



OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

## TECH 3342

# ZAKRES GŁOŚNOŚCI: DESKRYPTOR UZUPEŁNIAJĄCY NORMALIZACJĘ GŁOŚNOŚCI ZGODNIE Z ZALECENIEM EBU R 128

INFORMACJE DODATKOWE DLA ZALECENIA R 128

THIS INFORMAL TRANSLATION OF TECH 3342 INTO POLISH HAS BEEN KINDLY PROVIDED BY POLISH RADIO. PLEASE NOTE THAT THE OFFICIAL AND DEFINITIVE VERSION OF TECH 3342 IS THE EBU ENGLISH VERSION. PLEASE REPORT ANY ERRORS YOU NOTICE IN THIS TRANSLATION TO [TECH@EBU.CH](mailto:TECH@EBU.CH)

Genewa  
Sierpień 2010



EBU – TECH 3342

Zakre głośności: Deskryptor  
uzupełniający normalizację głośności  
zgodnie z Zaleceniem EBU R 128



**Informacja dodatkowa dla Zalecenia R 128**

Genewa  
sierpień 2010



## Spis treści

1.	Wprowadzenie	5
2.	<i>Zakres Głośności</i>	5
3.	Opis algorytmu	5
3.1	Definicja algorytmu	6
4.	Wymagania minimalne, test zgodności	7
5.	Implementacja MATLAB	8
6.	Źródła	9
7.	Dalsza lektura	9

---

Strona pozostawiona specjalnie pusta. Dokument ten ma układ dla druku dwustronnego

## Zakres Głośności: Deskryptor uzupełniający normalizację głośności zgodnie z Zaleceniem EBU R 128

Komitet EBU	Pierwsze wydanie	Poprawiony	Ponownie wydany
Komitet Techniczny	2010		

**Słowa kluczowe:** Głośność, normalizacja, zakres dynamiki, statystyka

### 1. Wprowadzenie

EBU zbadała wymagania dotyczące poziomów sygnałów audio w produkcji, dystrybucji oraz transmisji nadawanych programów. Istnieje opinia, że konieczne jest wprowadzenie zbioru reguł dotyczących poziomów audio w oparciu o pomiary głośności. Jest to opisane w Zaleceniu Technicznym EBU zatytułowanym R 128 [1]. Poza średnią głośnością programu („Głośność programu”), podczas normalizacji sygnałów audio oraz działaniach w kierunku spełniania technicznych ograniczeń, dotyczących całego toru sygnałowego jak również potrzeb estetycznych każdego programu czy stacji zależnie od rodzaju (rodzajów) docelowej grupy odbiorców - EBU zaleca również stosowanie dwóch deskryptorów o nazwach: „Zakres głośności” oraz „Maksymalny poziom rzeczywistej wartości szczytowej”.

W tym dokumencie zostaną przedstawione i szczegółowo wyjaśnione: deskryptor „Zakresu Głośności” oraz algorytm jego obliczania.

Algorytm ten został dostarczony przez firmę TC Electronic.

### 2. Zakres Głośności

**Zakres Głośności (Loudness Range, w skrócie „LRA”)** określa rozpiętość wyników pomiaru głośności realizowanych w zmieniającym się czasie. **Zakres Głośności** jest dodatkiem do głównego deskryptora audio, **Głośności Programu**, podawanego w dokumencie EBU R 128. **Zakres Głośności** mierzy zmiany głośności na makroskopowej skali czasu, w jednostkach LU (Jednostka Głośności). Obliczanie wartości **Zakresu Głośności** jest oparte na pomiarze poziomu głośności podanym w ITU-R BS.1770 [2]. **Zakres Głośności** nie powinien być mylony z innymi miarami zakresu dynamiki lub współczynnikiem szczytu, itd.

### 3. Opis algorytmu

Obliczanie **Zakresu Głośności** opiera się na statystycznym rozkładzie wartości zmierzonej głośności. Dlatego krótki, ale bardzo głośny fragment programu nie wpływa na **Zakres Głośności** dłuższego odcinka. Podobnie też ściszenie na końcu ścieżki dźwiękowej nie zmniejsza zauważalnie wartości **Zakresu Głośności**. Konkretnie zakres rozkładu poziomów głośności jest określony przez oszacowanie różnic pomiędzy niskimi a wysokimi percentylami danego rozkładu. Taka metoda jest analogiem obliczania **Zakresu Interkwartylowego (Interquartile Range, IQR)**, stosowanego w dziedzinie statystyki opisowej[analitycznej] w celu uzyskania wiarygodnego estymatora rozrzutu próbek danych.

**Zakres Głośności** wykorzystuje dalej metodę kaskadowego bramkowania. Niektóre typy programów mogą całościowo mieć bardzo wyrównaną głośność, ale mieć też fragmenty o głośności bardzo

niskiej, na przykład zawierają tylko szum tła (np. atmosfera). Gdyby pomiar *Zakresu Głośności* nie korzystał z bramkowania, to takie programy mogą mieć (błędnie) całkiem wysokie wyniki zmierzonego *Zakresu Głośności*, wskutek względnie dużych różnic głośności pomiędzy odcinkami z szumem tła a odcinkami o normalnej głośności (plan przedni).

Algorytm *Zakresu Głośności* nie zależy od częstotliwości próbkowania oraz formatu mierzonego sygnału.

### 3.1 Definicja algorytmu

Informacją wejściową dla algorytmu jest wektor poziomów głośności, obliczony zgodnie z zaleceniem ITU-R BS.1770 [2], za pomocą uśredniania wykorzystującego *przesuwane okno pomiarowe* o czasie trwania **3 sekund**. Aby zapobiec zmniejszeniu dokładności pomiaru programów krótkich, trzeba korzystać z nakładania się sąsiadujących okien analizujących. Wymagane jest minimalne nakładanie sąsiednich bloków równe **66%** (tzn. zachodzenia na siebie bloków przez minimum 2 sekundy), dokładna wartość nałożenia zależy od implementacji.

Stosuje się kaskadowy schemat bramkowania, wykorzystujący bezwzględną wartość progową o bardzo niskim poziomie, w połączeniu z wartością progową względną o poziomie wyższym i zależnym od sygnału.

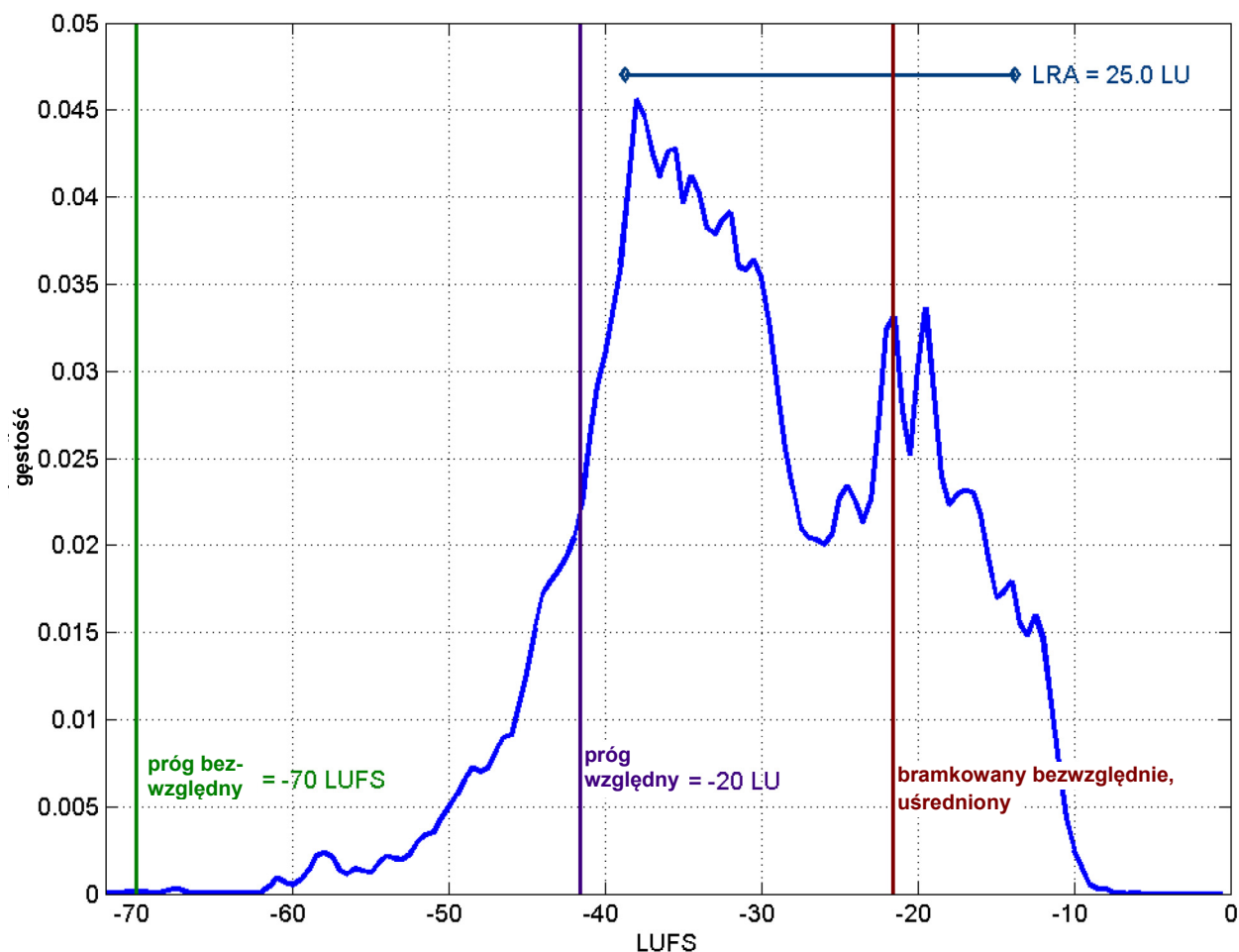
Celem bramowania z progiem względnym jest wyeliminowanie wszelkich okresów ciszy lub szumu tła za pomocą metody, która nie zależy od jakichkolwiek normalizacji poziomu sygnału wejściowego. Dolna granica *Zakresu Głośności* nie powinna być określana poprzez poziom szumów (które mogą być niesłyszalne), lecz odpowiadać najcichszemu sygnałowi „rzeczywistemu”. Wartość progowa względna jest ustawiona na poziomie **-20 LU** w stosunku do poziomu głośności bramowanego bezwzględnie. Celem bramowania z bezwzględną wartością progową jest umożliwienie przejścia z progu względnego do poziomu bezwzględnego, odpornego na dłuższe odcinki ciszy lub szum tła leżący na niskim poziomie. Wartość progowa bezwzględna jest ustawiana jako **-70 LUFS**, ponieważ poniżej tego poziomu głośności zazwyczaj nie występują żadne sygnały mające jakiegokolwiek znaczenie.

Zauważono, że pomiary bardzo krótkich programów, zawierających początkowe odcinki ciszy lub programów składających się, przykładowo, z oddzielnych wypowiedzi, mogą dostarczać mylących wysokich wartości LRA.

Zastosowanie bramkowania kaskadowanego pozostawia tylko te poziomy głośności bloków przesuwanych okien, które zawierają plan pierwszy oraz (leżące na średnim poziomie) dźwięki tła, eliminuje zaś sygnały o niskim poziomie, szum tła oraz odcinki ciszy. Następnie określa się rozkład statystyczny takich poziomów głośności za pomocą *zakresu percentyli*. Percentyle należą do *statystyki nieparametrycznej* i są wykorzystywane do obliczania *Zakresu Głośności* ponieważ poziomy głośności ogólnie nie mogą być traktowane jak elementy należące do konkretnego rozkładu statystycznego.

LRA jest definiowany jako różnica pomiędzy estymatorami 10 a 95 percentyla rozkładu wartości. Dolny percentyl **10%**, może na przykład zapobiegać udziałowi w pomiarze odcinków ściszenia ścieżki muzycznej w dominującym Zakresie Głośności. Górny percentyl **95%** zapewnia, że pojedyncze i nietypowo głośne dźwięki, takie jak wystrzał w filmie, nie będą z kolei odpowiadać za zwiększenie wartości *Zakresu Głośności*.





Rysunek 1: Rozkład głośności, progi bramkowania oraz *Zakres Głośności* z filmu „Matrix” (na DVD). Materiał pochodzi z opracowania Skovenborg & Lund (2009) „Loudness Descriptors to Characterize Wide Loudness-Range Material” (Deskryptory głośności charakteryzujące materiały o szerokim zakresie głośności), prezentowanego na 127 Konwencji AES

Na Rysunku 1 próg bezwzględny zaznaczono przy -70 LUFS. Poziom głośności przy bramkowaniu bezwzględnym jest wówczas równy -21.6 LUFS (opisany jako *bramkowany bezwzględnie, uśredniony*). Próg względny pokazano jako leżący 20 LU poniżej bezwzględnego, przy -41.6 LUFS. Wynikający z tego *Zakres Głośności* ( $LRA = 25.0$  LU) pokazano pomiędzy 10 a 90 percentylem rozkładu wartości poziomów głośności powyżej progu względnego.

#### 4. Wymagania minimalne, test zgodności

Deskryptor o nazwie *Zakres Głośności* jest częścią miernika głośności trybu „EBU” tak, jak to określono w dokumencie EBU Tech Doc 3341 [3]. Poniżej podano zestaw Wymagań Minimalnych dla obliczeń *Zakresu Głośności* w postaci „sygnałów testowych dla wymagań minimalnych” oraz oczekiwanych wyników i akceptowanych marginesów tolerancji.

Jeśli miernik głośności z trybem „EBU” *NIE* przejdzie testów „minimalnych wymagań”, oznacza to, że prawdopodobnie taki miernik może *nie* spełniać wymagań trybu „EBU”. Z drugiej strony, jeśli miernik taki przejdzie pomyślnie testy „minimalnych wymagań” to *nie* oznacza to jeszcze, że ten miernik jest wystarczająco dokładny odnośnie wszystkich zagadnień jego implementacji.

Tabela 1: Sygnały testowe dla wymagań minimalnych

Typ testu	Sygnał testowy	Oczekiwany wynik oraz akceptowane
1	Sinusoida stereo, 1000 Hz, -20.0 dBFS (poziom szczytu na kanał); sygnał w tej samej fazie jednocześnie w obu kanałach; czas trwania 20 s., tuż za nim ten sam sygnał ale przy -30.0 dBFS (tzn. tony różnią się o 10 dB)	LRA = 10 ±1 LU
2	Jak w punkcie 1, ale z dwoma tonami o innych poziomach -20.0 dBFS oraz -15.0 dBFS	LRA = 5 ±1 LU
3	Jak w punkcie 1, ale z dwoma tonami o innych poziomach -40.0 dBFS oraz -20.0 dBFS	LRA = 20 ±1 LU
4	Jak w punkcie 1, ale z odcinkami pięciu tonów o poziomie -50.0 dBFS, -35.0 dBFS, -20.0 dBFS, -35.0 dBFS, oraz -50.0 dBFS, każdy z nich trwa 20 s	LRA = 15 ±1 LU
5	Prawdziwy program 1, stereo, odcinek programu o wąskim Zakresie Głośności (NLR), podobny w typie do reklamy/promocji	LRA = 5 ±1 LU
6	Prawdziwy program 2, stereo, odcinek programu o szerokim Zakresie Głośności (WLR), podobny w typie do filmu/teatru	LRA = 15 ±1 LU

[Tabela 1 definiuje wstępny zestaw testów, testy typu 5 i 6 oczekują na odpowiednie i wolne od opłat z tytułu praw autorskich materiały.]

We wszystkich powyższych typach testów, oczekiwany wynik nie zmienia się, jeśli sygnał testowy zostanie powtórzony raz czy kilka razy od początku do końca. Przed każdym pomiarem miernik głośności powinien być zresetowany.

Takie „sygnały testowe przewidziane dla minimalnych wymagań” [4] będą dostępne dla ściągnięcia ze strony internetowej EBU Technical website.

## 5. Implementacja MATLAB

Poniżej podano algorytm obliczeń Zakresu Głośności napisany w języku MATLAB® (bez używania funkcji narzędziowych MATLABa). Taka implementacja MATLAB ma na celu uzupełnienie definicji tekstowej algorytmu LRA. Niemniej jednak inne implementacje będą równie ważne, jeśli wykonywane dzięki nim pomiary pozostaną w granicach dozwolonej tolerancji, nawet wówczas, gdy mogą, w przypadku sygnałów pewnych typów, dostarczać nieco innych wyników pomiarów LRA.

```
% A MATLAB FUNCTION TO COMPUTE LOUDNESS RANGE
```

```
% -----
```

```
function LRA = LoudnessRange( ShortTermLoudness )
```

```
% Input: ShortTermLoudness is a vector of loudness levels, computed
% as specified in ITU-R BS.1770, using a sliding analysis-window
% of length 3 s, overlap >= 2 s
```

```
% Constants
```

```
ABS_THRES = -70; % LUFs (= absolute measure)
REL_THRES = -20; % LU (= relative measure)
PRC_LOW = 10; % lower percentile
PRC_HIGH = 95; % upper percentile
```

```
% Apply the absolute-threshold gating
```

```
abs_gate_vec = (ShortTermLoudness >= ABS_THRES);
```

```
% abs_gate_vec is indices of loudness levels above absolute threshold
```

```
stl_absgated_vec = ShortTermLoudness(abs_gate_vec);
```

```

% only include loudness levels that are above gate threshold

% Apply the relative-threshold gating (non-recursive definition)
n = length(stl_absgated_vec);
stl_power = sum(10.^(stl_absgated_vec./10))/n; % undo 10log10, and calculate mean
stl_integrated = 10*log10(stl_power); % LUFS
rel_gate_vec = (stl_absgated_vec >= stl_integrated + REL_THRES);
% rel_gate_vec is indices of loudness levels above relative threshold
stl_relgated_vec = stl_absgated_vec( rel_gate_vec );
% only include loudness levels that are above gate threshold

% Compute the high and low percentiles of the distribution of
% values in stl_relgated_vec n =
length(stl_relgated_vec); stl_sorted_vec
= sort(stl_relgated_vec);
% sort elements in ascending order
stl_perc_low = stl_sorted_vec(round((n-1)*PRC_LOW/100 + 1));
stl_perc_high = stl_sorted_vec(round((n-1)*PRC_HIGH/100 + 1));

% Compute the Loudness Range descriptor
LRA = stl_perc_high - stl_perc_low; % in LU

```

## 6. Źródła

- [1] **EBU Technical Recommendation R 128** “Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals” (normalizacja głośności oraz dozwolone maksymalne poziomy sygnałów audio).
- [2] **Recommendation ITU-R BS.1770** „Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak aud level” (algorytmy pomiaru głośności programu oraz poziomu rzeczywistych szczytów).
- [3] **EBU Tech Doc 3341** "Loudness Metering: ‘EBU Mode’ metering to supplement Loudness normalisation in accordance with EBU R 128"
- [4] Sygnały testowe spełniające wymagania minimalne dla mierników głośności trybu “EBU” będą dostępne w EBU pod adresem <http://tech.ebu.ch/loudness>

## 7. Dalsza lektura

**EBU Tech Doc 3343** “Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128” (praktyczne wskazówki dla produkcji oraz implementacji zgodnych z EBU R 128).

**EBU Tech Doc 3344** “Practical Guidelines for Distribution of Programmes in accordance with EBU R 128” (Praktyczne wskazówki dla dystrybucji programów zgodnych z EBU R 128).

