

EBU

OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

TECH 3341

POMIARY GŁOŚNOŚCI: POMIAR W TRYBIE „EBU” UZUPEŁNIAJĄCY NORMALIZACJĘ GŁOŚNOŚCI ZGODNIE Z EBU R 128

INFORMACJE DODATKOWE DLA ZALECENIA R 128

THIS INFORMAL TRANSLATION OF TECH 3341 INTO POLISH HAS BEEN KINDLY PROVIDED BY POLISH RADIO. PLEASE NOTE THAT THE OFFICIAL AND DEFINITIVE VERSION OF TECH 3341 IS THE EBU ENGLISH VERSION. PLEASE REPORT ANY ERRORS YOU NOTICE IN THIS TRANSLATION TO TECH@EBU.CH

Genewa
Sierpień 2010

Pomiary głośności:
pomiar w trybie „EBU”
uzupełniający normalizację głośności
zgodnie z EBU R 128



Informacje dodatkowe dla Zalecenia R 128

Spis treści

1.	Wprowadzenie	5
2.	Tryb „EBU”	5
2.1	Trzy skale czasowe	5
2.2	Uśrednianie - czasy i metody uśredniania, balistyka miernika	6
2.3	Bramka pomiarowa	6
2.4	Deskryptor Zakresu Głośności	7
2.5	Jednostki	7
2.6	Pomiar wartości rzeczywistego szczytu sygnału	7
2.7	Skale i zakresy	8
2.8	Wymagania odnośnie wyświetlacza miernika	8
2.9	Kalibracja, regulacja, zgodność i dokładność	8
2.10	Różne zagadnienia dotyczące interpretacji	10
3.	Źródła	10
4.	Dalsza lektura	10
	Dodatek 1: Wyjątki z wystąpienia EBU do ITU-R w celu dołączenia Bramkowania w zaleceniu ITU-R BS.1770	11

Pomiar głośności: Pomiar w trybie „EBU” uzupełniająca normalizację Głośności zgodnie z Zaleceniem EBU R 128

<i>Komitet EBU</i>	<i>Pierwsze wydanie</i>	<i>Poprawiony</i>	<i>Ponownie wydany</i>
Komitet Techniczny	2010		

Słowa kluczowe: Głośność, normalizacja, pomiary, poziom sygnału fonicznego

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 własności miernika głośności pracującego w tak zwanym trybie „EBU”. Na końcu dokumentu zaprezentowano zestaw sygnałów testowych dla sprawdzania spełniania minimalnych wymagań dotyczących zgodności z R 128.

2. Tryb „EBU”

Miernik głośności może pracować w trybie „EBU”. Po uruchomieniu tego trybu w mierniku głośności, musi on spełniać wymagania podane w tym dokumencie (jak również w dokumentach pierwotnych - zaleceniach ITU oraz EBU, poza przypadkami występowania wyraźnie określonych różnic). Wtedy użytkownik może korzystać z mierników głośności różnych producentów, nie różniących się zbytnio używaną w nich terminologią, skalami oraz metodami pomiaru. Miernik głośności może zawierać alternatywy dla dowolnej lub dla wszystkich specyfikacji trybu „EBU”. Jednak po wybraniu takiej alternatywy miernik nie będzie już pracować w trybie „EBU”.

Specyfikacja trybu „EBU” *nie dotyczy* szczegółów graficznych czy interfejsu użytkownika lub implementacji miernika.

Tryb „EBU” jest zdefiniowany parametrami opisanymi w następujących punktach.

2.1 Trzy skale czasowe

Jeśli chodzi o skale czasowe oraz związaną z tym terminologię:

1. Skala czasu najkrótszego jest zwana „chwilową” („momentary”), w skrócie „M”.
2. Skala czasu pośredniego jest zwana „krótkoterminową” („short-term”, w skrócie „S”.
3. Skala czasu obejmująca program lub jego odcinek jest zwana „uśrednioną” („integrated”), w skrócie „I”.

W trybie „EBU” „miernika na żywo”¹, muszą być dostępne, choć niekoniecznie pokazywane w tym samym czasie, wszystkie trzy skale czasowe. Miernik głośności „nie na żywo”, na przykład miernik w postaci oprogramowania mierzącego pliki, który tylko wykorzystuje podzbiór skal czasowych trybu „EBU” jest wciąż uważany za zgodny, jeśli dany podzbiór jest zgodny z wymaganiami trybu „EBU”.

Miernik głośności musi być w stanie pokazywać wartość maksymalną głośności „chwilowej”. Taka wartość maksymalna jest resetowana po zresetowaniu pomiaru głośności uśrednionej.

2.2 Uśrednianie – czasy i metody uśredniania, balistyka miernika

We wszystkich przypadkach pomiary są wykonywane zgodnie z ITU-R BS.1770 [2].

Parametry pomiaru w trybie „EBU” są następujące:

1. Głośność **chwilowa** mierzona dzięki wykorzystaniu przesuwanego prostokątnego okna czasowego o długości 0,4 s. Pomiar nie jest bramkowany.
2. Głośność **krótkoterminowa** mierzona dzięki wykorzystaniu przesuwanego prostokątnego okna czasowego o długości 3 s. Pomiar nie jest bramkowany. Częstotliwość aktualizacji wskazań mierników „na żywo” musi wynosić przynajmniej 10 Hz.
3. Głośność **uśredniona** mierzona z bramkowaniem opisanym w zaleceniu ITU-R BS.1770. Częstotliwość aktualizacji wskazań mierników „na żywo” musi wynosić przynajmniej 1 Hz.

W trybie „EBU” nie może być wykorzystywane dalsze opóźnianie części zawierających atak lub odpuszczanie (zanikanie) sygnałów głośności, po przesunięciu prostokątnych okien czasowych. [Badania wykonane w CBC wskazują, że będzie tu preferowana stała czasowa opadania dla głośności chwilowej, choć w EBU istnieje zgoda co do faktu, iż pomiar chwilowy powinien być bardziej dynamiczny niż QPPM (quasi-szczytowy).]

W niektórych przypadkach właściwe będzie zastosowanie innych, niż podane powyżej, długości okna. Jest to dopuszczalne dla miernika pracującego w trybie „EBU”, ale na tym mierniku powinno być wyraźnie pokazane czy korzysta on czy też nie, z zestawu parametrów EBU (trybu „EBU”).

Miernik głośności pracujący w trybie „EBU” musi dysponować co najmniej taką funkcjonalnością, która umożliwia użytkownikowi:

1. start/pauzę/kontynuację jednoczesnego pomiaru uśrednionej głośności oraz Zakresu Głośności, czyli przełączanie miernika pomiędzy stanami „mierzy” a „czeka w gotowości”,
2. resetowanie jednoczesnego pomiaru uśrednionej głośności oraz Zakresu Głośności, niezależnie od stanu miernika - pomiaru lub oczekiwania czy gotowości.

2.3 Pomiar z bramkowaniem

Głośność „uśredniona” musi być mierzona z wykorzystaniem funkcji bramkowania, przedstawionej ITU-R w celu dołączenia do dokumentu ITU-R BS.1770, a podsumowanej poniżej:

1. wykorzystującej dla obliczeń bezwzględny bramkowanego poziomu głośności bezwzględny próg bramkowania „ciszy” równy -70 LUFS, oraz
2. wykorzystującej bramkowanie z progiem względnym 8 LU poniżej poziomu bezwzględnej głośności bramkowanej, oraz
3. wejście pomiarowe, do którego doprowadza się próg bramkowania - jest głośnością

¹ Miernik „na żywo” to miernik, który może być używany w żywym środowisku i który mierzy sygnał audio w chwili gdy się pojawia. To określenie jest lepsze niż „miernik w czasie rzeczywistym” ponieważ oprogramowanie analizujące pliki może pracować „w czasie rzeczywistym” lub na przykład „szybciej niż w czasie rzeczywistym”.

bloków bramkowanych o czasie 400 ms mierzonych metodą ITU-R BS.1770 bez bramkowania, to znaczy, sumowania po wszystkich kanałach;

- wymagane jest stałe nakładanie się na siebie sąsiadujących bloków bramkowanych na odcinek przynajmniej 50% (dla zwiększenia dokładności, zwłaszcza przy pomiarach programach o krótkim czasie).

Jeśli koniec pomiaru głośności uśrednionej mieści się w bloku bramkowania, to niekompletny blok bramkowania musi być odrzucony.

Wystąpienie do ITU-R z kwietnia 2010 roku odnośnie bramkowania zamieszczono w **Dodatku 1**.

2.4 Deskryptor Zakresu Głośności

Deskryptor Zakresu Głośności określa rozrzut w wynikach pomiaru głośności zmieniającej się w czasie i mierzy zmiany głośności w makroskopowej skali czasu. Zakres Głośności jest dodatkiem do pomiaru głośności ogólnej to znaczy głośności „uśrednionej”. Obliczenie Zakresu Głośności jest oparte na pomiarze poziomu głośności, opisanym w dokumencie ITU-R BS.1770.

Termin „Zakres Głośności” (Loudness Range) ma skróconą postać „LRA”. LRA mierzy się w jednostkach „LU”. Przyjmuje się, że 1 LU odpowiada 1 dB.

Miernik w trybie „EBU” musi być w stanie obliczyć LRA dla sygnału audio odpowiadającego pomiarowi głośności uśrednionej. Obliczanie wartości LRA zostaje zresetowane po zresetowaniu pomiaru głośności uśrednionej.

Miernik w trybie „EBU” może włączać lub wyłączać pokazywanie Zakresu Głośności.

Definicja oraz referencyjne wprowadzanie algorytmu dla obliczania „Zakresu Głośności” są opisane w dokumencie EBU Tech Doc 3342 [3].

2.5 Jednostki

EBU zaleca podaną poniżej propozycję nazewnictwa oraz jednostek:

- Pomiar *względny*, taki jak względem poziomu odniesienia, lub zakres: $L_K = xx.x \text{ LU}$
- Pomiar *bezwzględny*, $L_K = xx.x \text{ LUFS}$
- Litera „L” w symbolu „ L_K ” wskazuje poziom głośności, litera „K” wskazuje, że zastosowano ważenie w dziedzinie częstotliwości.

Taka notacja powinna rozwiązać problem niespójności aktualnie występującej w dokumentach ITU R BS.1770-1 oraz BS.1771 [4], co więcej, powinna wprowadzić zgodność z innymi istniejącymi normami w tej dziedzinie (ISO, IEC).

Uwaga: Propozycja nazw oraz jednostek jest bardziej szczegółowo opisana w dokumencie „Proposal for the rationalisation of nomenclature used in ITU R BS.1770 and ITU-R BS.1771” (propozycja racjonalizacji nazewnictwa używanego w ITU R BS.1770 oraz ITU-R BS.1771), przedłożonym ITU-R w kwietniu 2010 roku.

2.6 Pomiar wartości rzeczywistego szczytu sygnału

Wiadomo że dokument ITU-R BS.1770-1 zawiera opcjonalną pre-emfazę oraz blokowanie składowej stałej, używane przy pomiarach wartości rzeczywistych szczytów. Tryb „EBU” nie zabrania ani nie wymaga korzystania z tych opcji. Taka sytuacja może się zmienić - zaleca się użytkownikom sprawdzanie informacji na stronie EBU w celu uzyskania najnowszej wersji tego dokumentu.

2.7 Skale i zakresy

Wyświetlacz miernika trybu „EBU” może mieć prostą postać „liczbową” lub może wskazywać wartości na skali. Jeśli pokazywana jest skala, to musi ona spełniać następujące warunki: w miernikach trybu „EBU” mających skalę od -18 LU do +9 LU, muszą być stosowane mniejsze zmiany skali, proponowane w dokumencie ITU-R BS.1771 (zakres skali równy 30 LU, od -21 LU do +9 LU). Co więcej, ponieważ skala o szerszym zakresie może być przydatna w niektórych zastosowaniach, miernik w trybie „EBU” musi również mieć alternatywną skalę, o podwojonym wspomnianym uprzednio zakresie.

Skala taka może być skalą bezwzględną, z jednostkami postaci „LUFS”, lub alternatywnie, punkt zera może być przyporządkowany do jakiejś innej wartości, takiej jak Poziom Docelowy głośności (jak w ITU-R BS.1771). W tym ostatnim przypadku jednostką powinno być „LU”, co wskazuje skalę względną. Dla miernika trybu „EBU” Poziom Docelowy głośności powinien odpowiadać $-23 \text{ LUFS} = 0 \text{ LU}$ (jak to zdefiniowano w EBU R 128). Miernik trybu „EBU” musi oferować obie skale - względną i bezwzględną.

Umiejscowienie poziomu głośności docelowego/odniesienia musi pozostać to samo, niezależnie od tego, czy jest pokazywana skala bezwzględna czy względna.

Miernik trybu „EBU” musi oferować dwie skale, wybierane przez użytkownika:

1. zakres -18.0 LU do +9.0 LU (-41.0 LUFS do -14.0 LUFS), o nazwie „skala EBU +9”
2. zakres -36.0 LU do +18.0 LU (-59.0 LUFS do -5.0 LUFS), o nazwie „skala EBU +18”

Skala „EBU +9” musi być skalą domyślną.

2.8 Wymagania odnośnie wyświetlacza miernika

Fizyczne właściwości miernika głośności, takie jak jego wymiary, kolor czy wygląd *NIE* są częścią specyfikacji trybu „EBU”.

Miernik trybu „EBU” musi mieć dokładność pokazywania wyniku najwyżej do jednego miejsca dziesiętnego we wszystkich odczytach liczbowych (np. głośność uśredniona lub Zakres Głośności).

Głośność uśredniona musi być pokazywana w jednostkach LU lub LUFS. Jeśli są przetłaczane skale, względna i bezwzględna, to odpowiednio muszą być też przetłaczane jednostki pokazywania uśrednionej głośności.

Jednostka, LUFS czy też LU, musi być wyświetlana dla wszystkich wartości oraz skal, przez cały czas.

Tryb „EBU” nie określa, co powinien pokazywać miernik uśrednionej głośności w chwili, gdy nie ma jeszcze wystarczającej ilości danych wejściowych umożliwiających pokazanie ważnego wyniku pomiaru.

Używane w tym dokumencie skróty, stosowane dla skal czasu typu „M” czy „S”, są takie same, jak te, używane w innym kontekście, w odniesieniu do sygnałów stereo „mid” (środek) oraz „side” (boki). W sytuacjach grożących nieporozumieniem zaleca się skróty alternatywne, na przykład „ML_k” oraz „SL_k”.

2.9 Kalibracja, regulacje, zgodność oraz dokładność

Kalibracja i regulacja:

Sygnał stereofoniczny o częstotliwości 1 kHz i poziomie 0 dBFS wymieniony w ITU-R BS.1770 może być za głośny przy odłuchu. Jednakże z definicji algorytmu wynika, że danemu tłumieniu sygnału na wejściu, odpowiada taki sam spadek mierzonej wartości.

Dla podstawowej kalibracji, regulacji oraz sprawdzania poziomu sygnału zalecany jest stereofoniczny sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz (obecny jednocześnie w obu kanałach w tej samej fazie), o poziomie szczytowym równym -18 dBFS.

Miernik powinien wówczas wskazywać wartość -18.0 LUFS.

Procedura regulacji jest zdefiniowana w dokumencie EBU Tech Doc 3343 zatytułowanym „Praktyczne wskazówki” [5].

Uwaga: stosuje się tutaj sygnał o częstotliwości 1 kHz, ale ponieważ częstotliwość ta „leży” na zboczu używanego przez algorytm filtru, to kalibracja jest tu bardziej krytyczna niż jest to konieczne, w odniesieniu zarówno do dokładności implementacji jak i dokładności częstotliwości kalibracyjnej. Błąd tonu o częstotliwości 1 kHz może prowadzić do wyników różniących się od oczekiwanych.

Wymagania minimalne. test zgodności:

Typowy użytkownik miernika głośności trybu „EBU” prawdopodobnie nigdy nie będzie wykonywał testu zgodności. Dlatego sądzi się, że wystarczającym będzie zestaw testowy dla „minimalnych wymagań”.

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.

Uwaga: Przewiduje się, iż ITU może w przyszłości wprowadzić definicje odnośnie tolerancji oraz sygnałów testowych dla ITU-R BS.1770. Póki co, na użytek członków EBU, przygotowano podane niżej sygnały testowe. Należy tu zauważyć, że definicja testów zgodności dla metody pomiarowej podanej w ITU-R BS.1770, mówiąc dokładnie - nie leży w zakresie niniejszego dokumentu i może być później zamieniona odpowiednim zaleceniem ITU.

Tabela 1: Sygnały testowe dla wymagań minimalnych

Typ testu	Sygnał testowy	Oczekiwany wynik oraz akceptowane
1	Sinusoida stereo, 1000 Hz, -23.0 dBFS (poziom szczytowy na kanał); sygnał w tej samej fazie jednocześnie w obu kanałach; czas trwania 20 s.	M, S, I = -23.0 ±0.1 LUFS M, S, I = 0.0 ±0.1 LU
2	Jak w punkcie 1 przy -33.0 dBFS	M, S, I = -33.0 ±0.1 LUFS M, S, I = -10.0 ±0.1 LU
3	Jak w punkcie 1, poprzedzony trwającą 20 s sinusoidą stereo na poziomie -40 dBFS, zakończony 20 sekundami sinusoidy stereo z poziomem -40 dBFS.	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
4	Jak w punkcie 3, poprzedzony trwającą 20 s sinusoidą stereo -75 dBFS, zakończony 20 sekundami sinusoidy stereo, poziom -75 dBFS.	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
5	Jak w punkcie 3, ale poziomy trzech odcinków sygnału wynoszą odpowiednio: -26 dBFS, -20 dBFS oraz -26 dBFS.	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
6	Sinusoida w wersji 5.0 kanałów, 1000 Hz, czas trwania 20 s, z poziomami szczytów w poszczególnych kanałach: -28.0 dBFS w kanałach L i R (lewy/prawy) -24.0 dBFS w kanale C (środek) -30.0 dBFS w kanałach Ls i RS (lewy surround/prawy surround)	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
7	Prawdziwy program 1, stereo, odcinek programu o wąskim zakresie głośności (NLR), podobny w typie do reklamy/promocji.	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
8	Prawdziwy program 2, stereo, odcinek programu o szerokim zakresie głośności (WLR), podobny w typie do filmu/teatru.	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU

[Tabela 1 definiuje wstępny zestaw testów, testy typu 7 i 8 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.

Sygnały testowe spełniające minimalne wymagania dla deskryptora Zakresu Głośności są bardziej szczegółowo opisane w dokumencie EBU Tech Doc 3342 [3].

Takie „sygnały testowe przewidziane dla minimalnych wymagań” [6] będą dostępne dla ściągnięcia ze strony internetowej EBU Technical website.

2.10 Różne zagadnienia dotyczące interpretacji

Dokument ITU-R BS.1770-1 jest wciąż nieco niejasny jeśli chodzi o sumowanie głośności sygnałów z poszczególnych kanałów. Zwłaszcza tekst i rysunek 1 w Dodatku 1 nie są całkiem zgodne, na rysunku pominięto wyraz $10 \cdot \log_{10}$. Jednak w roboczej wersji poprawionej BS.1770-1 (przedłożonej EBU w celu oceny) ten rysunek poprawiono. Sumowanie pojawia się w dziedzinie liczb podniesionych do kwadratu (moc), a pierwiastek kwadratowy z wartości RMS (tzn. $10 \cdot \log_{10}$) jest obliczany po zsumowaniu.

Dokument ITU-R BS.1770-1 nie włącza do pomiarów głośności kanału efektów niskoczęstotliwościowych LFE. Odpowiednie ważenie kanału LFE jest przedmiotem dyskusji oraz badań [7]. Jest możliwe, że w przyszłościowych wersjach ITU-R BS.1770 kanał LFE zostanie wzięty pod uwagę. Aktualnie EBU zaleca, aby w przypadku uwzględnienia kanału LFE w pomiarach głośności, był on być ważony wartością +10 dB w celu skompensowania faktu, że wzmocnienie odczytu tego kanału jest ustawiane o 10 dB wyżej niż wzmocnienie kanałów szerokopasmowych. W przypadku dołączania kanału LFE do pomiaru głośności miernikiem głośności trybu „EBU”, powinno to być wyraźnie zaznaczone na mierniku, ponieważ nie jest to zgodne z ITU-R BS.1770-1.

3. 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 audio level” (algorytmy pomiaru głośności programu oraz poziomu rzeczywistych szczytów).
- [3] **EBU Tech Doc 3342** „Loudness Range: A descriptor to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128” (zakres głośności: deskryptor uzupełniający normalizację głośności zgodnie z EBU R 128).
- [4] **Recommendation ITU-R BS.1771** „Requirements for loudness and true-peak indicating meters” (wymagania dla mierników wskazujących głośność oraz rzeczywistą wartość szczytową).
- [5] **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).
- [6] Sygnały testowe spełniające wymagania minimalne dla mierników głośności trybu „EBU” będą dostępne w EBU pod adresem <http://tech.ebu.ch/loudness>
- [7] „Investigations on the Inclusion of the LFE Channel in the ITU-R BS.1770-1 Loudness Algorithm”, Norcross, Scott G., Lavoie, Michel C.; 127th AES Convention (October 2009) Paper Number: 7829 (badania nad dołączeniem kanału LFE do algorytmu pomiaru głośności ITU-R BS.1770-1).

4. Dalsza lektura

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).

Dodatek 1: Wyjątek z dokumentu przedstawionego ITU-R przez EBU dotyczącego dołączenia procesu bramkowania w dokumencie ITU-R BS.1770

...

Wartość średniokwadratowa energii sygnału wejściowego poddanego filtracji, liczona za okres pomiaru T , jest zmierzona jako:

$$z_i = \frac{1}{T} \int_0^T y_i^2 dt \quad (1)$$

gdzie y_i jest sygnałem wejściowym (poddanym filtracji przez filtr wstępny modelujący wpływ akustyczny głowy oraz krzywą ważącą RLBO a $i \in I$ gdzie $I = \{L, R, C, Ls, Rs\}$ jest zbiorem kanałów wejściowych.

Głośność wyliczana za okres pomiaru T jest zdefiniowana jako:

$$\text{Głośność, } L_K = -0.691 + 10 \log_{10} \frac{1}{T} \sum_I G_i \cdot z_i \quad \text{LUFS} \quad (2)$$

gdzie G_i są współczynnikami ważącymi poszczególne kanały.

W celu obliczenia wyniku bramkowanego pomiaru głośności, okres T dzieli się na szereg kolejnych bloków bramkowania. Blok bramkowania jest zbiorem kolejnych próbek sygnału fonicznego o czasie trwania $T_g = 400$ ms, do ostatniej, mieszczącej się w tym czasie próbki.

Moc, czyli wartość średniokwadratowa w j -tym bloku bramkowania i -tego kanału wejściowego zmierzona w okresie T jest równa:

$$z_{ij} = \frac{1}{T_g} \int_{T_g \cdot j}^{T_g \cdot (j+1)} y_i^2 dt \quad \text{gdzie} \quad j \in \left\{ 0, 1, 2, \dots, \frac{T}{T_g} - 1 \right\} \quad (3)$$

Głośność w j -tym bloku bramkowania jest zdefiniowana jako:

$$l_j = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i \cdot z_{ij} \quad (4)$$

Dla progu bramkowania Γ występuje zbiór indeksów bloku bramkowania $J_g = \{j : l_j > \Gamma\}$ dla których głośność bloku bramkowania wypada powyżej progu bramkowania. Liczba elementów w zbiorze J_g wynosi $|J_g|$.

Bramkowana głośność w okresie pomiaru T jest wobec tego zdefiniowana jako:

$$\text{Głośność bramkowana } L_{KG} = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i \cdot \left(\frac{1}{|J_g|} \cdot \sum_{j \in J_g} z_{ij} \right) \text{LUFS} \quad (5)$$

Dla zrealizowania pomiaru bramkowanego wykorzystuje się dwustopniowy proces, rozpoczynając od progu bezwzględnego a następnie z progiem względnym. Próg względny Γ_r jest obliczany poprzez pomiar głośności przy wykorzystaniu progu bezwzględnego, $\Gamma_a = -70$ LUFS i odjęciu od tego wyniku wartości 8, tak więc:

$$\Gamma_r = -0,691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i \cdot \left(\frac{1}{|J_g|} \cdot \sum_{J_g} z_{ij} \right) - 8 \text{LUFS} \quad \text{gdzie} \quad J_g = \{j : l_j > \Gamma_a\} \quad (6)$$

$$\Gamma_a = -70 \text{ LUFS}$$

Głośność bramkowana może być teraz obliczona za pomocą Γ_r :

$$\text{Głośność bramkowana} \quad L_{KG} = -0,691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i \cdot \left(\frac{1}{|J_g|} \cdot \sum_{J_g} z_{ij} \right) \text{LUFS} \quad (7)$$

$$\text{gdzie:} \quad J_g = \{j : l_j > \Gamma_r\}$$