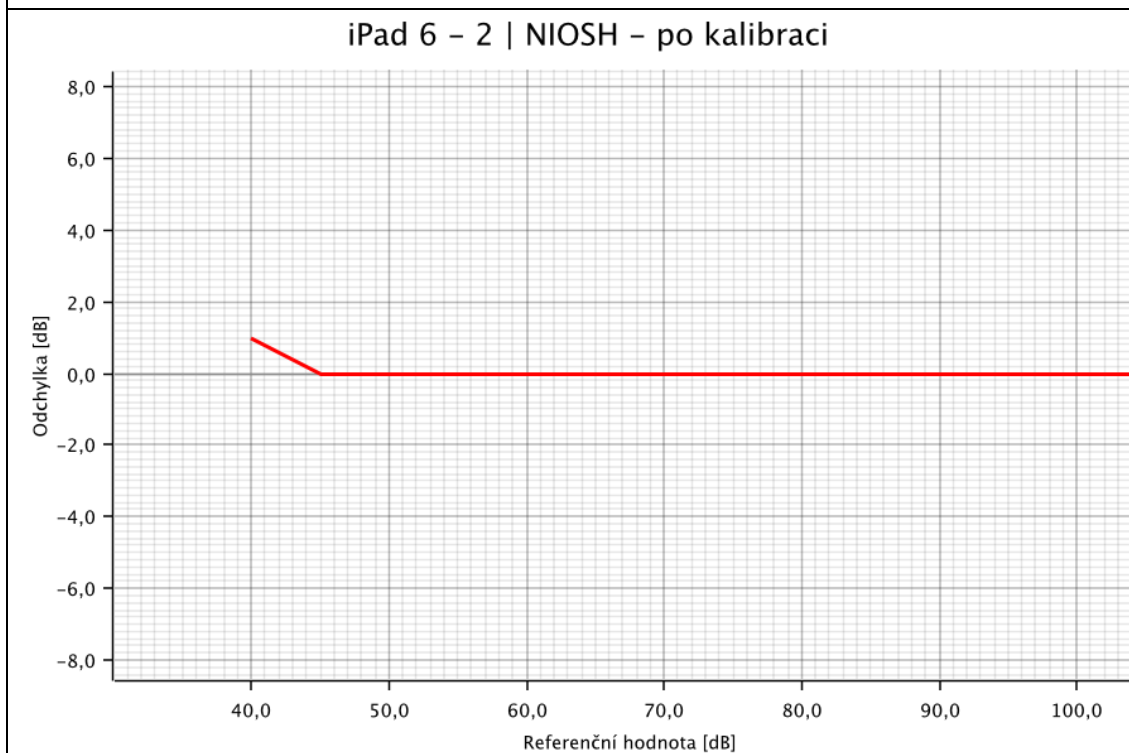


Graf 141: iPad 5 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

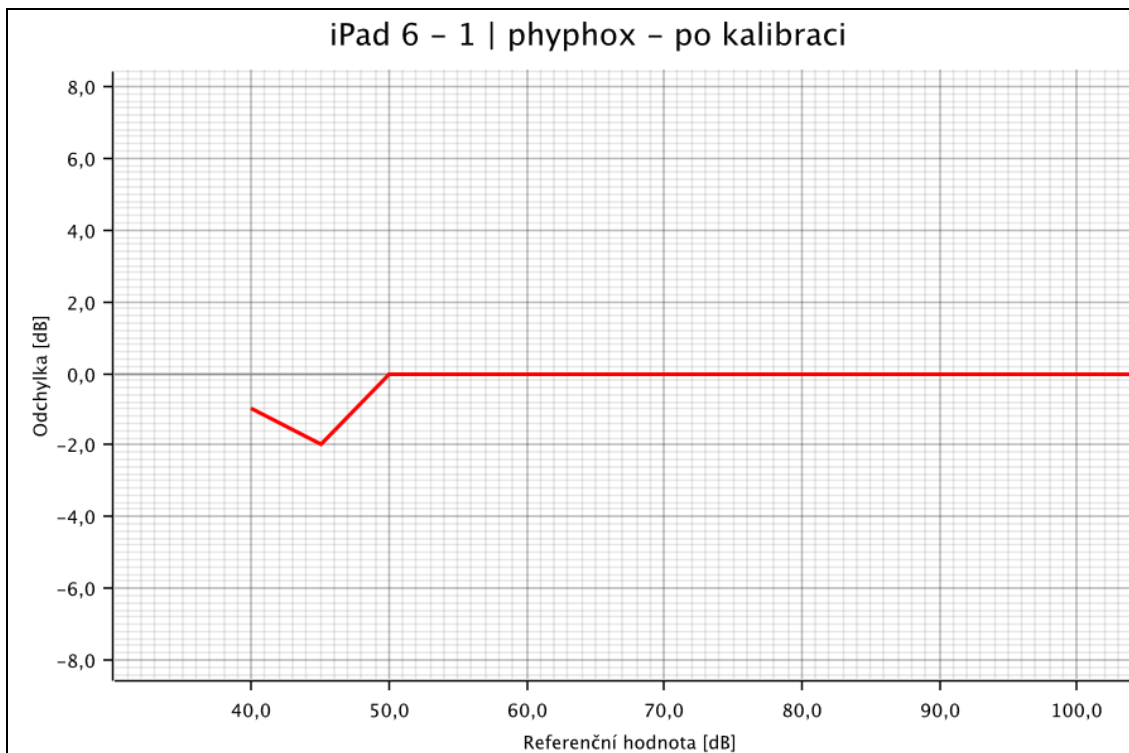




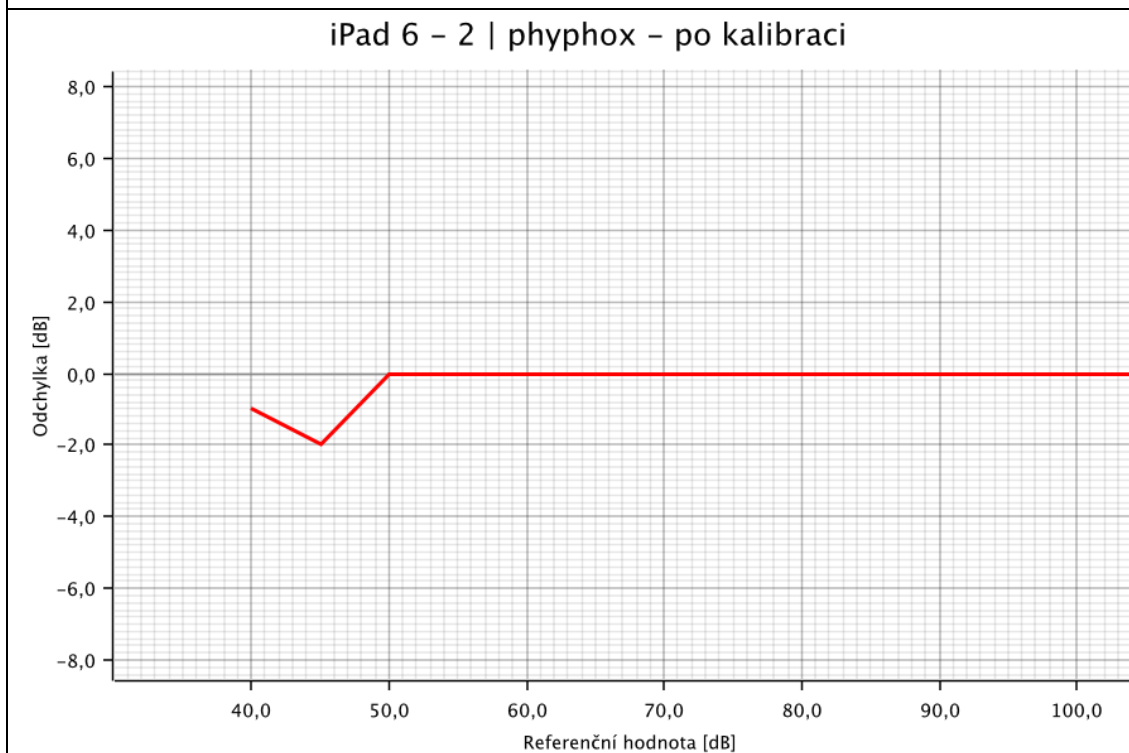
Graf 144: iPad 6 - 1 | NIOSH - po kalibraci



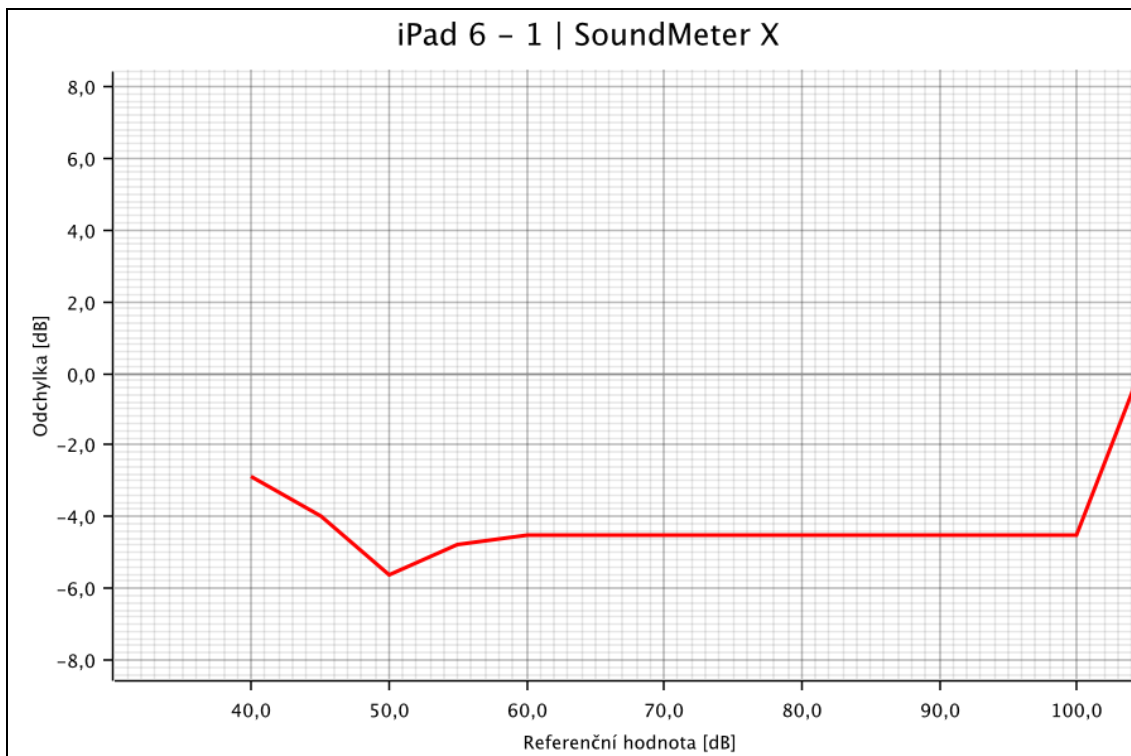
Graf 145: iPad 6 - 2 | NIOSH - po kalibraci



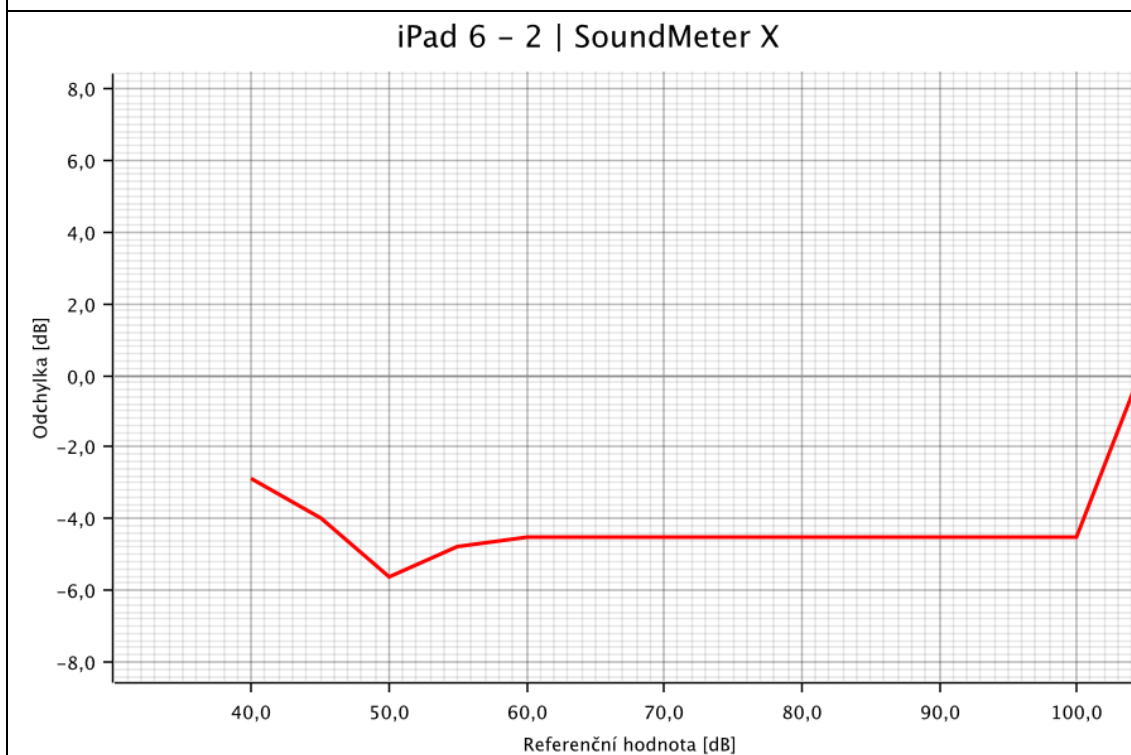
Graf 146: iPad 6 -1 | phyphox - po kalibraci



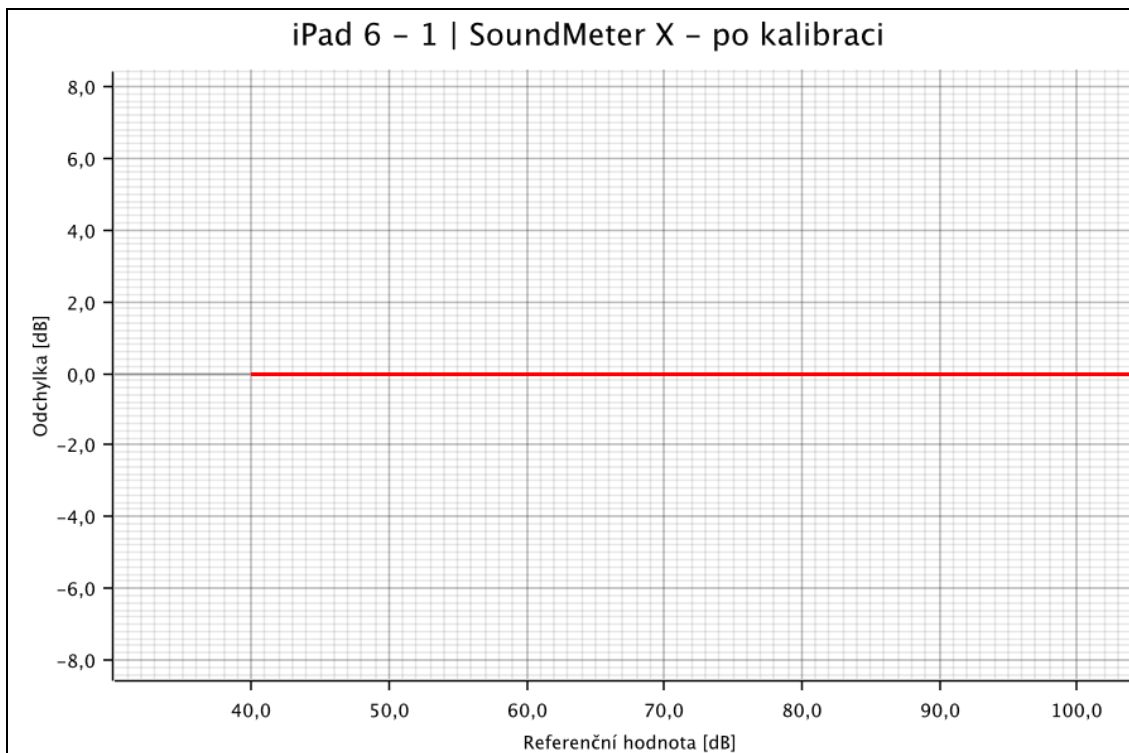
Graf 147: iPad 6 - 2 | phyphox - po kalibraci



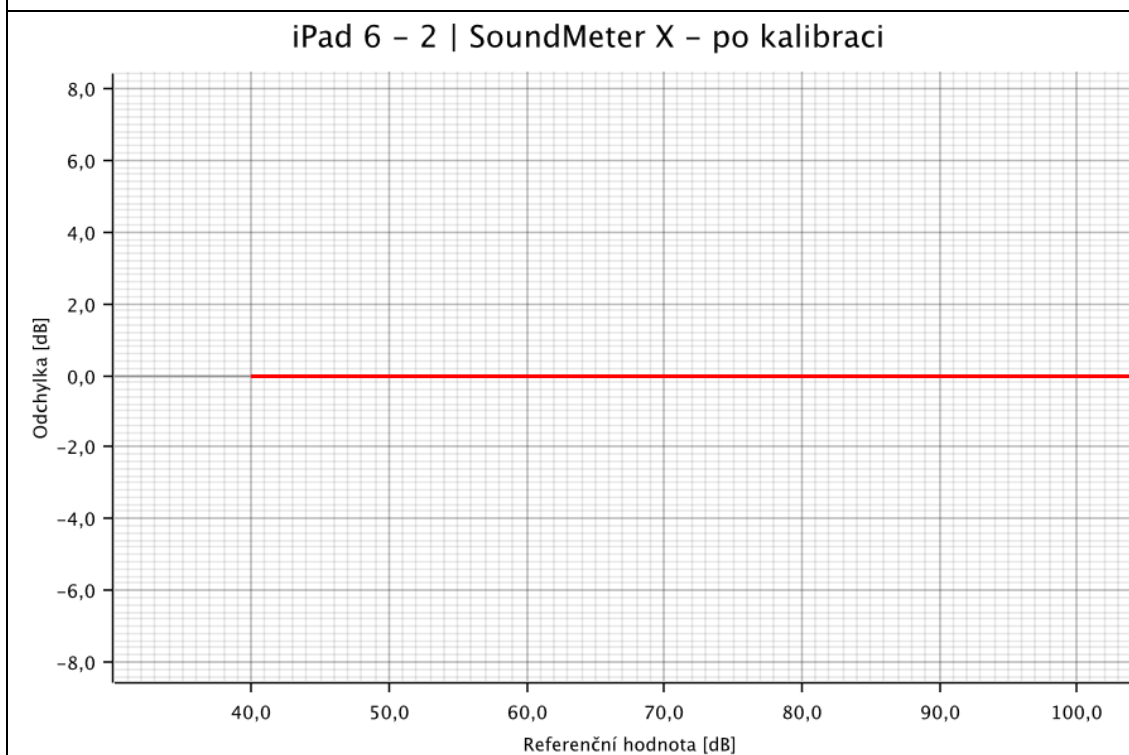
Graf 148: iPad 6 - 1 | SoundMeter X



Graf 149: iPad 6 - 2 | SoundMeter X



Graf 150: iPad 6 - 1 | SoundMeter X - po kalibraci



Graf 151: iPad 6 - 2 | SoundMeter X - po kalibraci

Pracovní list, verze 1

Měření hluku a vliv hluku na životní prostředí

Pracovní list

V jaké práci/povolání jsou lidé ohroženi nadměrným hlukem?

Jak se před nadměrným hlukem chránit?

Zapište hodnoty jednotlivých měření do tabulky:

Měření 1: reprodukováná hudba ve vzdálenosti 1 m.

Měření 2: reprodukováná hudba ve vzdálenosti 2 m.

Měření 3: reprodukováná hudba za dveřmi učebny.

Měření 4: mluví jen učitel za katedrou, měření v první lavici.

Měření 5: mluví jen učitel za katedrou, měření ve třetí lavici.

Měření 6: hovoří celá třída.

Měření 7: 2 lidé vedou rozhovor, měření ve vzdálenosti 1 m.

Měření 8: 2 lidé vedou rozhovor, měření ve vzdálenosti 2 m.

Měření	Hodnota
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Pracovní list, verze 2

Měření hluku a vliv hluku na životní prostředí

Pracovní list

V jakých situacích jsi ty ohrožen nadměrným hlukem? V jakém povolání jsou lidé ohroženi nadměrným hlukem?

Jak se před nadměrným hlukem chránit?

Zapište hodnoty jednotlivých měření do tabulky:

Měření 1: „ticho“.

Měření 2: růžový šum ve vzdálenosti 1 m.

Měření 3: růžový šum ve vzdálenosti 5 m.

Měření 4: růžový šum za dveřmi učebny.

Měření 5: učitel čte za katedrou, měření v první lavici.

Měření 6: učitel čte za katedrou, měření ve čtvrté lavici.

Měření 7: hovoří celá třída.

Měření	Hodnota
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Pracovní list, verze 3

Měření hluku a vliv hluku na životní prostředí

Pracovní list

Zapište hodnoty jednotlivých měření do tabulky:

Měření 1: „ticho“.

Měření 2: růžový šum s ořezem ve vzdálenosti cca 1 m.

Měření 3: růžový šum s ořezem ve vzdálenosti cca 5 m.

Měření 4: růžový šum s ořezem za dveřmi učebny.

Měření 5: učitel čte za katedrou, měření v první lavici.

Měření 6: učitel čte za katedrou, měření ve čtvrté lavici.

Měření 7: hovoří celá třída.

Měření	Hodnota
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

V jakých situacích jsi ty ohrožen nadměrným hlukem? V jakém povolání jsou lidé ohroženi nadměrným hlukem?

Jak se před nadměrným hlukem chránit?

Příprava na hodinu

Předmět: Fyzika

Téma: Hluk a ochrana před ním

Čas: 45 minut

Cíle

- Žáci umí pomocí mobilního zařízení změřit úroveň hluku.
- Rozhodnou, zda změřená hodnota ohrožuje jejich sluch.
- Rozpoznají ve svém okolí zdroje zvuku.
- Používají postupy pro ochranu sluchu.

Příprava na hodinu

- vytvořit pracovní list,
- nainstalovat aplikaci pro měření hluku do iPadů a zkalibrovat ji,
- nabít iPady.

Průběh hodiny

1. Zahájení hodiny, seznámení s tím, co budeme dělat. (3 minuty)
2. Krátká diskuse o tom, co je hluk. Jestli už někdy viděli hlukoměr. Zda slyšeli o jednotce decibel. (5 minut)
3. Hra na určení pozice zdroje zvuku. Žáci vytvoří kruh. Jeden půjde doprostřed a bude mít zavřené oči. Ostatní budou podle pokynů učitele po jednom říkat větu například: „*Dnes je venku krásně. Rád bych vyrazil na procházku.*“ Žák uprostřed se bude poslepu snažit ukázat, kde stojí mluvící spolužák. Takto se může vystřídat více žáků. (5 minut)
Smysl tohoto bodu je, aby žáci sami vyvodili, že sluchem dokážou lokalizovat směr odkud zvuk jde.
4. Žáci se rozdělí na skupiny (počet závisí na počtu dostupných zařízení k měření, ale ideálně do dvojic). Vhodné je, aby žáky rozdělil učitel. Rozdělení do skupin by nemělo zabrat mnoho času. Každá skupina dostane pracovní list a jeden iPad. (2 minuty)
5. Probíhá aktivita s pracovním listem. Žáci měří hluk podle úkolů v pracovním listě. Učitel řídí průběh měření a pomáhá žákům. Zároveň jim dává dostatečný prostor pro experimentování. (15-20 minut)
Smysl tohoto bodu spočívá v tom, že žáci získají reálnou představu o hladině hluku ve svém prostředí a při známých zdrojích zvuku, nikoliv jen z tabulky v učebnici. Na základě toho by měli být schopni jednoduše definovat některé zákonitosti zvuku. Např. že se vzdáleností klesá hladina intenzity zvuku.
6. Diskuze nad naměřenými hodnotami a průběhem měření. (5 minut)
7. Diskuze, jak je pro člověka hluk nebezpečný a jak se před ním chránit (5 minut)
8. Zkončení, zhodnocení hodiny (2 minuty)

Činnost učitele

Učitel řídí hodinu a radí žákům. Během celé hodiny pozoruje, co žákům dělá problém a jakým způsobem pracují. Pokud je to možné dělá si o tom již během hodiny poznámky.

Tabulka 9: Jak se chránit před hlukem?

	Odpověď	špunty do uší	klapky na uši	vyhýbat se hluku	ucpat uši prsty	vzdálit se od zdroje hluku	poslouchat hudbu méně nahlas	sluchátka s aktivním potlačením hluku	umístit překážku mezi zdroj hluku a posluchače	nepracovat a být doma	nestát u reproduktorů
Škola 1	Třída 1	2	1	0	1	0	1	0	1	0	0
Škola 2	Třída 2	7	2	1	1	1	0	1	1	0	0
	Třída 3	6	1	3	0	0	4	1	0	1	1
	Třída 4	5	3	0	2	0	0	0	0	0	0
	Třída 5	5	3	1	0	1	3	1	0	0	0
Škola 3	Třída 6	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0
	Třída 7	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0
	Třída 8	6	3	1	1	0	0	1	1	0	0
Škola 4	Třída 9	6	4	0	0	3	0	0	0	0	0
	Třída 10	5	4	1	1	0	3	0	0	0	0
	Třída 11	6	4	1	1	1	0	0	0	0	0
	Celkem	60	32	9	7	7	11	4	3	1	1

Tabulka 10: V jakých situacích jsi ohrožen nadměrným hlukem?

	Odpověď	poslech hlasité hudby	blízkost letiště	na sportovních utkáních	vybuchující pyrotechnika	diskotéka, párty	blízkost silnice, dálnice	přestávka ve škole	blízko křičící člověk
Škola 1	Třída 1	3	1	0	0	0	0	0	0
Škola 2	Třída 2	5	0	3	0	0	0	0	0
	Třída 3	2	3	0	0	0	2	0	0
	Třída 4	0	0	0	0	1	1	0	0
	Třída 5	8	2	0	1	0	2	0	0
Škola 3	Třída 6	6	0	0	0	0	0	0	0
	Třída 7	7	3	0	0	5	0	1	0
	Třída 8	8	1	0	2	0	0	1	0
Škola 4	Třída 9	6	4	2	0	0	0	0	0
	Třída 10	7	0	0	0	0	0	0	1
	Třída 11	5	2	1	3	0	0	0	0
	Celkem	57	16	6	6	6	5	2	1

Tabulka 11: Jaká povolání jsou ohrožena hlukem?

	Odpověď	dělník	zpěvák, hudebník	zvukař, dj	voják	personál letiště, pilot	učitel	řidič
Škola 1	Třída 1	1	2	0	1	2	0	1
Škola 2	Třída 2	5	4	0	1	1	1	2
	Třída 3	10	7	7	1	7	0	4
	Třída 4	4	3	3	4	1	0	0
	Třída 5	4	2	4	0	0	0	0
Škola 3	Třída 6	5	0	1	3	0	1	0
	Třída 7	5	2	0	0	0	1	0
	Třída 8	9	0	2	1	0	0	0
Škola 4	Třída 9	2	2	2	0	0	2	0
	Třída 10	4	3	3	1	0	4	0
	Třída 11	4	4	0	2	0	0	0
	Celkem	53	29	22	14	11	9	7

Tabulka 12: Naměřené hodnoty – Škola 1

		Ticho	Růžový šum 1 m	Růžový šum 2 m	Růžový šum za dveřmi	Řeč - 1. lavice	Řeč - 3. lavice	Mluví celá třída
škola 1	třída 1	34,3	81,6	76,8	60,1	65,4	56,4	75,4
		36,0	81,0	76,7	59,5	64,5	56,0	75,6
		31,3	80,3	76,4	58,6	55,2	57,3	75,5
		36,7	82,0	75,0	59,5	62,0	56,0	74,0
		35,0	80,0	75,0	60,0	64,0	56,0	75,0
		34,1	81,0	75,8	59,0	59,8	57,0	75,2
	Průměr	34,6	81,0	76,0	59,5	61,8	56,5	75,1

Tabulka 13: Naměřené hodnoty – Škola 2

		Ticho	Růžový šum 1 m	Růžový šum 5 m	Růžový šum za dveřmi	Řeč - 1. lavice	Řeč - 4. lavice	Mluví celá třída
škola 2	třída 2	41,1	88,2	84,1	58,2	68,4	67,6	91,3
		40,6	89,3	86,6	60,3	85,6	78,2	104,4
		35,5	84,8	79,3	54,6	61,2	58,1	84,8
		35,5	83,6	82,2	54,6	68,1	62,4	79,6
		35,5	91,1	83,8	57,6	74,2	74,4	88,3
		39,3	86,2	81,1	60,6	72,7	66,7	77,1
		40,0	90,0	84,0	58,0	65,0	60,0	89,0
		46,1	87,4	54,0	44,1	43,5	46,3	60,1
	třída 3	40,9	94,5	86,4	61,9	67,2	64,5	90,0
		41,6	88,0	84,5	45,6	68,7	67,3	98,7
		40,3	88,2	81,6	57,5	59,7	62,1	81,6
		40,2	88,7	82,7	56,3	66,4	58,7	89,3
		45,6	87,0	84,7	67,5	68,0	67,0	93,0
		40,0	87,5	84,9	56,8	66,5	66,2	81,7
		36,9	87,2	82,3	56,5	65,2	67,3	80,5
		36,5	85,5	81,1	57,5	55,2	58,5	79,9
	třída 4	40,5	90,7	86,0	65,0	70,0	65,0	90,0
		42,2	85,4	83,7	63,1	64,7	63,1	84,0
		41,4	92,0	85,6	64,7	73,0	68,0	89,0
		42,0	95,0	84,0	63,0	70,0	65,0	84,0
		40,4	87,5	84,5	63,4	71,6	66,0	76,4
		41,0	89,0	83,0	61,0	72,0	67,0	79,0
	třída 5	38,5	89,0	83,6	62,0	66,3	66,0	91,3
		40,0	87,4	85,4	69,9	65,0	62,0	89,0
		37,0	92,0	83,0	62,0	70,0	66,0	90,0
		39,0	84,0	83,0	62,0	64,0	59,0	90,0
		40,0	88,0	85,0	62,0	68,0	66,0	90,0
		41,6	94,0	81,0	59,4	63,3	59,5	103,5
		34,0	89,0	81,0	67,0	63,0	58,0	89,0
		38,0	89,0	84,0	59,0	70,0	67,0	90,0
		38,5	88,0	83,0	61,0	70,0	62,0	81,0
		40,7	86,5	83,0	59,8	67,0	62,0	91,2
		41,5	88,0	84,7	66,1	69,0	65,4	97,0
	Průměr	39,8	88,5	82,6	59,9	67,0	64,0	87,1

Tabulka 14: Naměřené hodnoty – Škola 3

		Ticho	Růžový šum 1 m	Růžový šum 5 m	Růžový šum za dveřmi	Řeč - 1. lavice	Řeč - 4. lavice	Mluví celá třída
škola 3	třída 6	42,0	92,0	89,0	58,0	65,0	62,0	78,0
		43,0	92,0	90,0	62,0	63,0	64,0	87,0
		40,0	91,4	87,5	57,2	64,2	55,5	77,2
		40,2	95,2	88,0	59,4	66,2	62,4	80,5
		40,0	98,5	88,4	62,2	70,0	61,0	84,0
		44,1	94,1	86,8	62,5	69,0	58,6	89,7
		38,0	91,0	85,0	60,2	69,0	65,0	100,0
	třída 7	42,0	91,0	86,5	60,5	65,0	70,0	80,0
		38,1	88,4	85,9	60,1	72,3	73,0	85,1
		38,6	92,5	87,5	61,9	65,1	71,6	107,1
		44,0	90,2	87,7	60,4	60,0	73,0	92,0
		43,5	93,7	87,9	60,3	57,2	74,2	88,5
		38,1	88,4	86,1	59,0	72,3	73,0	85,0
	třída 8	39,7	97,0	86,7	53,5	67,5	60,4	84,5
		40,8	91,6	83,2	52,4	65,8	55,2	85,9
		41,0	95,0	87,0	54,3	61,0	54,0	87,0
		40,0	95,6	88,0	58,0	70,0	64,0	91,0
		40,0	93,0	87,0	57,0	60,0	63,0	80,0
		39,3	93,0	87,2	57,0	61,0	58,0	87,0
		40,0	96,8	86,9	53,5	63,0	56,5	72,5
		35,0	91,5	83,2	53,2	63,3	58,8	79,9
	Průměr	40,4	92,9	86,9	58,2	65,2	63,5	85,8

Tabulka 15: Naměřené hodnoty – Škola 4

		Ticho	Růžový šum 1 m	Růžový šum 5 m	Růžový šum za dveřmi	Řeč - 1. lavice	Řeč - 4. lavice	Mluví celá třída
škola 4	třída 9	42,3	92,3	84,5	67,8	66,7	64,2	88,5
		43,4	78,0	85,3	63,2	70,2	65,3	80,8
		41,4	97,1	85,5	67,4	80,2	63,4	96,2
		36,0	92,0	87,0	71,0	67,0	69,0	101,0
		32,0	89,0	85,0	64,0	60,0	65,0	85,0
		42,6	93,2	86,8	64,3	67,3	61,6	90,5
		40,3	94,7	86,4	68,4	71,5	65,5	98,9
		40,0	91,9	83,3	63,1	63,1	65,0	84,6
		32,0	92,0	84,0	65,0	61,0	65,0	80,0
	třída 10	37,5	91,2	88,0	73,4	63,5	54,0	87,5
		37,0	97,7	90,0	77,0	70,0	63,0	87,0
		35,9	89,0	75,5	72,0	65,0	57,9	85,1
		42,9	86,7	82,5	64,3	56,1	54,8	82,3
		38,2	95,6	88,1	76,4	77,7	69,9	102,2
		35,5	89,3	83,2	68,3	68,3	60,1	85,6
		36,5	92,3	87,8	68,3	67,0	60,0	85,0
		35,9	97,0	87,9	73,6	68,9	63,0	85,1
		38,8	91,8	84,3	68,2	65,0	61,0	90,0
	třída 11	35,0	91,0	88,0	73,0	60,0	57,0	90,0
		35,0	91,0	84,0	72,0	64,0	60,0	90,0
		36,4	91,5	87,6	70,6	70,1	65,2	88,1
		33,0	89,0	85,0	66,0	68,0	64,0	85,0
		31,0	90,0	86,4	70,2	62,0	54,0	84,4
		35,0	91,0	83,0	62,0	63,0	58,0	86,0
		37,4	94,1	86,0	63,0	72,0	71,8	84,2
		35,5	93,7	86,5	69,0	62,0	53,0	84,0
		35,0	91,0	84,0	72,0	64,0	60,0	90,0
	Průměr	37,1	91,6	85,4	68,6	66,4	61,9	88,0

Průvodce integrací MDM ve školním prostředí

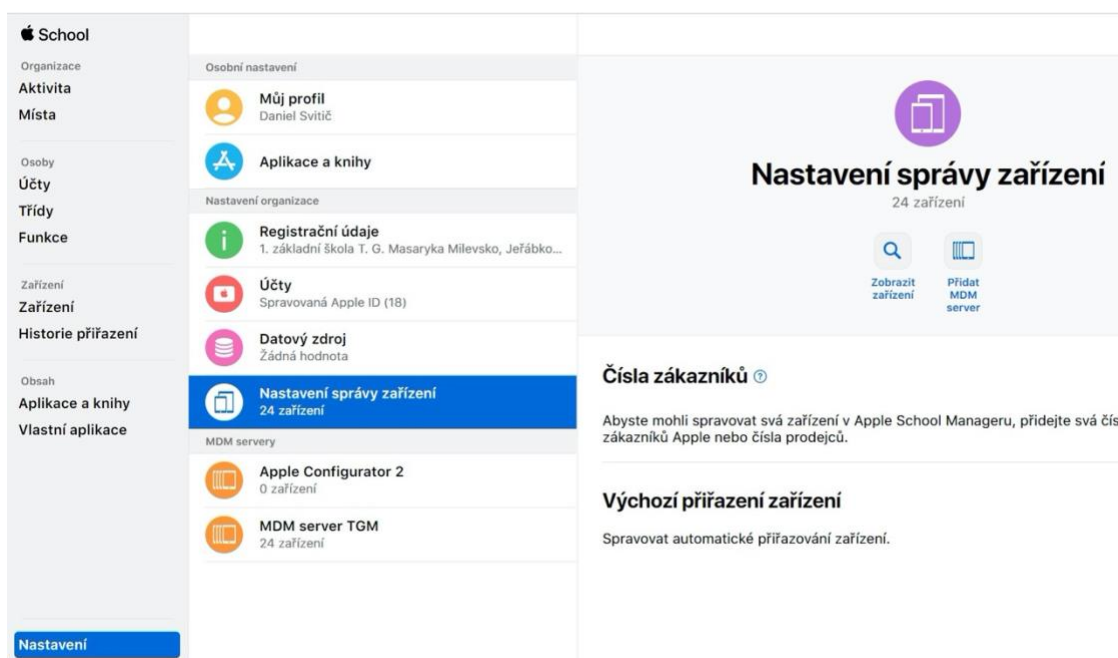
Přidání zařízení do MDM

Apple pro přidání zařízení do MDM nabízí dva možné způsoby:

1. Automatická registrace díky programu DEP (Device Enrollment Program),
2. Manuální přidání pomocí programu Apple Configurator na Macu.

Pro oba způsoby je nejprve potřeba se zaregistrovat v Apple School Manageru. To je webový portál, který slouží pro nasazení zařízení do vybrané správy mobilních zařízení, aniž by byl nutný fyzický přístup k daným zařízením. Apple School Manager umí spolupracovat s některými informačními systémy používanými ve školách a lze v něm vytvářet spravované Apple ID účty nebo je přebrat z informačního systému školy a distribuovat hromadně zakoupené aplikace a knihy.

Prvním způsobem, jak zařízení přidat do MDM, je program DEP. Díky němu je možné hromadně přidat nakoupená zařízení. Po registraci v Apple School Manageru získá škola svoje ID. To předá autorizovanému prodejci, od kterého zařízení koupil, aby je přidal do programu DEP. Prodejce dá škole naopak své ID, které správce ve škole zadá do Apple School Manageru. Umístění tohoto nastavení (Nastavení – Nastavení správy zařízení) ukazuje Obrázek 10.

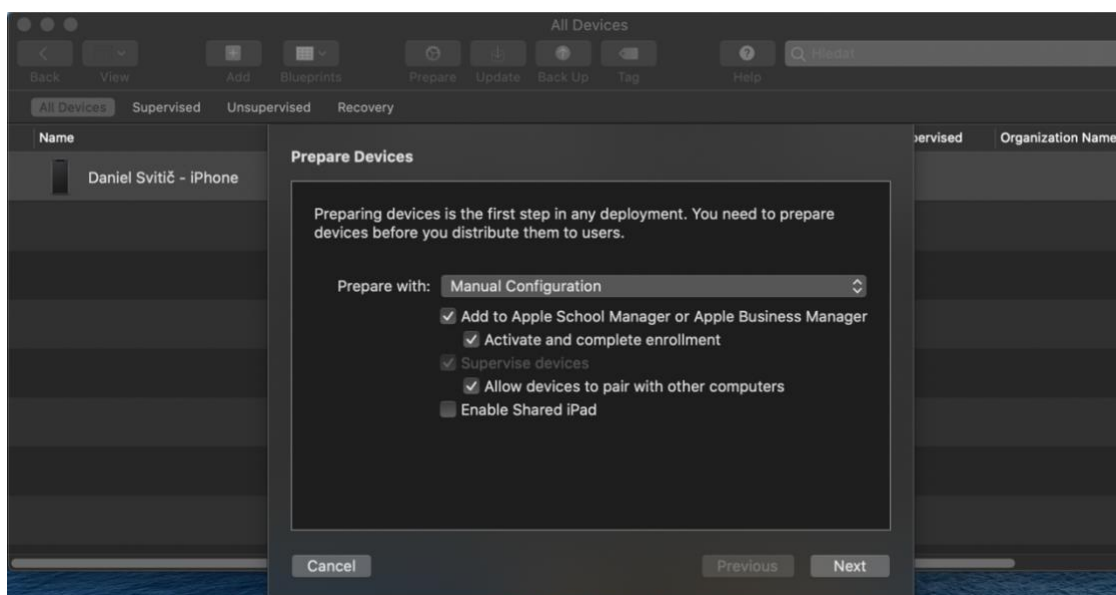


Obrázek 10: Nastavení správy zařízení

U položky Číslo zákazníků se po stisknutí tlačítka „upravit“ objeví možnost přidat ID od prodejce. Po tomto propojení prodejce a zákazníka dojde k automatickému přidání nakoupených zařízení. Pod položkou „Výchozí přiřazení zařízení“ lze nastavit výchozí MDM server, kterému budou nová přidaná zařízení přiřazena. Spojení MDM serveru a Apple School Manageru se týká text níže.

Druhou možností je přidat zařízení ručně. To se může hodit v případě, že jsou zařízení zakoupená u neautorizovaného prodejce, či jsou to starší zařízení, která již někdy byla aktivována. Pro tento způsob je potřeba mít počítač od Applu s operačním systémem macOS. V AppStore je dostupná aplikace Apple Configurator, která se nainstaluje do Macu. Po spuštění aplikace je potřeba zařízení připojit kabelem k počítači. Zařízení se po spojení s počítačem zobrazí v seznamu připojených zařízení. Pro spuštění průvodce, který zařízení přidá do Apple School Manageru, slouží tlačítko Prepare ve spojení s označeným zařízením, které se má přidat.

Obrázek 11 zobrazuje začátek průvodce pro ruční přidání zařízení. Celý proces je v angličtině. Telefonická podpora je též jen v angličtině. Existuje česká linka, ale ta je jen pro koncové zákazníky. Na české lince je volající odkázán na irskou telefonní linku s informací, že nejsou oprávněni řešit zákazníky z firem a škol.



Obrázek 11: Apple Configurator

Zařízení lze do Apple School Manageru přidat dvěma způsoby:

- Zapnutá volba „Activate and complete enrollment“: Tato volba je vhodná pro nové zařízení.
- Vypnutá volba „Activate and complete enrollment“: Tato volba je vhodná pro stávající zařízení, které k registraci v MDM vyžaduje ověření uživatele.

Volba „Enable Share iPad“ aktivuje v iPadu režim, kdy se uživatel musí přihlašovat spravovaným Apple ID. Smyslem tohoto režimu je, že má každý student, učitel, správce apod. svůj jedinečný Apple ID účet vytvořený pomocí Apple School Manageru a zařízení si půjčují mezi sebou. Do zařízení se pak nelze přihlásit jiným účtem než spravovaným Apple ID. Pokud je vypnutá volba „Add to Apple School Manager or Apple Business Manager“, ale je zapnuta volba „Supervise devices“ dojde k přidání jen do vybraného řešení MDM.

V dalších bodech průvodce je přidání organizace pomocí certifikátu. Průvodce Vás provede přihlášením do Apple School Manageru, kde se vytvoří nové Místo (Adresa školy) a vygeneruje certifikát, který se přidá do Apple Configuratoru. Dále je možnost přidat připravený konfigurační profil (není povinné). Dalším z bodů je propojení s vybraným MDM serverem. To se nejprve udělá v Apple School Manageru. U poskytovatele MDM se zažádá o certifikát. Ten se nahraje v nastavení Apple School Manageru, který následně dá možnost stáhnout token. Token se pak nahraje k poskytovateli MDM. V Apple configuratoru se již jen zadá adresa MDM serveru a přihlašovací údaje k němu.

Jednotlivá zařízení jsou ve správě zaregistrovaná podle sériových čísel. Správa je tak nezávislá na Apple ID, které je na daném zařízení přihlášené. Pomocí při přidávání zařízení může být Příručka Applu pro nasazení iPhonů a iPadů dostupná na této adrese: <https://support.apple.com/cs-cz/guide/deployment-reference-ios/welcome/web>. Ta je dostupná i v češtině. Bohužel neobsahuje všechny informace potřebné pro konfiguraci a případné řešení problémů. Možností, jak se tomuto celému procesu vyhnout, je nechat si celé nastavení provést od některého z autorizovaných distributorů, který tuto službu nabízí. Ne všichni tuto službu nabízejí a je zpoplatněná. Možnými distributory, kteří službu nabízejí, jsou například 24U nebo iŠkolství.

Správa zařízení

Po úspěšném přidání zařízení nebo i ještě před ním samotným, je vhodné dobře si rozmyslet několik otázek:

- Jak budou zařízení používána?
- Jaké oprávnění nebo naopak omezení mají žáci mít?
- Bude mít každý žák svůj účet?
- Budou zařízení sdílená?
- Jaké aplikace a knihy by měly v zařízeních být?

Odpovědi na tyto otázky nejsou univerzální a každá škola či učitelé se musí rozhodnout v závislosti na možnostech školy, stylu učení, předmětech, kde budou zařízení používána apod.

Konfigurace zařízení funguje na principu přiřazení konfiguračních profilů, které zjednodušeně říkají zařízení, co má udělat. Vytvořený profil se přiřadí konkrétním zařízením, skupině nebo například všem zařízením v dané organizaci, třídě apod. Když se zařízení připojí do internetu či do místní sítě, ze které je dostupný MDM server, stáhne si konfigurační profil do svého nastavení. Následně se provedou zvolené příkazy.