

Měření hlasitosti:  
měření v „režimu EBU“ na doplnění  
normalizace hlasitosti v souladu s EBU  
R 128

**Doplňující informace k R 128**

Ženeva  
srpen 2011

## Obsah

1. Úvod.....	3
2. „Režim EBU“ .....	3
2.1 Tři časové stupnice .....	3
2.2 Integrace - časy a metody, balistika měřiče.....	4
2.3 Hradlo měření .....	4
2.4 Parametr rozsah hlasitosti.....	5
2.5 Jednotky .....	5
2.6 Měření skutečných špiček.....	5
2.7 Stupnice a rozsahy .....	6
2.8 Požadavky na zobrazení .....	6
2.9 Kalibrace, seřízení, shoda a přesnost .....	6
2.10 Různé interpretační záležitosti .....	8
3. Literatura .....	8
4. Další literatura .....	8

# Měření hlasitosti: měření v „režimu EBU“ na doplnění normalizace hlasitosti v souladu s EBU R 128

<i>Komise EBU</i>	<i>První vydání</i>	<i>Revize</i>	<i>Nové vydání</i>
Technická komise	2010	2011	

**Klíčová slova:** hlasitost, normalizace, měření, úroveň zvukového signálu

## 1. Úvod

EBU zkoumala potřebné úrovně zvukového signálu při výrobě, distribuci a přenosu vysílaných programů. Je toho názoru, že je potřeba vytvořit metodu pro vyrovnávání úrovní zvuku na základě měření hlasitosti. To je popsáno v Technickém doporučení EBU R 128 [1]. 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.

V tomto dokumentu budou představeny a podrobně vysvětleny vlastnosti měřiče hlasitosti v tzv. „režimu EBU“. Dokument doplňuje soubor testovacích signálů zajišťujících minimální požadavky na shodu.

## 2. „Režim EBU“

Měřič hlasitosti může být vybaven „**režimem EBU**“. Když bude na měřiči hlasitosti aktivovaný režim „EBU“, bude měřič splňovat požadavky stanovené v tomto dokumentu (a příslušná doporučení ITU a EBU, mimo případů, kdy se budou výslovně vyžadovat odchylky). Díky tomu bude moci uživatel používat měřiče hlasitosti od různých výrobců s minimálními nejasnostmi způsobenými odlišnou terminologií, stupnicemi a metodami měření. Měřič hlasitosti může poskytovat alternativy k některým nebo všem požadavkům na „režim EBU“. Pokud se ovšem takové alternativy zvolí, měřič již nebude v „režimu EBU“.

Požadavky na „režim EBU“ se *nevztahují* na podrobnosti grafického / uživatelského rozhraní nebo provedení měřiče.

„Režim EBU“ je definován parametry popsány v následujících kapitolách

### 2.1 Tři časové stupnice

S ohledem na časové stupnice a jejich terminologii:

1. Nejkratší časová stupnice se nazývá „okamžitá“, se zkratkou ‘**M**’.
2. Střední časová stupnice se nazývá krátkodobá, se zkratkou ‘**S**’.
3. Časová stupnice vztahující se na celý pořad či segment se nazývá integrovaná, se zkratkou ‘**T**’.

V „živém měřiči“<sup>1</sup> s „režimem EBU“ musí být k dispozici všechny tři časové stupnice, ale nemusí se nutně zobrazovat zároveň. „Neživý“ měřič hlasitosti, např. softwarový bezpáskový měřič, který obsahuje pouze podskupinu časových stupnic „režimu EBU“, se i tak považuje za způsobilý, pokud tato podskupina splňuje požadavky na „režim EBU“.

Měřič hlasitosti musí být schopen zobrazovat maximální hodnotu „okamžité hlasitosti“. Tato maximální hodnota se vymaže, když se vynuluje měření integrované hlasitosti.

## 2.2 Integrace - časy a metody, balistika měřiče

Ve všech případech se měření provádí podle požadavků ITU-R BS.1770-2 [2].

*Pozn.: Tam, kde se používá odkaz „ITU-R BS.1770“ bez uvedení konkrétní revize, by měl uživatel vždy nahlížet do nejnovější verze Doporučení uveřejněné ITU-R. Tam, kde bude uvedena konkrétní verze, jako „ITU-R BS.1770-2“, měl by uživatel nahlížet pouze do této verze.*

Měřicí parametry pro „režim EBU“ jsou:

1. **Okamžitá hlasitost** klouzavé posuvné pravoúhlé časové okno o délce 0,4 s. Měření není hradlované.
2. **Krátkodobá hlasitost** používá klouzavé pravoúhlé časové okno o délce 3 s. Měření není hradlované. Frekvence aktualizace u „živých měřičů“ musí být minimálně 10 Hz.
3. **Integrovaná hlasitost** používá hradlo podle popisu v dokumentu ITU-R BS.1770-2. Frekvence aktualizace u „živých měřičů“ musí být minimálně 1 Hz.

Další zpomalování náběhových nebo doběhových (poklesových) částí signálů hlasitosti po klouzavých pravoúhlých časových oknech se nebude v „režimu EBU“ používat dříve, než bude dosaženo mezinárodního konsensu v této oblasti [Výzkum CRC v Kanadě v CBC naznačuje, že by se mohla upřednostňovat časová konstanta doznívání pro okamžitou hlasitost; výsledky této studie byly předloženy ITU. Režim EBU převezme chování při náběhu a doběhu měřiče hlasitosti, až bude dosaženo mezinárodní shody.]

Mohou nastat případy, kdy bude relevantní používat jiné délky časových oken než výše uvedené. To je na měřiči hlasitosti nabízejícím „režim EBU“ přípustné, ale na měřiči musí být zřetelně uvedeno, zda se používá sada parametrů EBU („režim EBU“) nebo ne.

Měřič hlasitosti s „režimem EBU“ by měl minimálně poskytovat funkce, které uživateli umožňují –

1. spouštět/pozastavovat/obnovovat měření integrované hlasitosti a rozsahu hlasitosti zároveň, tj. přepínat měřič mezi stavy „v chodu“ a „pohotovostním“;
2. vynulovat měření integrované hlasitosti a rozsahu hlasitosti zároveň bez ohledu na to, zda je měřič „v chodu“ nebo v „pohotovostním“ stavu.

## 2.3 Hradlo měření

„Integrovaná hlasitost“ se bude měřit pomocí hradlovací funkce popsané v ITU-R BS.1770-2, kterou lze shrnout následovně:

1. používání prahové hodnoty hradla, absolutní „ticho“, na úrovni **-70 LUFS** pro výpočet absolutní hradlované úrovně hlasitosti;

---

<sup>1</sup> Živý měřič je měřič, který se může používat v živém prostředí a měří zvukový signál tak, jak přichází. Tomuto pojmu by se měla dávat přednost před pojmem „měřič v reálném čase“, protože jako „v reálném čase“ nebo „rychlejší než v reálném čase“ se může označovat např. softwarová analýza souborů.

2. používání relativní prahové hodnoty hradla, **10 LU** pod úrovní absolutní hradlované hlasitosti;
3. vstup pro měření, na nějž se prahová hodnota hradla aplikuje, bude hlasitost 400ms bloků s konstantním překryvem mezi po sobě následujícími hradlovými bloky 75%.

Když bude konec měření integrované hlasitosti ležet uvnitř hradlovaného bloku, neúplný hradlovaný blok se vyřadí.

*Pozn.: Funkce hradlování vylučuje z měření takové zvukové bloky, které jsou pod prahovou hodnotou. Pro funkci hradla s relativní prahovou hodnotou to vyžaduje výpočtové fáze popsané výše, protože samotná používaná prahová hodnota je založená na měření hlasitosti. V živém měřiči se integrovaná hlasitost musí přepočítat z předchozích (uložených) úrovní hlasitosti bloků od doby, kdy bylo měření zahájeno, přepočítáním prahové hodnoty a potom její aplikací na uložené hodnoty vždy, když se aktualizuje údaj měřiče.*

## 2.4 Parametr rozsah hlasitosti

Parametr „rozsah hlasitosti“ kvantifikuje kolísání při měření časově proměnné hlasitosti; měří kolísání hlasitosti na makroskopické časové škále. Rozsah hlasitosti je doplňkovým parametrem k celkové hlasitosti, tj. „integrované hlasitosti“. Výpočet rozsahu hlasitosti je založen na měření úrovně hlasitosti tak, jak je specifikovaná v ITU-R BS.1770.

Pojem „rozsah hlasitosti“ se zkracuje „LRA“. LRA se měří v jednotkách „LU“. Uvádí se, že 1 LU odpovídá 1 dB.

Měřič s „režimem EBU“ musí být schopen vypočítat LRA pro zvukový signál odpovídající měření integrované hlasitosti. Výpočet LRA se vynuluje, když se vynuluje měření integrované hlasitosti.

Měřič s „režimem EBU“ může nabízet možnost zapnutí a vypnutí zobrazení rozsahu hlasitosti.

Definice a příklad použití algoritmu pro výpočet „rozsahu hlasitosti“ jsou popsány v Technickém dok. EBU 3342 [3].

## 2.5 Jednotky

EBU doporučuje zde navrhovaná pojmenování a jednotky:

- *Relativní* měření, např. vztažené k referenční úrovni nebo rozsahu:  $L_K = xx.x \text{ LU}$
- *Absolutní* měření,  $L_K = xx.x \text{ LUFS}$
- „L“ v „ $L_K$ “ označuje úroveň hlasitosti, „K“ udává použité frekvenční váhování.

Toto značení by vyřešilo nejasnosti, jež se v současnosti vyskytují v ITU R BS.1770-2 a BS.1771 [4] a navíc by se sladilo i s jinými stávajícími normami v této oblasti (ISO, IEC).

*Pozn.: Navrhovaná pojmenování a jednotky jsou popsány dále v dokumentu „Návrh racionalizace terminologie používané v ITU R BS.1770 a ITU-R BS.1771“, který byl předložen ITU-R v dubnu 2010.*

## 2.6 Měření skutečných špiček

Uvádí se, že ITU-R BS.1770-2 má volitelné předběžné zdůraznění a blokování stejnosměrné složky pro měření skutečných špiček. „Režim EBU“ nezakazuje ani nevyžaduje používání těchto doplňků. Tato situace se ovšem může změnit a doporučuje se, aby uživatelé sledovali internetové stránky EBU, zda se neobjeví nejnovější verze tohoto Technického dokumentu EBU.

## 2.7 Stupnice a rozsahy

Displej měřiče s „režimem EBU“ může být jednoduše numerický, nebo může zobrazovat údaje na stupnici. Pokud se ovšem bude zobrazovat stupnice, musí splňovat následující požadavky: U měřičů s „režimem EBU“ se může používat drobná varianta stupnice navrhované v ITU-R BS.1771 (rozsah stupnice 30 LU, od -21 LU do +9 LU), a to stupnice s rozsahem -18 LU až +9 LU. Dále při vědomí toho, že u určitých aplikací může být lepší používat širší stupnici, měl by měřič s „režimem EBU“ být schopen používat alternativní stupnici s dvojnásobným rozsahem.

Použitá stupnice může být buď absolutní stupnice používající jednotku „LUFs“, nebo může být nulový bod alternativně nastaven na nějakou jinou hodnotu, jako je např. cílová úroveň hlasitosti (podle popisu v ITU-R BS.1771). V tomto druhém případě bude jednotka „LU“, označující relativní škálu. Pro měřič s „režimem EBU“ bude cílová úroveň hlasitosti **-23,0 LUFs = 0,0 LU** (podle definice v EBU R 128). Měřič s „režimem EBU“ musí nabízet jak relativní, tak absolutní stupnici.

Umístění cílové/referenční úrovně hlasitosti musí zůstat stejné bez ohledu na to, zda se používá absolutní nebo relativní stupnice.

Měřič s „režimem EBU“ bude nabízet dvě stupnice, které se budou zobrazovat podle volby uživatele:

1. rozsah -18,0 LU až +9,0 LU (-41,0 LUFs až -14,0 LUFs), s názvem „**stupnice EBU +9**“
2. rozsah -36,0 LU až +18,0 LU (-59,0 LUFs až -5,0 LUFs), s názvem „**stupnice EBU +18**“

„Stupnice EBU +9“ se bude používat jako výchozí.

## 2.8 Požadavky na zobrazení

Fyzikální vlastnosti měřiče hlasitosti, jako je velikost, barvy a konstrukce *nejsou* součástí požadavků na „režim EBU“.

Pro všechny měřiče s režimem EBU“ je stanoven minimální soubor funkcí: měřič s „režimem EBU“ musí dokázat měřit a zobrazovat tři hlavní parametry „hlasitost pořadu“, „rozsah hlasitosti“ a „maximální skutečná špičková úroveň“. U „živých“ měřičů se tyto parametry nemusí nutně zobrazovat zároveň.

Měřič s „režimem EBU“ by měl používat digitální přesnost maximálně na 1 desetinné místo u všech numerických zobrazení hlasitosti (např. integrované hlasitosti nebo rozsahu hlasitosti).

Integrovaná hlasitost se musí zobrazovat v jednotkách LU nebo LUFs. Když se bude přepínat absolutní a relativní stupnice, musí se přepnout i zobrazení jednotky integrované hlasitosti odpovídajícím způsobem. Jednotka, LUFs nebo LU, se musí zobrazovat pro všechny hodnoty a stupnice, a to vždy.

„Režim EBU“ nestanovuje, co má měřič „integrované hlasitosti“ zobrazovat, dokud nebude mít přístroj dostatek vstupních dat k zobrazení platného výsledku.

Zkratky časových stupnic „M“ a „S“ používané v tomto dokumentu jsou stejné jako pro „mid“ (střední) a „side“ (postranní) používané v jiných kontextech. Objevily se návrhy na používání alternativ, např. „ML<sub>K</sub>“ nebo „SL<sub>K</sub>“ tam, kde by význam mohl být nejednoznačný.

## 2.9 Kalibrace, seřízení, shoda a přesnost

### Kalibrace a seřízení:

Vzorový stereofonní signál 1 kHz, 0 dBFS, uvedený v ITU-R BS.1770 by byl příliš hlasitý na poslech. Nicméně definice algoritmu znamená, že daný utlum vstupního signálu bude znamenat stejné snížení naměřeného výsledku.

Pro základní kalibraci a kontrolu seřízení úrovně signálu se doporučuje 1 kHz stereofonní sinusový signál (signál aplikovaný ve fázi na oba kanály zároveň) se špičkovou úrovní při -18 dBFS. měřič by měl uvádět -18,0 LUFs.

Postup při seřizování je popsán v Tech. dokumentu EBU 3343 „Praktické pokyny“ [5].

*Pozn.: Používá se frekvence 1 kHz, ale protože tato frekvence leží na sklonu filtru v rámci algoritmu, je kalibrace důležitější s ohledem jak na přesnost aplikace filtru, tak na přesnost kalibrační frekvence. Nepřesnost ve frekvenci 1kHz tónu může vést k jinému než očekávanému výsledku.*

#### **Minimální požadavky, test shody:**

Typický uživatel měřiče s „režimem EBU“ s velkou pravděpodobností nebude nikdy muset provádět test shody. Proto se testovací sada pro „minimální požadavky“ považuje za dostatečnou.

Pokud měřič s „režimem EBU“ neprojde těmito testy minimálních požadavků, existuje podstatné riziko, že měřič *není* v souladu s „režimem EBU“. Pokud na druhou stranu měřič splní požadavky testů „minimálních požadavků“, automaticky to neznamená, že měřič je dostatečně přesný ve všech ohledech své aplikace.

*Pozn: Očekává se, že ITU může v budoucnosti stanovit definice tolerancí a testovacích signálů pro ITU-R BS.1770. Mezitím byly připraveny následující signály pro potřeby členů EBU. Nicméně je třeba vzít v úvahu, že definice testů shody pro měřicí Metodu popsanou v ITU-R BS.1770 přísně vzato nepatří do rozsahu tohoto dokumentu a mohou být následně nahrazeny odpovídajícím doporučením ITU.*

**Tabulka 1: Signály pro testy minimálních požadavků**

<b>Případ testu</b>	<b>Testovací signál</b>	<b>Očekávaná odezva a přijatelné tolerance</b>
1	Sinusový stereo signál, 1000 Hz, -23,0 dBFS (špičková úroveň na kanál); signál aplikovaný ve fázi na oba kanály zároveň; trvání 20 s	M, S, I = -23,0 ±0,1 LUFS M, S, I = 0,0 ±0,1 LU
2	Jako č. 1 při -33,0 dBFS	M, S, I = -33,0 ±0,1 LUFS M, S, I = -10,0 ±0,1 LU
3	3 tóny podobně jako v bodu 1, ale s následujícím trváním a úrovněmi: 10 s při -36,0 dBFS; 60 s při -23,0 dBFS; 10 s při -36,0 dBFS	I = -23,0 ±0,1 LUFS I = 0,0 ±0,1 LU
4	5 tónů podobně jako v bodu 1, ale s následujícím trváním a úrovněmi: 10 s při -72,0 dBFS; 10 s při -36,0 dBFS; 60 s při -23,0 dBFS; 10 s při -36,0 dBFS; 10 s při -72,0 dBFS	I = -23,0 ±0,1 LUFS I = 0,0 ±0,1 LU
5	3 tóny podobně jako v bodu 1, ale s následujícím trváním a úrovněmi: 20 s při -26,0 dBFS; 20,1 s při -20,0 dBFS; 20 s při -26,0 dBFS	I = -23,0 ±0,1 LUFS I = 0,0 ±0,1 LU
6	5.0kanálový sinusový signál, 1000 Hz, trvání 20 s s následujícími špičkovými úrovněmi na kanál: -28,0 dBFS v L a R -24,0 dBFS v C -30,0 dBFS v Ls a Rs	I = -23,0 ±0,1 LUFS I = 0,0 ±0,1 LU
7	Autentický pořad 1, stereo, úzký rozsah hlasitosti (NLR), segment pořadu; žánrově podobný reklamě/upoutávce	I = -23,0 ±0,1 LUFS I = 0,0 ±0,1 LU
8	Autentický pořad 2, stereo, široký rozsah hlasitosti (WLR), segment pořadu; žánrově podobný televizní hře/filmu	I = -23,0 ±0,1 LUFS I = 0,0 ±0,1 LU

Ve všech výše uvedených případech je očekávaná odezva nezměněná, když se testovací signál zopakuje jednou nebo vícekrát v plné délce. Měřič hlasitosti se musí vynulovat před každým měřením.

Signály pro testy minimálních požadavků pro parametr rozsahu hlasitosti jsou podrobněji popsány v Tech. dokumentu EBU 3342 [3].

Tyto „signály pro testy minimálních požadavků“ [6] budou k dispozici ke stažení z Technických internetových stránek EBU.

## 2.10 Problémy s různým výkladem

ITU-R BS.1770-2 nezahrnuje do měření kanál LFE. Vhodné zesílení a frekvenční váhování kanálu LFE byly předmětem určitých diskusí a zkoumání [7]. Je možné, že budoucí revize ITU-R BS.1770 kanál LFE vezmou v úvahu.

EBU doporučuje, aby když se kanál LFE zařadí do měření hlasitosti, byl váhován +10 dB, aby se kompenzovala skutečnost, že zesílení kanálu při přehrávání je o 10 dB vyšší v jeho příslušném frekvenčním rozsahu než u širokopásmových kanálů („pásmové zesílení“). Až do zařazení kanálu LFE je předepsáno v ITU-R BS.1770, že nemá být zařazen do měřiče hlasitosti s „režimem EBU“. Jestliže kanál LFE v měřiči zařazen bude, mělo by to být jasně uvedeno na měřiči, protože tím nespĺňuje požadavky ITU-R BS.1770-2, a proto jej nelze považovat za měřič s „režimem EBU“.

## 3. Literatura

[1] **EBU Technical Recommendation R 128** 'Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals' (normalizace hlasitosti a maximální povolená úroveň zvukových signálů)

[2] **Recommendation ITU-R BS.1770** 'Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level' (algoritmy pro měření hlasitosti zvukových pořadů a skutečné špičkové úrovně zvuku)

[3] **EBU Tech Doc 3342** 'Loudness Range: A measure to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128' (rozsah hlasitosti: parametr na doplnění normalizace hlasitosti v souladu s EBU R 128)

[4] **Recommendation ITU-R BS.1771** 'Requirements for loudness and true-peak indicating meters' (požadavky na měřiče hlasitosti a skutečných špiček)

[5] **EBU Tech Doc 3343** 'Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128' (praktické pokyny pro výrobu a realizaci podle EBU R 128)

[6] Signály pro testy minimálních požadavků na měřiče hlasitosti s „režimem EBU“ budou zpřístupněny EBU na <http://tech.ebu.ch/loudness>

[7] 'Investigations on the Inclusion of the LFE Channel in the ITU-R BS.1770-1 Loudness Algorithm', (výzkum k zařazení kanálu LFE do algoritmu hlasitosti ITU-R BS. 1770-1) Norcross, Scott G., Lavoie, Michel C.; 127. konvence AES (říjen 2009), číslo referátu: 7829

## 4. Další literatura

**EBU Tech Doc 3344** 'Practical Guidelines for Distribution of Programmes in accordance with EBU R 128' (praktické pokyny pro distribuci pořadů podle EBU R 128)