

Přístup mistra zvuku k normalizaci AV reklamy pro televizní a podcastové platformy

Tomáš Pakr

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Pakr**
Osobní číslo: **K14214**
Studijní program: **B8209 Teorie a praxe audiovizuální tvorby**
Studijní obor: **Audiovizuální tvorba - Zvuková skladba**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Teoretická část:**
Přístup mistra zvuku k normalizaci AV reklamy pro televizní a podcastové platformy

Praktická část:
Audiovizuální dílo nebo tematický soubor audiovizuálních děl, délka minimálně 10 min., zvuková skladba

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část:

Rozsah práce: minimálně 15 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh.

Formální podoba: 1 ks v pevné vazbě s popisem na hřbetu i horní desce spolu s CD-R. Dále 2 ks práce, které mohou být v kroužkové vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín v elektronické podobě ve formátu pdf. a nahrát do příslušné složky na NAS-FMK.

Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.

2. Praktická část: Výstupní dílo:

a) 2 ks DVD ve formátu DVD-video (PAL) s graficky upraveným bookletem.

b) Písemná explikace z pohledu dané specializace. Minimální rozsah: 2x normostrany.

c) V případě, že je dílo autorským počinem nebo není součástí praktické části SZS studenta produkce, je nutné dodržet dále zásady: a – h (dle zadání praktické části práce na oboru Produkce). Tyto data odevzdává za projekt vždy jeden člověk – nutná konzultace s vedením AAV.

Všechny odevzdávané materiály musí splňovat vnitřní technické normy AAV pro odevzdávání prací a musí být řádně popsány (jméno, název, logo fakulty, formát, rozlišení). Součástí závěrečné práce je vytištěný a podepsaný formulář "Údaje o bakalářské práci studenta".

V samotné složce na AAV-NAS, označené "Podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně" odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní e-mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce: viz: Zásady pro vypracování
Rozsah příloh: viz. Zásady pro vypracování
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/umělecké dílo

Seznam odborné literatury:

VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, c2008. ISBN 978-80-86253-46-5.

ŠKVOR, Zdeněk. Elektroakustika a akustika: vysokoškolská učebnice. V Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05034-7.

ČECHÁK, Petr. Problémy kvality zvukové složky TV pořadu [online]. Praha, 2010 [cit. 2017-11-01]. Dostupné z: <<http://theses.cz/id/0p67kx/>>. Diplomová práce. Akademie múzických umění v Praze, Filmová a televizní fakulta AMU. Vedoucí práce Ondřej Moravec.

<http://www.r128audio.com/>

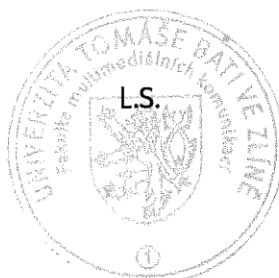
<http://www.tcelectronic.com/loudness/>

Vedoucí bakalářské práce: **MgA. Pavel Hruša**
Ateliér Audiovize
Datum zadání bakalářské práce: **4. prosince 2017**
Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2018**

Ve Zlíně dne 4. prosince 2017



doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka



MgA. Jiří Mynařík
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 20. 4. 2018

TOMÁŠ PAKR



Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, jíž se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odprá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje přístup mistra zvuku k normalizaci zvukové stopy u audiovizuálního spotu, vysílaného v televizi nebo na podcastových platformách jako jsou YouTube, Facebook a Stream. Vysvětluje také pojem normalizace zvuku, popisuje její použití, historický vývoj a seznamuje s měrnými jednotkami používanými při úpravě zvukové stopy. Dále se bude zabírat zvukovými normami v současnosti, měřením a úpravám hlasitosti a dalších jednotek zvukové stopy na praktických příkladech.

Klíčová slova: Zvuk, hlasitost, normalizace zvuku, EBU R 128, Podcastové platformy, TV, reklama

ABSTRACT

This bachelor's Work is describing Sound Master's approach to standardize Audiovisual Commercial broadcasted in TV or on podcast platforms as YouTube, Facebook and Stream. It also explains the notion of sound normalization, describes its use, historical development and introduces the units of measurement used for editing the soundtrack. It will also deal with current audio standards by measuring and adjusting the soundtrack volume and other units on practical examples.

Keywords: Sound, Loudness, Sound Normalisation, EBU R 128, Podcast platforms, TV, Commercial

Tímto bych velmi rád poděkoval tvůrcům krátkého filmu s názvem 'Hautu', díky kterým jsem si po zhlédnutí jejich filmu uvědomil, jak důležité jsou správně vyvážené úrovně hlasitostí, což mě vedlo k výběru tohoto tématu.

Za neutuchající podporu ve všech mých zvukových i hudebních aktivitách, za pevné nervy a velmi cenné rady se stylistickou úpravou práce bych chtěl poděkovat mé přítelkyni Anastasii Žur, protože s ní je život zkrátka jednodušší a krásnější.

Dále bych rád poděkoval mým nejbližším přátelům a rodině, kteří mi neustále pomáhali vyrovnat se se stresem a dařilo se jim mě rozptýlit a přijít tak na jiné myšlenky.

A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce, MgA. Pavlu Hrudovi, bez jehož konzultací, připomínek a obrovské pomoci s praktickou částí by tato práce byla pouze směsicí nenavazujících informací a obrázků.

Motto:

„Zvuk tvoří sedmdesát procent audiovizuálního díla.“

Alfred Hitchcock

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci s názvem „Přístup mistra zvuku k normalizaci AV reklamy pro televizní a podcastové platformy“ zpracoval samostatně s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury na konci práce. Zároveň prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

Tomáš Pakr

.....

.....

OBSAH

ÚVOD	3
I TEORETICKÁ ČÁST	4
1 VYMEZENÍ POJMU NORMALIZACE ZVUKU	5
1.1 EBU	5
1.2 DEFINICE POŘADU DLE EBU R 128	5
2 HISTORIE ZVUKOVÝCH NOREM	6
2.1 NORMALIZACE PŘED DIGITÁLNÍM VYSÍLÁNÍM	6
2.1.1 EBU R 68	6
2.1.2 Normy u českých televizních vysílatelů	6
2.1.3 Normy u reklamy	6
2.2 LOUDNESS WAR	7
2.2.1 Přílišná hlasitost reklamy	7
2.3 NORMALIZACE V SOUČASNOSTI	8
2.4 EBU R 128	8
2.4.1 Dokumenty doprovázející EBU R 128	8
3 DEFINICE NOVĚ POUŽITÝCH JEDNOTEK DLE EBU R128	10
3.1 VÁHOVÁNÍ K (K-WEIGHTING)	10
3.2 HLASITOST POŘADU (LOUDNESS)	11
3.2.1 Hradlo (Gate)	11
3.2.2 LU, LUFS	12
3.2.2.1 Stanovení úrovně LUFS dle EBU R 128	12
3.2.2.2 Úroveň LUFS u podcastových platform	12
3.3 ROZSAH HLASITOSTI (LRA)	13
3.3.1 Stanovení úrovně LRA dle EBU R 128	14
3.3.2 Rozsah hlasitosti u krátkých pořadů (reklam, upoutávek)	14
3.4 SKUTEČNÁ ŠPIČKOVÁ ÚROVEŇ (TPL)	14
3.4.1 QPPM	15
3.4.2 PML	15
3.4.3 Stanovení úrovně TPL dle EBU R 128	16
3.4.4 Špička vs. hlasitost	16
4 POSTUPY PŘI NORMALIZACI HLASITOSTI	18
4.1 ZPŮSOBY PŘÍSTUPU K NORMALIZACI	18
4.1.1 Zachování stávajících metod a postupů při mixu	18
4.1.2 Přejít na normalizaci úrovně hlasitosti	18
4.1.2.1 Metadata	19
4.2 MĚŘENÍ HLASITOSTI	19
4.2.1 Režim EBU	20
4.2.2 Způsoby měření signálu	21
4.3 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT	21
4.3.1 Varianty naměřených hodnot a jejich zpracování	21

II	PRAKTICKÁ ČÁST	23
5	PRAKTICKÉ MĚŘENÍ ÚROVNÍ HLASITOSTI	24
5.1	VÝSLEDKY MĚŘENÍ	24
6	NORMALIZACE PRO TELEVIZNÍ VYSÍLÁNÍ (EBU R 128)	27
6.1	ZESÍLENÍ SIGNÁLU	27
6.1.1	Výsledky měření po zesílení	27
7	NORMALIZACE PRO PODCASTOVÉ PLATFORMY	30
7.1	ZESÍLENÍ SIGNÁLU	30
7.1.1	Výsledky měření po zesílení	31
7.2	OMEZENÍ SKUTEČNÉ ŠPIČKOVÉ ÚROVNĚ	32
7.2.1	Použití omezovače (Limiteru)	32
7.2.2	Použití normalizačního softwaru	32
7.2.2.1	Výsledky dle LC2n (Loudness Control)	32
7.3	VYTVOŘENÍ NOVÉHO MIXU POŘADU	33
	ZÁVĚR	35
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
	SEZNAM OBRÁZKŮ	39

ÚVOD

Sledování televize a videí na YouTube, Facebooku a dalších platformách je dnes již zcela běžnou záležitostí každého člověka. Mnoho lidí tráví přehráváním videí a sledováním televize spoustu času. V nedávné minulosti se ale velmi často stávalo, že při přepnutí na jiný televizní program, při změně pořadu nebo při přehrání dalšího videa na jakémkoliv podcastu bylo nutné ve většině případů upravit hlasitost na požadovanou hladinu, což byl nežádoucí jev a působil na diváka rušivým dojmem. Proto bylo třeba zvukovou stopu upravit na požadovanou úroveň, neboli normalizovat.

Na počátku práce autor vysvětluje pojem zvuková normalizace a její použití, definuje základní jednotky, které je nutno znát pro pochopení celé tematiky této práce. Dále se práce zabývá historickým vývojem zvukových norem až k normám používaným v současnosti. V praktické části se bude věnovat příkladům jako je měření průměrné hlasitosti a dalších jednotek, použitým softwarem pro tato měření a následným možnostem úpravy zvukové stopy. V závěru se zmíní o normalizaci pořadů pro přenosná přehrávací média a nastíní problematiku s nimi spojenou.

Cílem této práce je seskupit a předat základní informace o této tématice jak mezi studenty zvukové skladby, tak i mezi zkušenější kolegy zvukaře, aby s použitím metod a postupů popsanych v této práci byla nekorektní úprava hlasitosti a dalších jednotek eliminována na minimum, což by mělo vést ke zvýšení úrovně kvality zvukové stopy především u reklam a dalších pořadů na podcastových platformách.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYMEZENÍ POJMU NORMALIZACE ZVUKU

„Normalizace hlasitosti je skutečnou revolucí ve vyrovnávání úrovně zvuku.“

Jak už samotná citace (*EBU Tech 3343-2016, str. 7*) naznačuje, normalizace hlasitosti (dále jen normalizace) je úprava hladiny zvuku požadovanou úroveň. Touto úpravou se rozumí zvýšení nebo v opačném případě snížení zvukové úrovně na hodnotu, kterou na základě dohody v současnosti doporučuje společnost *The European Broadcasting Union*, neboli zkráceně **EBU**.

1.1 EBU

Společnost EBU se skládá ze 73 členů z 56 Evropských států a dalších 33 spolupracovníků z Asie, Afriky i Ameriky, se sídlem ve švýcarské Ženevě. EBU provozuje téměř 2000 televizních, rozhlasových a online kanálů a služeb. Společně oslovují více než jednu miliardu lidí po celém světě a vysílají ve více než 120 jazycích (<https://www.ebu.ch/about>).

V minulosti vydala tato společnost několik doporučení, kde jsou jasně definované metody a postupy, kterými by se všichni členové unie měli řídit a dodržovat je. O těchto doporučeních se autor zmiňuje v dalších částech této práce, kde budou normy podrobněji rozepsány.

Normalizovat zvukovou stopu je doporučeno každému mistrovi zvuku, který spolupracuje na pořadu, který bude vysílán ve kterékoli veřejnoprávní nebo komerční televizi.

1.2 Definice pořadu dle EBU R 128

Pořad je v **Technickém doporučení EBU R 128** definován jako *„Individuální, samostatný audiovizuální nebo pouze zvukový materiál určený k prezentaci v rozhlasu, televizi nebo jiných elektronických médiích. V této souvislosti je třeba reklamy, upoutávky, propagační materiály, vsuvky a podobné materiály považovat za pořad.“* (*EBU R 128-2014, str. 5, Definice*)

Normalizace tak zajišťuje stejnou úroveň hlasitosti po celou dobu pořadu pro všechny pořady, vysílané v televizi, rádiu nebo na kterékoliv jiné platformě. Tím pádem nemůže dojít ke skokům zvukových úrovní, jako tomu bylo v minulosti, v tzv. 'Válce hlasitostí' (překlad *Loudness War*).

2 HISTORIE ZVUKOVÝCH NOREM

2.1 Normalizace před digitálním vysíláním

Před přechodem na digitální vysílání se pro měření hlasitosti ve většině studií využíval tzv. **QPPM** (Quasi Peak Programme Meter) ukazatel, jenž vykazoval pouze informace o špičkové úrovni hlasitosti. (Viz odst. 3.4.1) Zcela běžně se tak stávalo, nejčastěji u reklam, že zvukový signál sice nikdy nepřekročil danou doporučenou úroveň, ale díky vysoké kompresi byl pořad subjektivně hlasitější než pořad s nižší kompresí. (Viz odst. 2.2.1)

2.1.1 EBU R 68

Proto vydalo EBU na základě dokumentu **ITU-R BS.646** v roce 1992 doporučení **EBU R 68**, podle níž odpovídá maximální operační úrovni +9dBu hodnota -9dBFS. Dále tato norma určovala referenční tón 1 kHz, 9 dB pod povolenou maximální úrovní signálu, tudíž na úrovni -18dBFS.

2.1.2 Normy u českých televizních vysílatelů

V českém prostředí ale docházelo k různorodosti nastavení úrovní na **QPPM**. Například v České televizi udávaly přesné údaje o náběhu a doběhu měřiče, kdežto komerční televize tyto údaje neuváděly. „Na měřičích ČT odpovídá úroveň 0dBu hodnotě -6dB na indikátoru, maximální možná špička audiosignálu je tedy zobrazena na indikátoru červeně, s hodnotou +3dB (dle normy EBU R68). Televize Nova i Prima TV doporučují indikátor nastavit na hodnotu -9dB při referenčním tónu 0dBu, což znamená, že špičkové indikátory ukazují maximální možné špičky na hodnotě 0dB.“ (Čechák Petr, *Problémy kvality zvukové složky TV pořadu*, 2010, str. 14)

2.1.3 Normy u reklamy

Stejně podmínky tehdy platily i na reklamní sdělení, s tím rozdílem, že u reklam se tehdy kontrolovaly pouze špičkové úrovně hlasitosti. Díky tomu se tak běžně stávalo, že při použití maximální komprimace dynamiky pořadu vyzdvihl mistr zvuku subjektivní hlasitost pořadu, bez překročení přípustné hladiny definované v **EBU R 68**.

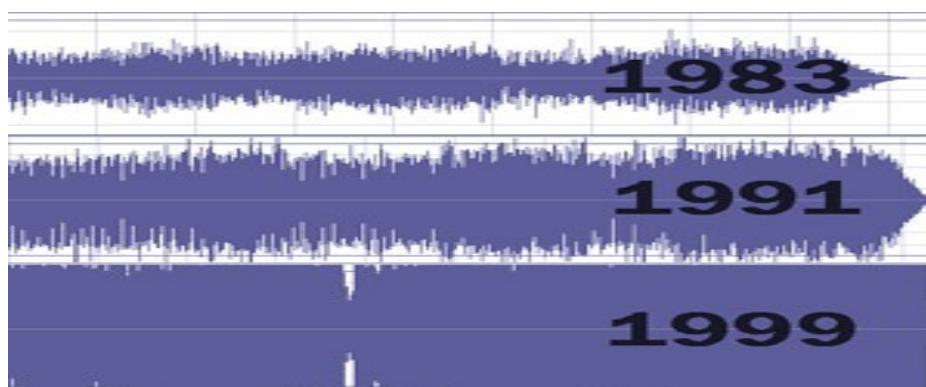
Toho se chytli marketingoví producenti, kteří si mysleli, že čím bude zvuková stopa hlasitější, tím větší mají možnost upoutat divákovu, respektive posluchačovu pozornost. Tím

započala hlavní vlna již dlouhodobého trendu, který se podepsal v televizní tvorbě, ale obzvláště pak v té hudební. Zvukoví inženýři tento trend nazývají **Loudness War**, neboli válka hlasitostí.

2.2 Loudness War

Toto slovní spojení použil jako první Robert Orban ve článku zabývajícím se bojem o úroveň hlasitosti z roku 1979, který se zabýval nadměrným kompresí a omezením vysílání v rozhlase FM. (VICKERS, Earl, *The Loudness War: Background, Speculation and Recommendations*, 2010, str. 3, odst. 2.1.2)

Tento jev byl mnohými kritizován, už jen pro to, že díky této 'válce' vznikaly ne příliš příjemně znějící zvukové stopy, které postrádaly jakoukoliv hloubku, ale také to, že nadměrným poslechem takto zkomprimované stopy může vznikat tzv. 'listening fatigue', neboli únava z poslechu, což vede posluchače/diváka k fyzické únavě, bolesti hlavy a nechutí dále poslouchat nebo dokonce poškození sluchu, jak píše Earl Vickers ve své knize *The Loudness War: Background, Speculation and Recommendations* (str. 9, odst. 3.2).



Obrázek 1 Vliv Loudness War na zvukovou stopu

Zdroj: <https://community.spotify.com/t5/Closed-Ideas/LOUDNESS-WAR-alternative-mix-for-hifi-headphones/idi-p/124162>

2.2.1 Přílišná hlasitost reklamy

Řada televizních diváků přišla se stížnostmi na nadměrnou hlasitost reklamních sdělení ve vysílání, kde jsou za sebe zasazeny reklamní spoty s hlasitostí vytaženou na maximum po celé své délce oproti jiným pořadům, které sice také dosahují vysoké hlasitosti, ale vzhledem k vyššímu dynamickému rozsahu a délce pořadu tomu bylo pouze v určitých úsecích.

Hlasitost jako taková je zcela subjektivní jednotkou a nebylo jednoduché ji objektivně změřit, což bylo přítěží pro celkovou regulaci hlasitosti. Na počátku tisíciletí již existovaly různé instituce, vydávající různá teoretická opatření pro sjednocení hlasitosti. Ta ale nebyla nijak právně závazná, jelikož ve většině případů nebrala v potaz subjektivitu vnímání hlasitosti.

2.3 Normalizace v současnosti

Průlomovým rokem se stal **rok 2006**. V tomto roce totiž vydal Radiokomunikační sektor Mezinárodní Telekomunikační Unie nové doporučení **ITU-R BS.1770-1**, ve kterém bylo bráno v potaz subjektivní vnímání hlasitosti a která tak definovala nový algoritmus pro měření hlasitosti televizního a rozhlasového vysílání, což se stalo posléze celosvětově používaným standardem, který se používá dodnes.

2.4 EBU R 128

Nově vzniklé doporučení se tak stalo nástrojem pro nastavení konkrétní a objektivně změřitelné hodnoty, ale i podkladem pro další doporučení, jako je dnes využívané **Technické doporučení R 128**, vydané v roce 2011 společností **EBU**.

S doporučením R 128 přišly na svět i nové jednotky, definované v následující kapitole. V České republice se obě tato doporučení uplatňují od roku 2013 a měli by se jimi řídit všichni vysílatelé rozhlasových a televizních pořadů.

2.4.1 Dokumenty doprovázející EBU R 128

Základním kamenem současné normalizace je kombinace dvou dokumentů: **Technického doporučení EBU R 128** *'Normalizace hlasitosti a maximální povolená úroveň zvukových signálů'* a **Doporučení ITU-R BS.1770** *'Algoritmy k měření hlasitosti zvukových pořadů a skutečné špičkové úrovně zvuku'*.

EBU na základě zkoumání požadavků na úrovně zvukových signálů při výrobě a vysílání programů mimo jiné **definuje i nové parametry**, které zároveň **doporučuje používat a měřit**.

„EBU doporučuje, aby se vedle průměrné hlasitosti pořadu („hlasitost pořadu“) k normalizaci zvukových signálů používaly také parametry „rozsah hlasitosti“ a „maximální skutečná špičková úroveň“, a to v souladu s technickými limity celého signálového řetězce a estetickými potřebami každého pořadu / stanice v závislosti na žánru (žánrech) a na cílové skupině posluchačů.“ (EBU R 128, 2014, Ženeva)

Vedle dokumentu **R 128**, uveřejnila skupina **PLOUD EBU** čtyři další dokumenty doplňující podrobnosti, týkající se normalizace, nově definovaných jednotek a pokynů pro měření, produkci, distribuci a další:

- **EBU Tech Doc 3341** 'Měření hlasitosti: měření v „režimu EBU“ na doplnění normalizace hlasitosti v souladu s EBU R 128'
- **EBU Tech Doc 3342** 'Rozsah hlasitosti: parametr na doplnění normalizace hlasitosti v souladu s EBU R 128'
- **EBU Tech Doc 3343** 'Praktické pokyny k výrobě a realizaci podle EBU R 128'
- **EBU Tech Doc 3344** 'Praktické pokyny pro distribuční systémy podle EBU R 128'

Tyto dokumenty byly pro detailně rozepsané definice a názorné vysvětlení použity jako jedny z hlavních zdrojů této bakalářské práce.

3 DEFINICE NOVĚ POUŽITÝCH JEDNOTEK DLE EBU R128

Jak bylo zmíněno v citaci výše, Technické doporučení **R 128** definovalo tři nové parametry:

- **Hlasitost pořadu** (Programme Loudness)
- **Rozsah hlasitosti** (Loudness Range)
- **Skutečná špičková úroveň** (True Peak Level)

Kromě nových parametrů přibyly také měřicí jednotky, a to 'jednotka hlasitosti' **LU** (Loudness Unit) a 'jednotka hlasitosti vztahující se k plné stupnici' **LUFS** (Loudness Unit referenced to Full Scale), které budou detailněji popsány v další části této práce.

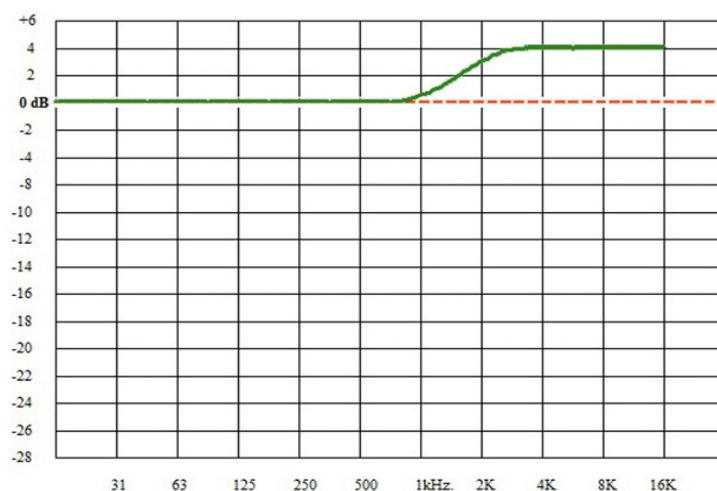
Pro úplné pochopení daného tématu je zapotřebí znát ještě další pojem související s měřením nově definovaných parametrů, tedy '**váhování K**' (K-Weighting).

3.1 Váhování K (K-Weighting)

Tento parametr vznikl na základě rozsáhlé práce Mezinárodní telekomunikační unie, z důvodu nutnosti zavedení ověřeného algoritmu pro měření hlasitosti a skutečných špičkových úrovní.

Jde o upravený **hornopropustný filtr** (Hi-pass Filter), který formuje základ pro sladění subjektivního dojmu s objektivním měřením (*obr. 2*).

V praxi se tento parametr využívá tak, že se křivka aplikuje na všechny měřené kanály (u 5.1 se v současnosti nízkofrekvenční kanál LFE neměří z důvodu potenciálního použití nadměrných úrovní signálu), následně se vypočítá střední kvadratická hodnota úrovně.



Obrázek 2 Váhování K

Zdroj: <http://www.tvtechnology.com/audio/0098/using-bs---for-fun-and-profit/213234>

Výsledek se zobrazí jako 'LKFS' (Loudness, K-Weighting, referenced to digital Full Scale) aneb hlasitost, vážená K, vztažená k digitální plné stupnici. Tuto jednotku je dle EBU možné zapsat i jako LUFS (Loudness Unit referenced to digital Full Scale).

„EBU doporučuje použití "LUFS" (jak je uvedeno v EBU Tech Doc 3341). "LUFS" odpovídá "LKFS" a překonává nesoulad mezi ITU-R BS.1770 a ITU-R BS.1771. "LUFS" je rovněž v souladu s mezinárodními normami pojmenování dle normy ISO 80000-8.“ (EBU Tech Doc 3343-2016, str. 37)

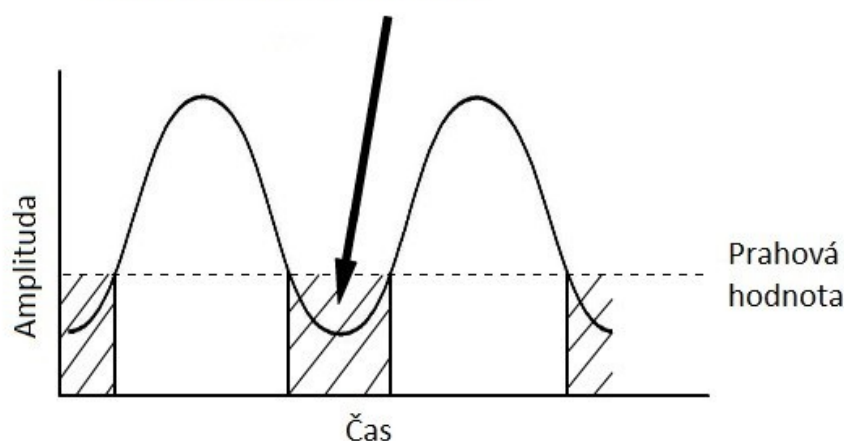
Pro relativní měření se používá jednotka hlasitosti (LU), kde se **1 LU rovná 1 dB**.

3.2 Hlasitost pořadu (Loudness)

Hlasitost pořadu, jinak řečeno dlouhodobá integrovaná hlasitost po dobu trvání celého pořadu se dá zjednodušeně definovat tak, jak je ve skutečnosti pořad průměrně hlasitý. Výsledek se zobrazuje v LUFS s jedním desetinným místem. Úroveň hlasitosti je možno změřit pomocí měřiče, který disponuje funkcí **EBU Mode**, jenž vyhovuje ITU-R BS.1770 a to včetně **hradlovací funkce**.

3.2.1 Hradlo (Gate)

Tyto části signálu klesají pod prahovou hodnotu. Když k tomu dojde, hradlo/gate se uzavře a žádný signál neprojde - signál je ztlumen



Obrázek 3 Hradlo/Gate

Zdroj: Upraveno dle <http://www.practical-music-production.com/noise-gate.html>

Hradlo neboli **Gate** (*obr. 3*), slouží k vymezení určité úrovně při měření. Pokud vysílaný signál poklesne pod určitou úroveň, měření se přeruší a znovu se spustí až ve chvíli, kdy je signál nad touto minimální úrovní. Pokud bychom tuto funkci vynechali, mohlo by u pořadů s delšími tichými pasážemi nebo nízkou úrovní hluku, dojít k nízké hodnotě úrovně integrované hlasitosti a tím pádem i vysoké hlasitosti po normalizačním procesu. V doporučení R 128 jsou nastaveny parametry hradla takto:

- **Hradlo pro absolutní ticho** je stanoveno na **-70 LU**
- **Hloubka hradla** je **10 LU**

Zde stále platí, že **1 LU je rovno 1dB**.

3.2.2 LU, LUFS

Jak bylo popsáno v úvodním odstavci této kapitoly, jednotka **LUFS** (**L**oudness **U**nit **r**eferred to **F**ull **S**cale) je hlavní měrná jednotka normalizace průměrné hlasitosti pořadu, se kterou přijde do styku každý mistr zvuku bez ohledu na specializaci či žánr pořadu, kde je odlišena pouze úroveň měřených úrovní.

3.2.2.1 Stanovení úrovně LUFS dle EBU R 128

EBU na základě série měření a výpočtů stanovilo průměrnou hlasitost pořadu na **-23 LUFS** (s tolerancí $\pm 0,5$ LU) pro **všechny Evropské televizní vysílatele**. Maximální možnou odchylku ± 1 LU můžou mít pouze pořady, u kterých nelze dosáhnout přesné úrovně. Jedná se převážně o živé vysílání s nepředvídatelnými úrovněmi hlasitosti.

3.2.2.2 Úroveň LUFS u podcastových platform

Doporučení EBU R128 se týká především televize, ale rozhlasové programy nebo podcasty se často přehrávají na mobilních zařízeních a v hlučném prostředí. Většina hardwarových zařízení ale neposkytuje dostatečné zesílení pro programy normalizované na -23 LUFS. Proto vydala **Audio Engineering Society** (AES) dokument **AES TD1004.1.15-10** 'Doporučení pro hlasitost audio streamování a přehrávání internetových souborů', kde jsou stanovené úrovně hlasitosti **mezi -20 LUFS a -16 LUFS** (s tolerancí $\pm 0,5$ LU) v závislosti na platformě.

Nedávno přidaly jednotlivé společnosti spojené se zvukem svá doporučení hlasitosti:

- **Apple Music** a **Google** hodnotu **-16 LUFS**
- **Amazon Alexa, Spotify** a **Tidal** hodnotu **-14 LUFS**
- **YouTube** hodnotu **-13 LUFS**

3.3 Rozsah hlasitosti (LRA)

Dalším z nově definovaných parametrů je **Rozsah hlasitosti**, neboli **LRA**, popisující celkový rozsah v celé délce pořadu, od nejslabší až po nejhlasitější část. Takový rozsah je měřen v jednotce **LU**. Aby se zabránilo tomu, že extrémní výkyvy pořadu budou ovlivňovat celkový výsledek, je horních 5% a spodních 10% celkového rozsahu hlasitosti z měření vyloučeno. „Například výstřel z pistole nebo dlouhá pasáž ticha ve filmu by vedly k velmi širokému rozsahu hlasitosti.“ (<http://www.tcelectronic.com/loudness/loudness-explained/>, *Loudness Range Program Loudness & Descriptors*).



Obrázek 4 Ukázka dynamického rozsahu v softwaru TC electronic DB8 MKII

Zdroj: <https://news.creativecow.net/story.php?id=865731>

3.3.1 Stanovení úrovně LRA dle EBU R 128

V doporučení EBU R 128 není přesně definována úroveň dynamického rozsahu, jelikož každý pořad vyžaduje jiný rozsah hlasitosti. Například akční film bude mít daleko vyšší dynamický rozsah než film dokumentární. Proto vysílatelé v EBU zvolili maximální úroveň rozsahu hlasitosti **20 LU** pro pořady s **prostorovým zvukem**, u kterých není zapotřebí úpravy dynamického rozsahu. Na druhou stranu u **stereo** pořadů je doporučena hodnota **15 LU**. U této hodnoty závisí na vysílateli, jakou hodnotu si zvolí, v závislosti na druhu a žánru pořadu, s tím že musí vyhovovat technickým požadavkům distribučních platforem a prostředí přehrávání. (*EBU Tech 3343-2016, odst. 3.3, str. 18*) Hodnota LRA je zásadním parametrem při rozhodování, zda bude zapotřebí komprimovat rozsah hlasitosti pořadu. (*obr. 4 – Rozsah Hlasitosti*).

3.3.2 Rozsah hlasitosti u krátkých pořadů (reklam, upoutávek)

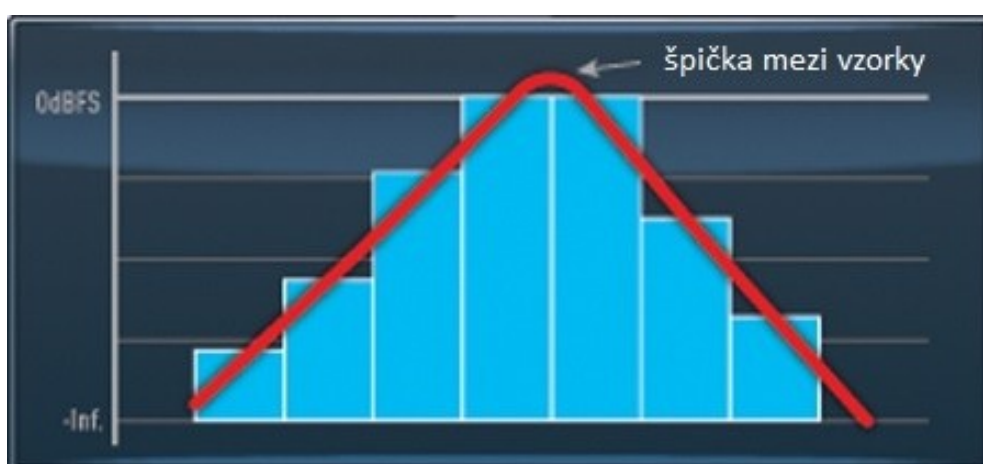
Jelikož je většina reklam a upoutávek kratší než 30 s, nelze u nich naměřit efektivní hodnoty rozsahu (**LRA**) pořadu z toho důvodu, že je tato jednotka založena na měření krátkých intervalů (Max SL - 3 s), a proto poskytuje velmi málo informací o průměrné hlasitosti, tudíž by mohlo dojít ke zneužití vysokých úrovní v kratším intervalu než je nejkratší interval. Proto lze pro omezení špiček použít alternativu v podobě maximální okamžité úrovně (Max ML – 400 ms). Limity pro maximální okamžitou úroveň jsou podle skupiny PLOUD u **Max ML +8 LU (-15 LUFS)** a pro **Max SL +3 LU (-20 LUFS)**.

3.4 Skutečná špičková úroveň (TPL)

Posledním, ale nikoliv nejméně podstatným parametrem zvukové úrovně v doporučení R 128 je **Skutečná špičková úroveň** (True Peak Level, zkratka **TPL**), jenž udává maximální hodnotu signálu v kontinuální časové doméně. Tato hodnota může být vyšší než nejvyšší hodnota v časově omezených vzorcích. V minulosti byl v Evropě nejrozšířenějším měřicím přístrojem **Quasi Peak Programme Meter (QPPM** měřič kvazišpičkové úrovně).

3.4.1 QPPM

Jelikož QPPM nedokáže kvůli své konstrukci zobrazovat špičky kratší než 10 ms, nemusí měřič detekovat skutečnou špičkovou úroveň. S přechodem na digitální zpracování signálu se objevily **měřiče špiček vzorků** (samplů). Třeba zdůraznit, že digitální zpracování může mít za následek, že budou **špičky mezi vzorky** (obr. 5) a překračují tak úroveň vzorků. Je velice důležité mít ve vysílání spolehlivé měření úrovně na různých platformách a pro různé vzorkovací frekvence.



Obrázek 5 Špička mezi vzorky

Zdroj: Upraveno dle <http://www.musictech.net/2012/09/10mm-no211-inter-sample-peaks/>

Takový měřič by měl spolehlivě detekovat i špičky mezi vzorky a tím i předvídat a eliminovat potenciální zkreslení v převodnicích. „Pomocí převzorkování v měřicích skutečných špiček vyhovujícím požadavkům ITU-R BS.1770 je teď možné tyto skutečné špičky (symbol jednotky podle ITU-R BS.1770: **dBTP** – *deciBel* vztažený k digitální plné stupnici měřený měřičem skutečných špiček (**True Peak**)) detekovat. Přesnost závisí na frekvenci převzorkování.“ (EBU Tech 3343, 2016, str. 42)

3.4.2 PML

V minulosti byl velice silně rozšířený koncept vyrovnání zvuku pomocí normalizace špiček s odkazem na maximální přípustnou úroveň (**Permitted Maximum Level**, zkratka **PML**), který zajišťoval stejnoměrné úrovně špiček u všech pořadů, ale úrovně hlasitosti byly stále velice variabilní (závislé na stupni dynamického rozsahu pořadu). „Naopak

normalizace hlasitosti dosahuje stejnoměrné průměrné hlasitosti pořadů, přičemž špičky kolísají podle obsahu a podle uměleckých a technických potřeb. Za předpokladu, že rozsah hlasitosti pořadu bude v rámci přípustné tolerance, získá posluchač stejnoměrnou průměrnou úroveň hlasitosti u všech pořadů, takže nebude muset často upravovat hlasitost pomocí dálkového ovládání.“ (EBU Tech 3343, 2016, str. 9)

Dnes je od normalizace špičkové úrovně upuštěno, ale je nadále nutné tuto špičku měřit a upravovat, aby nedocházelo ke zkreslení signálu.

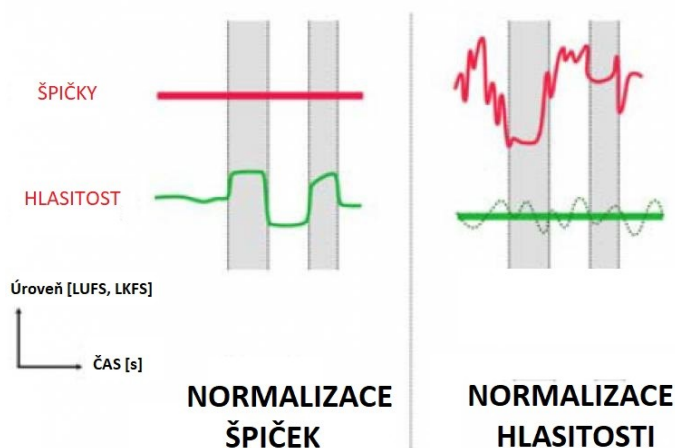
3.4.3 Stanovení úrovně TPL dle EBU R 128

Proto je Maximální povolená úroveň skutečné špičkové úrovně TPL podle R 128 nastavena na hodnotu **-1 dBTP (deciBel True Peak)** pro lineární zvukové signály jako je WAV. Někteří vysílatelé využívají určité kodeky kvůli kompresi dat, a proto vyžadují nižší hodnotu dBTP.

U dvou běžně používaných kodeků pro komprimaci dat v Evropě (MPEG1 Layer2 a Dolby AC-3) je doporučená maximální povolená hodnota **-2 dBTP**. (EBU Tech 3343-2016, str. 42) Doplnující dokument **EBU Tech Doc 3344** se této tématice věnuje komplexně, včetně norem všech třech nových jednotek pro nejčastěji používané kodeky, ale i pro rozhlasová vysílání, domácí kina a další.

3.4.4 Špička vs. hlasitost

Normalizace neznamená, že budou úrovně hlasitosti konstantní v celém pořadu, ale ani jednotlivé složky pořadu jako je hudba, efekty nebo hlasová složka nebudou mít konstantní úroveň hlasitosti. (obr. 6)



Obrázek 6 Špička vs. Hlasitost

Změny hlasitostí jsou dle R 128 uměleckým nástrojem a normalizací lze dosáhnout daleko dynamičtějšího mixu těchto složek, což je účelem tohoto doporučení. Při správném nastavení všech parametrů na monitorech navíc motivuje mistra zvuku k **mixování pouze podle sluchu**, což je samotnými zvukaři vítanou změnou.

4 POSTUPY PŘI NORMALIZACI HLASITOSTI

4.1 Způsoby přístupu k normalizaci

Existují dva možné způsoby, kterými může mistr zvuku dosáhnout normalizace hlasitosti.

4.1.1 Zachování stávajících metod a postupů při mixu

Prvním z nich je takový, že mistr zvuku **zachová** stávající postupy při mixu a **následně posune** úrovně na požadovanou hodnotu.

Takovýto postup je dle *EBU Tech Doc 3343* nejvhodnější pro distributory ve fázi přechodu na normu **R 128**, kde má největší uplatnění pro živé přenosy, s tím že se mohou zachovat stávající měřiče a omezovače (limitery) a až na výstupní úrovni mixážního pultu se provede posun na cílovou úroveň **-23 LUFS** a následně, aby technici věděli, jak velký posun bude zapotřebí, se umístí měřič hlasitosti.

Pro dosažení větších zkušeností s měřením a lepší orientaci v úrovních hlasitosti u starších pořadů, je vhodné zapojit **paralelně** měřiče hlasitosti s **QPPM** měřičem. Při změření celého pořadu je tak jednodušší určit přesný posun úrovně. U této metody je nepravděpodobnější, že bude nutný posun dolů – **zeslabení**. Proto ve většině případů nebude nutné snižovat dynamický rozsah nebo upravovat maximální skutečnou špičku.

4.1.2 Přechod na normalizaci úrovně hlasitosti

Přímý přechod na normalizaci je řešením, které je v *EBU Tech Doc 3343* doporučeno. I zde platí, že při výrobě nových nebo testování starších pořadů je velkou výhodou paralelní zapojení měřičů hlasitostí s **režimem EBU** se starším **QPPM** měřičem.

Touto metodou lze dosáhnout vyššího dynamického rozsahu pořadu, což ocení například diváci sportovních přenosů, kde díky lépe vyváženým zvukovým složkám (studiový komentář a originální snímaný zvuk) bude slyšitelný hluk davu a tím i umocněný zážitek ze sledování.

Stejněměrné hlasitosti lze docílit **přímou normalizací** zvukového signálu nebo za **použití metadat hlasitosti** (viz kapitola 4.2.1), která určují, jak bude pořad hlasitý. V produkci je ale doporučena metoda přímé normalizace díky její jednoduchosti a vysokému potenciálu zlepšování kvality zvukové stopy.

Druhá z metod není zakázána, ale je daleko složitější dosáhnout jednotné úrovně. Použití metadat, jinak nazývané '*aktivní normalizace zdroje*' může způsobit deformaci příliš zkomprimovaného signálu, což by mělo negativní dopad na uměleckou hodnotu zvukové stopy a tím i na celý pořad.

Obě tyto metody jsou součástí **EBU R 128** a lze samozřejmě různě kombinovat a mohou tak přispět ke zkvalitnění zvukové složky, ale vzhledem k převyšujícím výhodám je doporučena přímá normalizace.

4.1.2.1 Metadata

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, normalizace lze dosáhnout s použitím metadat. Ta se dělí na dvě skupiny podle způsobu použití. Mohou být **aktivní** (měnící zvukový signál) nebo **popisná** (obsahující informace o signálu, např. formát).

Dle **EBU R 128** a jeho doplňujících dokumentů, jako výsledek práce skupiny PLOUD, přirozeně vyplývá to, že jádro metadat hlasitosti budou tvořit tři základní parametry: **hlasitost pořadu, rozsah hlasitosti a maximální špičková úroveň**. Tyto parametry jsou součástí hlavičky formátu *Broadcast Wave File*, neboli **BWF**. Je také nutné ukládat hodnoty parametrů **maximální okamžité úrovně hlasitosti** a **maximální krátkodobé úrovně hlasitosti**, jelikož jsou tyto parametry používány pro velice krátké pořady a mohou tak sloužit pro regulaci jejich dynamiky a zamezení jejich přílišné hlasitosti.

4.2 Měření hlasitosti

K měření hlasitosti se doporučuje používat měřič hlasitosti s '**režimem EBU**'. Tento režim definovaný v *EBU Tech Doc 3341* nabízí 3 rozdílné časové stupnice:

- **Okamžitá** hlasitost (Momentary Loudness, zkratka "**M**") – s časovým intervalem **400 ms**
- **Krátkodobá** hlasitost (Short-term Loudness, zkratka "**S**") – s časovým intervalem **3 s**
- **Integrovaná** hlasitost (Integrated Loudness, zkratka "**I**") – od '**začátku**' do '**konce**'

Pro ujasnění, zkratky "**M**" a "**S**" jsou běžně používanými názvy ve stereofonii pro střed (**M**iddle) a stranu (**S**ide). Aby se předešlo nedorozumění, mohou se dle *EBU Tech 3343* používat pro okamžitou a krátkodobou hlasitost zkratky **ML_k** (Momentary Loudness with K-weighting) a **SL_k** (Short-term Loudness with K-weighting). Zkratka **L_k** vyjadřuje úroveň hlasitosti s vážením K. Všechny tyto zkratky vyhovují požadavkům mezinárodní terminologické normy **ISO 80000-8**.

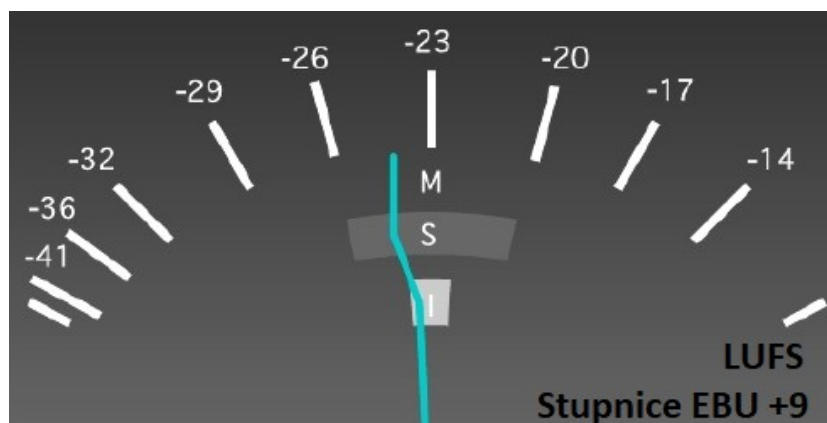
4.2.1 Režim EBU

Z grafického a uživatelského pohledu nebyly podrobnosti měřičů přesně definované. Stanovily se však **dvě stupnice měření**:

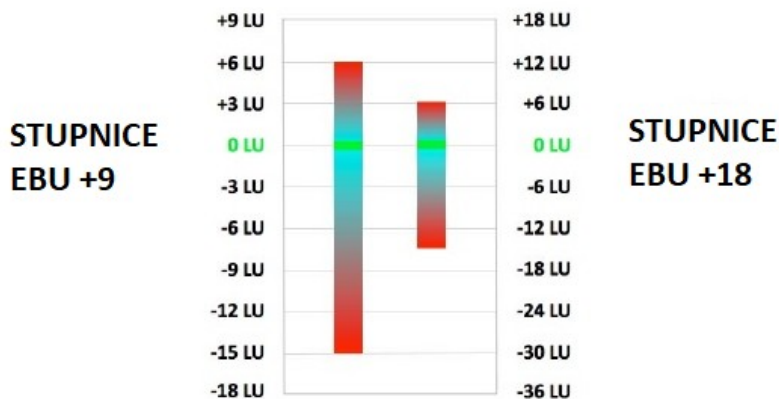
- Stupnice **EBU +9**, vhodná pro většinu pořadů
- Stupnice **EBU +18**, potřebná pro pořady s vyšším LRA

Obě tyto stupnice jsou schopny zobrazit jak relativní úroveň hlasitosti v LU nebo absolutní úroveň v LUFS. Kvůli zajištění konzistentnosti údajů na měřičích se ve skupině výrobců měřičů PLOUD dohodli na zavedení souboru parametrů 'režimu EBU'. U měřičů s tímto režimem se **0 LU rovná -23 LUFS**.

Pro názornou ukázkou návrhu ručičkového měřiče a ukázkou stupnic autor přikládá obrázky, použité přímo v dokumentu **EBU Tech Doc 3343**. (obr. 7. a 8.)



Obrázek 7 Ukázka návrhu měřiče s EBU režimem
Zdroj: Upraveno dle EBU Tech Doc 3343-2016



Obrázek 8 Ukázka stupnice EBU +9 a EBU +18
Zdroj: Upraveno dle EBU Tech Doc 3343-2016

4.2.2 Způsoby měření signálu

Měřit signál lze dvěma způsoby. Pro většinu pořadů je dle **EBU R 128** doporučeno měřit **celý pořad**, nezávisle na typu signálu (hlas, zvukové efekty nebo hudba). Jinak tomu není ani u **velice krátkých pořadů** (≤ 30 s), jako jsou reklamy nebo upoutávky.

Existuje však i možnost alternativního měření, na základě tzv. **kotevního signálu** (*Anchor Signal*). Tento způsob je využíván převážně pro pořady s vyšším LRA. Prakticky tento způsob funguje tak, že se použije metoda **individuálního hradlování** (*Signal Type Gating Method*) na signál, reprezentující průměrnou hlasitost pořadu, jako například řeč.

V **Dolby Laboratories** vyvinuli algoritmus pro automatické měření kotevního signálu ve formě 'Dialogové inteligence' (*Dialog Intelligence*), jelikož předpokládali, že mluvené slovo je základním a často používaným signálem ve všech formách vysílání. Algoritmus detekuje, jestli se v pořadu vyskytuje řeč a pokud ano, pak měří pouze její hlasitost.

V **Tech Doc 3343** se mimo výše zmíněné informace vyskytuje také upozornění ohledně použití kotevního signálu: *“Musí se ale zdůraznit, že volba kotevního signálu je **aktivní proces**, vyžadující vstup od zkušeného pracovníka. O tomto přístupu by se mělo uvažovat až poté, co se produkční pracovníci a zvukoví technici dokonale seznámí s koncepcí normalizace hlasitosti.”* (EBU Tech Doc 3343-2016, str. 20, odst. 4.1)

4.3 Zpracování naměřených hodnot

Jak vyplývá z návaznosti postupu při normalizaci, před jakýmkoliv zpracováním hodnot je nutné změřit hodnoty úrovní **průměrné hlasitosti (L_k)**, **rozsahu hlasitosti (LRA)** a **maximální skutečné špičky (Max TP)**. Výsledky tohoto měření určují následný postup při jejich zpracování.

4.3.1 Varianty naměřených hodnot a jejich zpracování

Existuje však několik možných variant nabytých hodnot jednotlivých parametrů. Řešení těchto variant čerpá autor z *EBU Tech Doc 3343*. Výpočtům a názorným ukázkám je věnována praktická část této práce.

a) Hodnoty všech tří parametrů odpovídají normě

Toto je ideální stav měření, kde není zapotřebí nijak upravovat žádnou z hodnot.

b) Průměrná hlasitost pořadu je vyšší než -23 LUFS

Taková situace je řešitelná jednoduchým zesílením (snížením úrovně)

c) Průměrná hlasitost je nižší než -23 LUFS

Případ nižší úrovně je o něco komplikovanější než předchozí případ, jelikož maximální špička může potenciálně ležet nad přípustným limitem, což zvyšuje průměrnou hlasitost celého pořadu. Pokud tomu tak skutečně je, musí se provést přepočítání této špičky.

d) Průměrná hlasitost je nižší než -23 LUFS a LRA je širší, než je povolená tolerance

V tomto případě lze uplatnit výpočet úrovně hlasitosti z varianty c, avšak pro rozsah hlasitosti bude zapotřebí vypočítat i Max TP z toho důvodu, že při zvýšení hodnoty L_k dojde k nižší LRA, což může vést také ke snížení hodnoty Max TP.

e) LRA je širší než povolená tolerance

K zúžení LRA lze použít kompresor s velice nízkou prahovou hodnotou a mírným poměrem. Výhodné jsou automatické procesy s cílovou LRA. V tomto případě se Max TP bude jen snižovat, takže zde neexistuje šance pro případné úpravy Max TP.

f) Max TP leží nad přípustnou hodnotou

Při překročení maximální hodnoty TP může dojít ke zkreslení vysílaného signálu. Zamezení této nežádoucí skutečnosti je možno provést jednoduchým omezením skutečné špičkové úrovně TPL.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PRAKTICKÉ MĚŘENÍ ÚROVNÍ HLASITOSTI

Zvukové pracoviště Ateliéru Audiovizuální tvorby, Univerzity Tomáš Bati ve Zlíně, disponuje poměrně kvalitním vybavením, které může využít každý student zvukové skladby.

Pro nahrávání, editaci a následný mix zvukové stopy se zde používá program **ProTools HD** za pomoci DAW controlleru C24, ale i ohromnému množství VST plug-inů, jakými jsou mimo jiné i měřiče hlasitosti s režimem EBU, jmenovitě **iZotope Insight** a **TC Electronic LM2n (Loudness Radar)**.

Z důvodu nejpřehlednějšího vykazování hodnot se autor rozhodl primárně využít **TC Electronic LM2n (Loudness Radar)**. V tomto měřiči lze vidět jak grafické zpracování historie hodnot a vypsané základní hodnoty v jedné záložce (*obr. 9 - výsledek měření - Radar*), statistické zpracování ve druhé záložce, kde jsou detailně rozepsány jednotlivé úrovně (*obr. 10 výsledek měření - hodnoty*).

Pro kontrolu a doplnění naměřených hodnot o **Maximální momentální hlasitost** (Max ML) se autor rozhodl využít i druhého ze zmíněných měřičů – **iZotope Insight**, který má řadu výhod pro měření v průběhu editace zvukové stopy nebo při mixu vícekanálového pořadu.

Následující odstavce se věnují praktickému **měření reklamního spotu o délce 1:15** a možnostmi následné normalizace úrovní.

Na takovouto normalizaci se vzhledem k **odlišnostem maximálních povolených hodnot** u různých vysílatelů (*viz kapitola 3*), dá dívat ze **dvou** hledisek:

- na základě doporučení **EBU R 128** tak, aby spot vyhovoval parametrům **televizní normy**
- dle doporučených parametrů některých **podcastových platforem**

5.1 Výsledky měření

Reklamní spot byl s pomocí obou měřičů podroben měřením úrovní s těmito výsledky: (*obr. 9, 10, 11*)

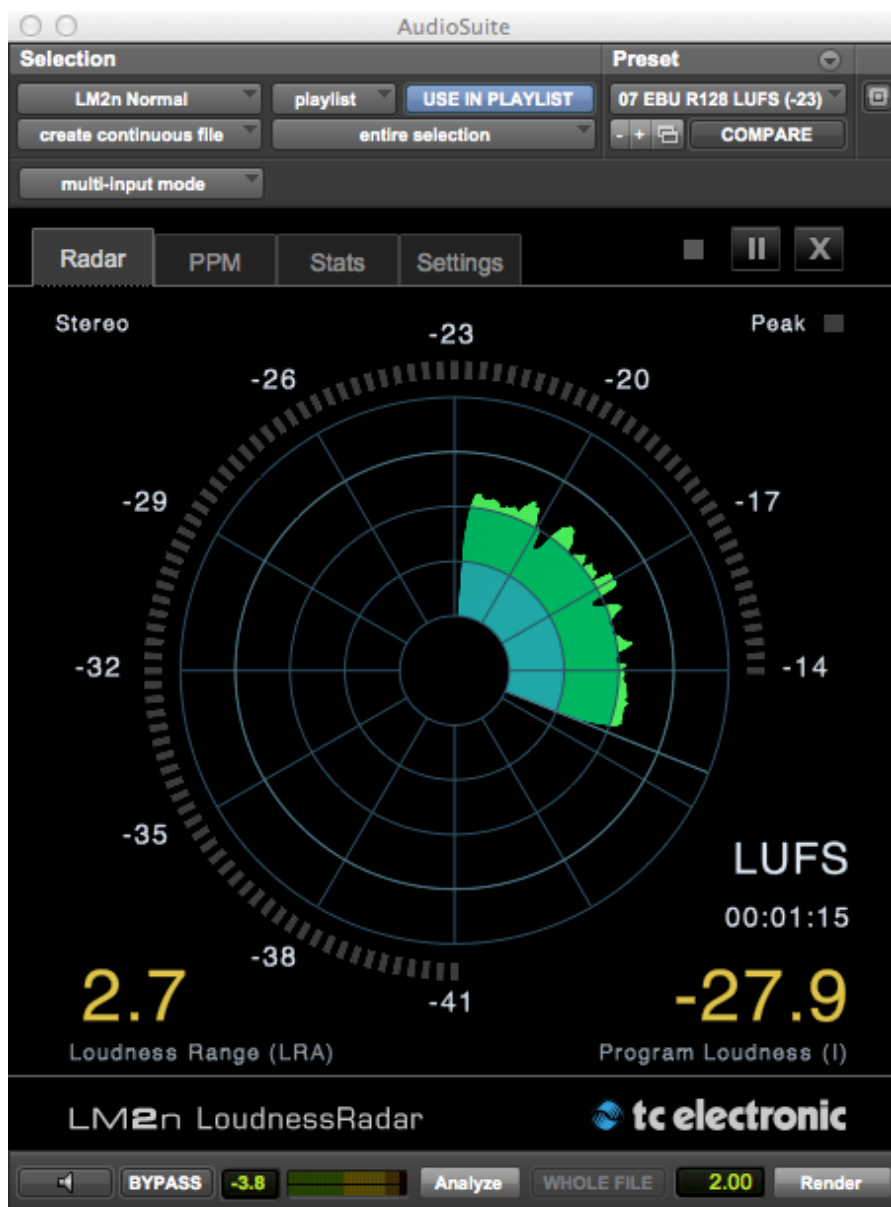
Výsledky měření vykazují hodnoty průměrné hlasitosti pořadu **-27,9 LUFS**, což je **pod přípustnou hranicí** a pořad tak **nevyhovuje** podmínkám ani jednoho výše zmíněného hlediska. Pro splnění doporučení je nutné zvýšit hlasitost na požadovanou hodnotu dle následujícího vzorce:

Požadovaná hlasitost (LUFS) – stávající hlasitost (LUFS) = rozdíl v hlasitosti (dB)

Kvůli délce tohoto pořadu (1:15) nelze uplatnit parametr rozsah hlasitosti (LRA)

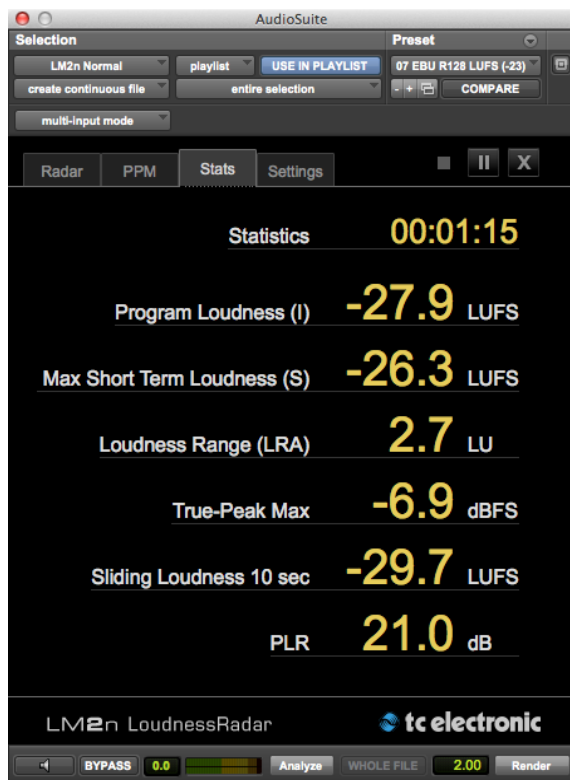
z důvodu nedostatku informací o rozsahu hlasitosti (*viz. Odst. 3.3.2*)

Jelikož se úrovně pro televizní normu liší od doporučených úrovní na podcastových platformách, je nutné přistoupit k oběma hlediskům zvlášť.



Obrázek 9 Výsledky měření – Radar

Zdroj: Vlastní



Obrázek 11 Výsledky měření – hodnoty

Zdroj: Vlastní



Obrázek 10 Výsledky měření – iZotope Insight

Zdroj: Vlastní

6 NORMALIZACE PRO TELEVIZNÍ VYSÍLÁNÍ (EBU R 128)

Dle doporučení **EBU R 128** jsou maximální přípustné hodnoty následující:

- Maximální průměrná hlasitost (**L_k**) je **-23LUFS**
- Maximální rozsah hlasitosti (**LRA**) je **15LU**
 - Maximální momentální hlasitost (**Max ML +8 LU**) je **-15 LUFS**
 - Maximální krátkodobá hlasitost (**Max SL +3 LU**) je **-20 LUFS**
- Maximální povolená špička (**Max TP**) je **-1dBTP**

Zjištění hodnot jednotlivých parametrů odpovídá (dle odst. 4.3.1) variantě B a je tedy nutné zvýšit hlasitost reklamního spotu na požadovaných **-23 LUFS**.

Při použití vzorce pro výpočet požadované hlasitosti a následné aplikaci naměřených hodnot vypadá vzorec takto:

$$\mathbf{-23LUFS - (-27,9LUFS) = +4,9 dB}$$

Pro dosažení **-23 LUFS** je tedy nezbytné **zesílit signál o 4,9 dB**.

6.1 Zesílení signálu

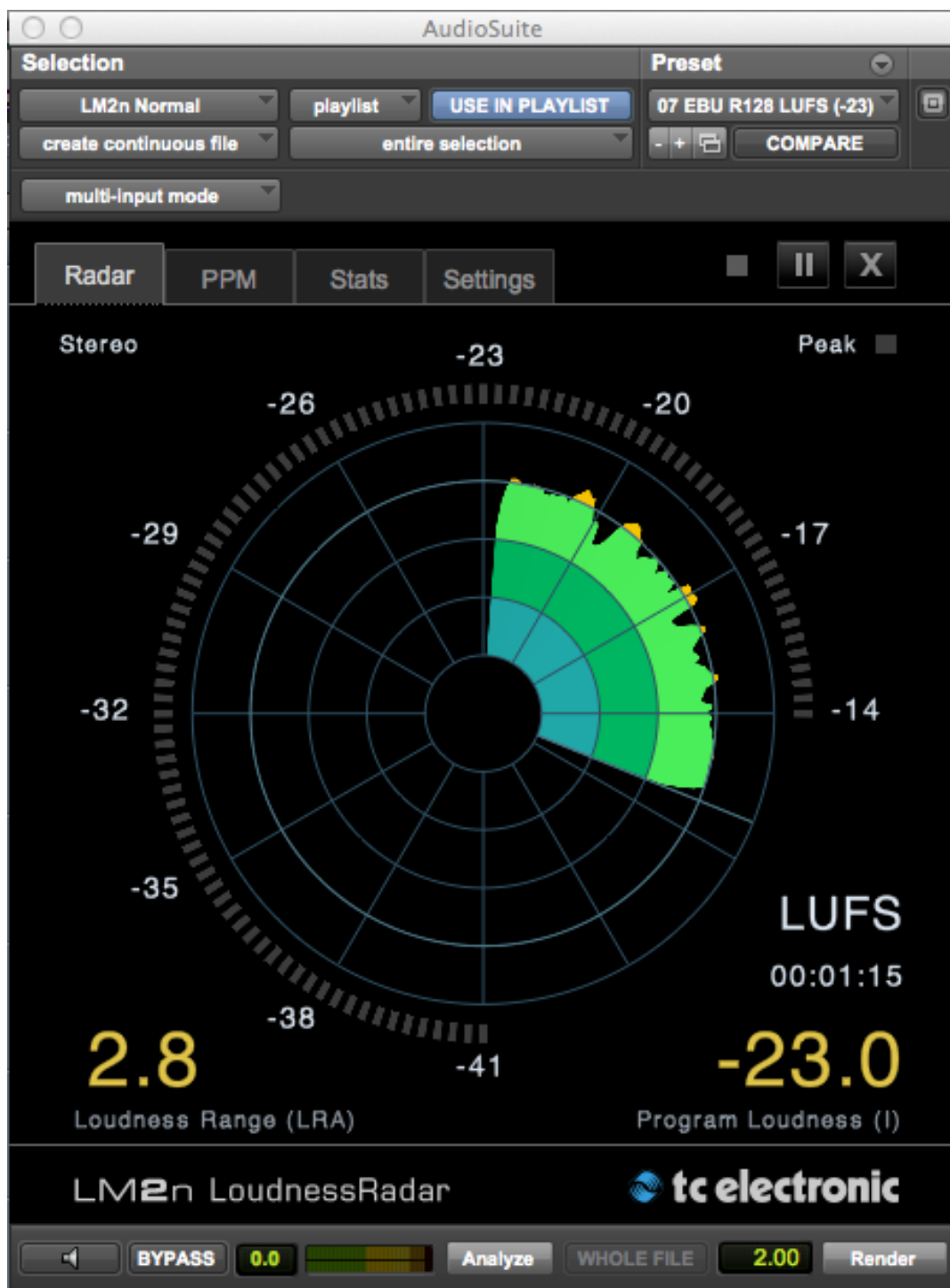
Změnu úrovně hlasitosti lze jednoduše aplikovat v editačním programu (**ProTools**), čímž ale dojde ke **zvýšení úrovně hlasitosti celého pořadu**, včetně skutečné špičkové úrovně **Max TP**. Taková změna může způsobit, že skutečná špičková úroveň se bude po zesílení **nacházet nad přípustnou hranicí**.

6.1.1 Výsledky měření po zesílení

Po **zesílení** úrovně hlasitosti **o 4,9dB** a opětovnému měření v EBU režimu byly naměřeny tyto hodnoty: (obr. 12, 13, 14)

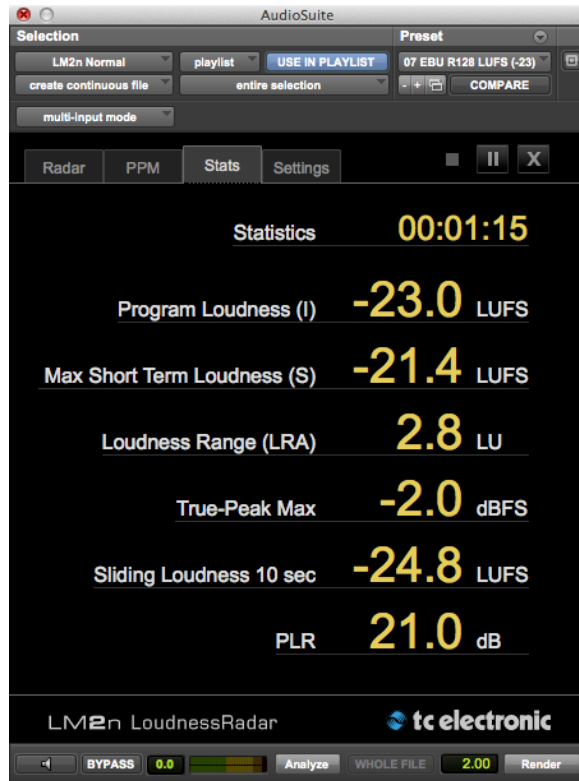
Měření potvrdilo předchozí výpočet, tj. že **zesílením o 4,9 dB** skutečně lze dosáhnout požadované úrovně **-23 LUFS**.

Dále lze z obrázků níže vypozařovat, že žádný z dalších parametrů **nepřekračuje maximální povolenou úroveň**, tudíž takto zesílený pořad **vyhovuje doporučení EBU R 128** a lze je využít pro televizní vysílání.



Obrázek 12 Zesílení na -23 LUFS – Výsledky měření – Radar

Zdroj: Vlastní



Obrázek 14 Zesílení na -23 LUFS – Výsledky měření – hodnoty
Zdroj: Vlastní



Obrázek 13 Zesílení na -23 LUFS – Výsledky měření – iZotope Insight
Zdroj: Vlastní

7 NORMALIZACE PRO PODCASTOVÉ PLATFORMY

Dle odst. 3.2.2.2 se hodnoty LUFS i ostatních jednotek liší podle jednotlivých platform. Autor si pro normalizaci v této práci zvolil úroveň **-16 LUFS**, což odpovídá normám pro přenosné přehrávací zařízení, jako jsou mobilní telefony, tablety nebo notebooky.

Na základě výsledků měření v předchozí kapitole, tzn. hodnoty **-27,9 LUFS**, což opět odpovídá (dle odst. 4.3.1) variantě B a je tedy opět **nutné zesílit pořad** na požadovaných **-16 LUFS**.

Po aplikaci stejného vzorce pro výpočet hodnoty zesílení v dB vypadá vzorec takto:

$$-16\text{LUFS} - (-27,9\text{LUFS}) = +11,9 \text{ dB}$$

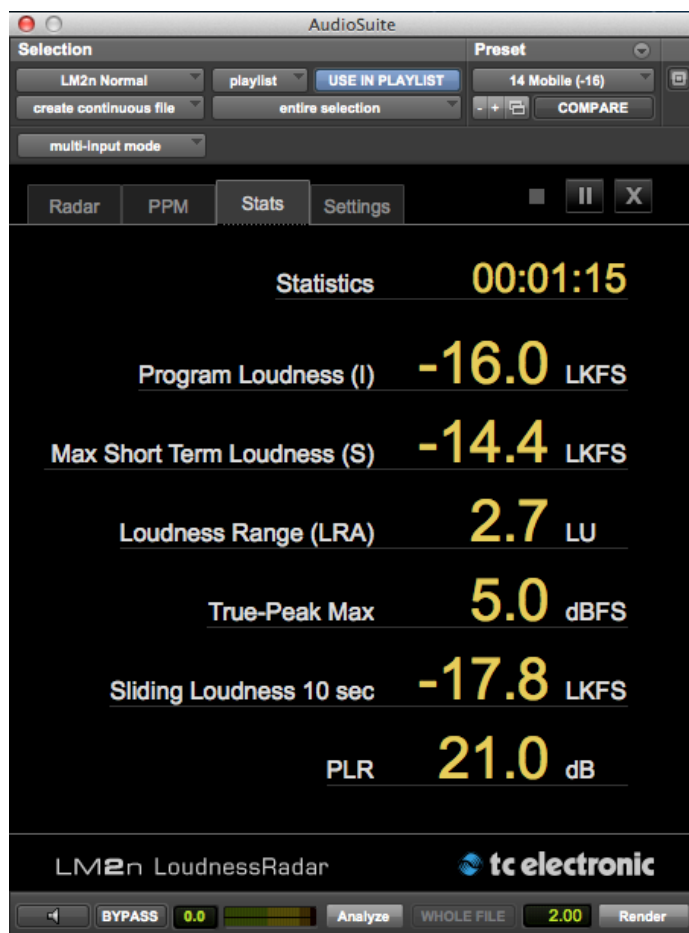
Pro dosažení požadovaných -16 LUFS je nutné **zesílit signál o 11,9 dB**.

7.1 Zesílení signálu

Za použití stejných postupů jako v odstavci 6.1 bylo dosaženo těchto hodnot:



Obrázek 15 Zesílení na -16 LUFS – Výsledky měření – Radar
Zdroj: Vlastní



Obrázek 16 Zesílení na -16 LUFS – Výsledky měření – hodnoty
Zdroj: Vlastní

7.1.1 Výsledky měření po zesílení

Výsledky měření po zesílení sice vykazují hodnotu průměrné hlasitosti pořadu **-16 LUFS**, ale hodnota **Maximální skutečná špičková úroveň** odpovídá hodnotě **+5dBFS**, což je **nad maximální povolenou úrovní**.

Pořad v tuto chvíli odpovídá (*dle odst. 4.3.1*) variantě **F**, signál je při překročení povolené úrovně **silně zkreslený** a je tedy **nutné omezit** skutečnou špičkovou hodnotu na požadovanou hodnotu.

7.2 Omezení skutečné špičkové úrovně

Omezením skutečné špičkové úrovně se rozumí **snížení** její hodnoty na požadovanou úroveň. Takové omezení hodnot lze provést těmito způsoby:

7.2.1 Použití omezovače (Limiteru)

Použití omezovač (Limiter) je vhodné v takových případech, kdy má mistr zvuku k dispozici pouze smíchanou finální zvukovou stopu a nemůže tak zasáhnout do jednotlivých zvukových složek (hudba, ruchy, řeč). Limiter z většiny případů zasáhne do všech těchto složek a může tak způsobit deformaci signálu, což by mohlo mít negativní dopad na uměleckou hodnotu zvukové stopy.

7.2.2 Použití normalizačního softwaru

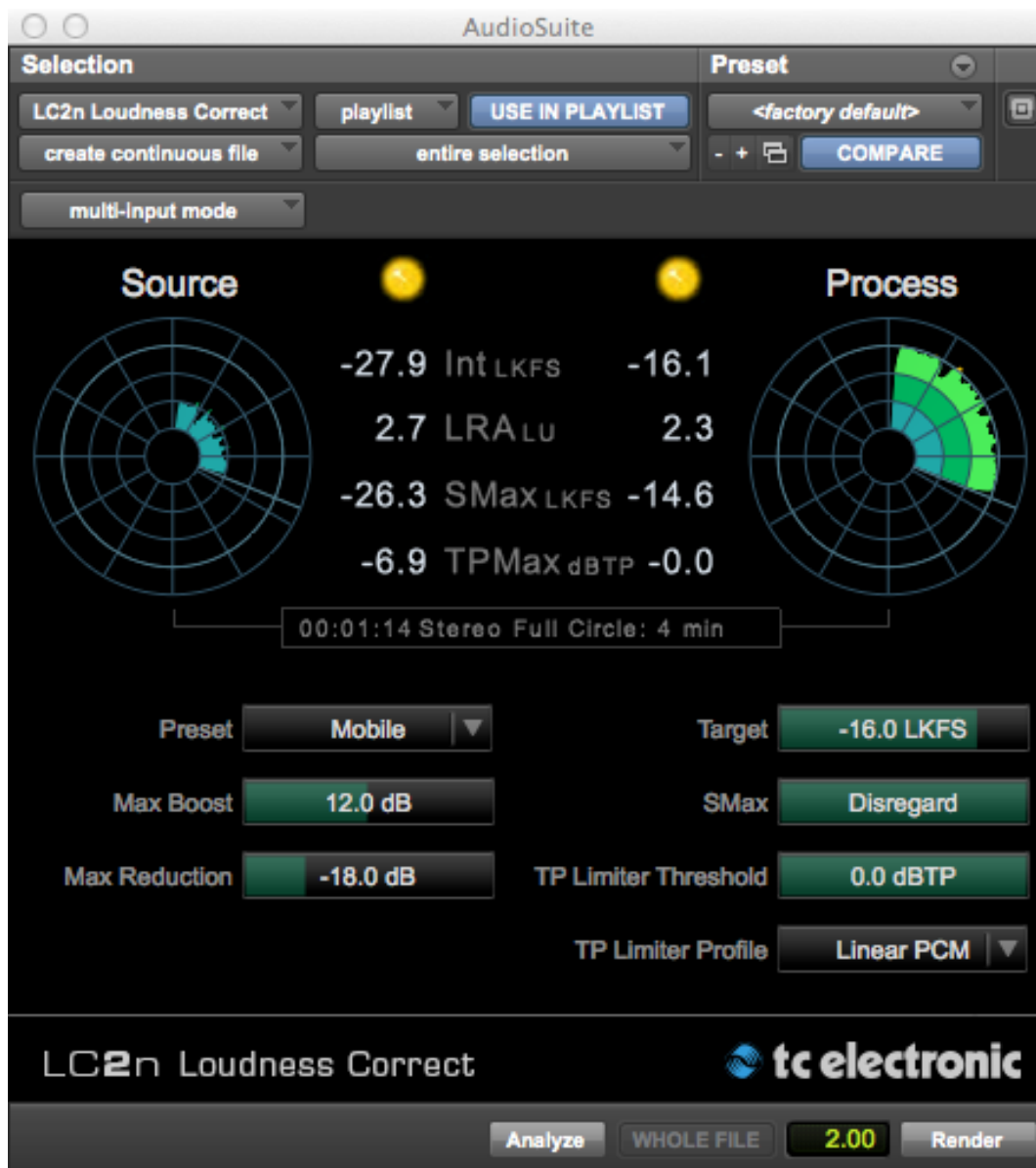
Další z variant je použití softwaru, jenž je přímo určený pro normalizaci zvukové stopy. Autor využil software **TC Electronic LC2n (Loudness Control)**, který disponuje přednastavenými režimy (tzv. **Presety**) pro jednotlivá média, včetně **EBU R 128** určená pro Televizní vysílání, ale i **režimem** odpovídajícím **vysílání na mobilních zařízeních**, kde je maximální špičková úroveň (**Max TP**) stanovena na **0dBFS**.

7.2.2.1 Výsledky dle LC2n (Loudness Control)

Pro názornou ukázkou normalizace zvukové stopy byla využita **verze pořadu bez předchozích úprav úrovní hlasitosti**.

Jak je vidět na obrázku níže, software zajistil úpravu jak úrovně průměrné hlasitosti na požadovaných **-16 LUFS**, tak i úrovně skutečné špičkové úrovně na stanovenou hodnotu **0dBFS**, tudíž **pořad splňuje parametry** pro vysílání na podcastových platformách.

Výsledným poslechem upravené stopy autor zastává názoru, že takováto **úprava výrazně zasáhla do úrovní** všech zvukových složek a tím i poškodila celkový dojem z pořadu. Autor se na základě výsledného poslechu rozhodl vytvořit **zcela nový Mix pořadu**.



Obrázek 17 Úprava stopy pomocí LC2n
Zdroj: Vlastní

7.3 Vytvoření nového mixu pořadu

Tento krok lze provést pouze za předpokladu, že má mistr zvuku k dispozici projekt v editačním softwaru a kde tak lze zasáhnout do úrovní všech zvukových složek.

Pro kontrolu úrovní autor používal výše zmiňované měřiče, které po konečné úpravě celého pořadu vykazovaly hodnoty (*obr. 18*):

Jak je vidět na obrázku níže, **výsledky** měření **nově vzniklého mixu** pořadu dosahují jednotky průměrné hlasitosti pořadu i maximální přípustné špičky pod maximální přípustnou hodnotu, tudíž pořad **splňuje parametry** pro vysílání na podcastových platformách.

Při porovnání upravovaných zvukových stop autor udává, že z hlediska **subjektivního** poslechu je **nově vytvořený mix** nejvyváženější a tak i zvukově **nejkvalitnější**.



Obrázek 18 Nový mix – Výsledky měření – hodnoty

Zdroj: Vlastní

ZÁVĚR

Normalizace je opravdu revolucí v úpravách zvukové stopy.

O této skutečnosti má bohužel povědomí pouze nadpoloviční část skupiny lidí, zabývající se zvukovou skladbou. I autor sám při výběru netušil, jak obsáhlé a poučné toto téma může být. Před začátkem sepisování této práce neměl autor téměř žádné znalosti k dané tématice.

A jelikož stejně jako většina lidí, tráví spoustu času sledováním různých videí na všech možných platformách, všimnul si u krátkého filmu od svých kolegů skutečnosti, že je video velice poměrově nevyvážené a značně potichu, což jej vedlo k detailnějšímu prozkoumání této problematiky.

Následovalo důkladné nastudování několika technických doporučení, knih, internetových článků, ale i příspěvků v diskuzích a výsledkem je práce, která stále neobsahuje všechny informace, jelikož by obsahově odpovídala dizertační práci. Z toho důvodu autor také zmínil jen nově nabyté základní informace jako definované jednotky a jejich využití, různé metody při zpracování změřených jednotek a další postupy, které jsou dle jeho názoru nejdůležitější pro prohloubení znalostí této tematiky.

Jelikož se technologie neustále vyvíjí a přichází se stále na nové metody a principy přístupu mistra zvuku k normalizaci zvukové stopy, je nutné jít s dobou sledovat nové trendy. Autor by se nadále chtěl věnovat přístupu k normalizaci, převážně pro pořady vysílané na podcastových platformách, které lidé sledují na svých mobilních zařízeních, jelikož je to nejmladší odvětví a poskytuje tak možnost navázání na potenciální další akademické práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] EBU Tech Doc 3343: Guidelines for Production of Programmes in Accordance with EBU R 128 [online]. 3. revidované vydání. Ženeva: skupina PLOUD EBU, 2016 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3343.pdf>
- [2] EBU - About Us [online]. EBU, 2017 [cit. 2017-12-2]. Dostupné z: <https://www.ebu.ch/about>
- [3] EBU R 128: Loudness Normalisation and Permitted Maximum Level of Audio Signals [online]. 3. revidované vydání. Ženeva: skupina PLOUD EBU, 2014 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://tech.ebu.ch/docs/r/r128.pdf>
- [4] EBU Technical Recommendation R 68: Alignment level in digital audio production equipment and in digital audio recorders [online]. Revize 1995-2000. Ženeva: EBU, 2000 [cit. 2017-12-3]. Dostupné z: <https://tech.ebu.ch/docs/r/r068.pdf>
- [5] ITU-R BS.645-2: Test signals and metering to be used on international sound programme connections [online]. 3. Revidované vydání. Ženeva: ITU, 1992 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.645-2-199203-I!!PDF-E.pdf
- [6] ITU-R BS.646-1: Source encoding for digital sound signals in broadcasting studios [online]. Revize 1986 - 1992. Ženeva: ITU, 1992 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.646-1-199203-I!!PDF-E.pdf
- [7] ČECHÁK, Petr. Problémy kvality zvukové složky TV pořadu. Praha, 2010. Diplomová práce. Akademie múzických umění v Praze, Filmová a televizní fakulta, Filmové, televizní a fotografické umění a nová média / Zvuková tvorba. Vedoucí práce Ondřej Moravec.
- [8] VICKERS, Earl. The Loudness War: Background, Speculation and Recommendations [online]. San Francisco: Audio Engineering Society 129th Convention, 4.-7.11.2010, [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: https://www.sfxmachine.com/docs/loudnesswar/loudness_war.pdf
- [9] ITU-R BS.1770-3: Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level [online]. 4. revidované vydání. Ženeva: ITU, 2012 [cit. 2017-12-4]. Dostupné z: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-3-201208-S!!PDF-E.pdf

- [10] EBU Tech Doc 3343: Guidelines for Distribution and Reproduction in Accordance with EBU R 128 [online]. 2. revidované vydání. Ženeva: PLOUD EBU, 2016 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3344.pdf>
- [11] EBU Tech Doc 3342: Loudness Range: A Measure to Supplement EBU R 128 Loudness Normalization [online]. 3. revidované vydání. Ženeva: PLOUD EBU, 2016 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3342.pdf>
- [12] EBU Tech Doc 3341: Loudness Metering: 'EBU MODE' METERING to Supplement EBU R 128 Loudness Normalization [online]. 3. revidované vydání. Ženeva: PLOUD EBU, 2016 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3341.pdf>
- [13] Technical Document AES TD1004.1.15-10: Recommendation for Loudness of Audio Streaming and Network File Playback [online]. New York: Audio Engineering Society, 2015 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: http://www.aes.org/technical/documents/AESTD1004_1_15_10.pdf
- [14] KATZ, Robert A. Mastering audio: the art and the science. 2. vydání. Boston: Elsevier/Focal Press, c2007. ISBN 0240808371.
- [15] GAZDÍK, Milan. Problematika hlasitosti zvukového TV doprovodu. CeskaTelevize.cz [online] Česká televize, 2012, © 1996-2014 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/vse-oct/technika/zvukovy-doprovod/hlasitost-zvukoveho-doprovodu/>
- [16] EBU – Doporučení R 128: Normalizace hlasitosti a maximální povolená úroveň zvukových signálů. CeskaTelevize.cz [online] Česká televize, © 1996-2014 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/vse-o-ct/technika/zvukovy-doprovod/doporuzeni-ebu-k-jednotnehlasitosti/>
- [17] VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, c2008. ISBN 978-80-86253-46-6.
- [18] Loudness Range Program Loudness & Descriptors [online]. MUSIC Group IP, 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://www.tcelectronic.com/loudness/loudness-explained/>
- [19] ISO 80000-8: Quantities and units — Part 8: Acoustics [online]. International Organization for Standardization, 2007. Dostupné z <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:80000:-8:ed-1:v2:en>

[20] ŠKVOR, Zdeněk. Elektroakustika a akustika: vysokoškolská učebnice. V Praze: České vysoké učení technické, 2012. ISBN 978-80-01-05034-7.

[21] Everything about 23 LUFS and EBU R 128 broadcast audio requirement and loudness control [online]. FORBROADCAST.COM, 2017 [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <http://www.r128audio.com/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vliv Loudness War na zvukovou stopu	7
Obrázek 2 Váhování K	10
Obrázek 3 Hradlo/Gate	11
Obrázek 4 Ukázka dynamického rozsahu.....	13
Obrázek 5 Špička mezi vzorky	15
Obrázek 6 Špička vs. Hlasitost	16
Obrázek 7 Ukázka návrhu měřiče s EBU režimem	20
Obrázek 8 Ukázka stupnice EBU +9 a EBU +18	20
Obrázek 9 Výsledky měření - hodnoty	25
Obrázek 10 Výsledky měření - Radar.....	26
Obrázek 11 Výsledky měření – iZotope Insight.....	26
Obrázek 12 Zesílení na -23 LUFS – Výsledky měření - Radar.....	28
Obrázek 13 Zesílení na -23 LUFS – Výsledky měření - hodnoty	29
Obrázek 14 Zesílení na -23 LUFS – Výsledky měření – iZotope Insight	29
Obrázek 15 Zesílení na -16 LUFS - Výsledky měření - Radar	30
Obrázek 16 Zesílení na -16 LUFS - Výsledky měření - hodnoty.....	31
Obrázek 17 Úprava stopy pomocí LC2n	33
Obrázek 18 Nový mix – Výsledky měření - hodnoty.....	34