

Chociaż wszyscy znamy charakterystyki częstotliwościowe głośników oraz ich zmierzone parametry, które przedstawiają producenci w specyfikacjach, to jednak wyniki tych pomiarów nie wskazują w rzeczywistości na to, jaki będzie dźwięk z głośnika, który pracuje w rzeczywistym środowisku akustycznym - innym niż komora bezdechowa.

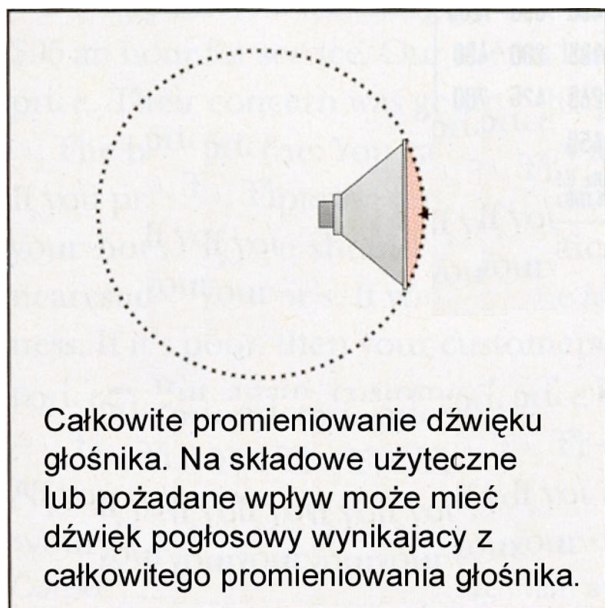


„MOC DŹWIĘKU”

Zapomniana Charakterystyka Głośników

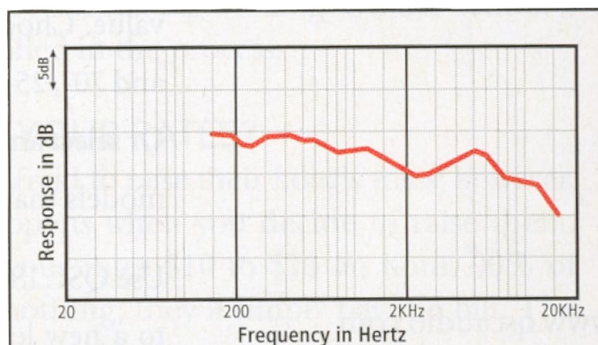
autor: Peter Mapp

Można więc przyjąć, że dźwiękowe parametry głośnika wydrukowane w katalogu (wykonane w komorze bezdechowej) mało komu się przydadzą w praktyce nagłośnienia. Jest jednak rodzaj parametru, który może nam dać lepsze wyobrażenie o tym, jak dany głośnik zabrmi w rzeczywistej instalacji - szczególnie w przestrzeni pogłosowej. Parametrem tym jest *moc dźwięku* (lub L_w - w odróżnieniu od L_p , stosowanym przez tych z zacięciem matematycznym). Moc dźwięku może również wskazywać na potencjalną zrozumiałość mowy uzyskaną w systemie dźwiękowym.



SPECYFIKACJA MOCY DŹWIĘKU

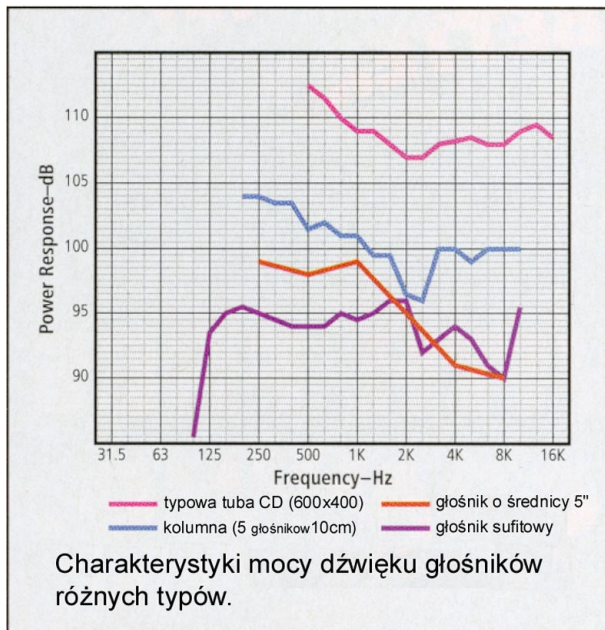
Czym więc jest *moc dźwięku* i do czego ten parametr może się nam przydać? Zasadniczo, *moc dźwięku* opisuje całkowitą energię wypromieniowaną przez głośnik. To tak, jakby wykonać serię pomiarów charakterystyk częstotliwościowych głośnika wokół niego, a następnie połączyć (zintegrować) uzyskane w ten sposób wyniki pomiarów i przedstawić je na pojedynczym wykresie.



Charakterystyka mocy dźwięku dwudrożnego głośnika typu coaxial zintegrowany z szerokokatną tuba CD.

Wynik przedstawiany jest jako moc w watach (W) a nie jako ciśnienie w Pascalach (Pa). Odnosząc uzyskany wynik do standardowej mocy referencyjnej (równiej 10^{-12} W), możemy uzyskać wynik w decybelach L_w , - zamiast częścię stosowanej miary decybelowej L_p , dla której wartością odniesienia jest $20 \mu P$ (20×10^{-6} Pa).

Wyobraźmy sobie głośnik pracujący w odbijającej dźwięk lub pogłosowej przestrzeni. Zwykle koncentrujemy uwagę na dźwięku wypromieniowywanym wzdłuż osi głównej głośnika (bądź w niewielkim odchyleniu od niej), w kierunku „patrzenia” głośnika (lub mniej technicznie - w kierunku obszaru widowni).



Charakterystyki mocy dźwięku głośników różnych typów.

Jest nim dźwięk, który opisywany jest przez typowe, osiowe charakterystyki częstotliwościowe, szczególnie jeśli są one wspierane pewnymi dodatkowymi krzywymi odnoszącymi się do charakterystyk uzyskanych poza osią główną. To, o czym jednak zazwyczaj zapominamy, to fakt, że głośnik promieniuje także w innych kierunkach. W rzeczywistości głośnik swobodnie zawieszony, oddalony od odbijających powierzchni, promieniować będzie we wszystkich kierunkach wokół siebie.

W pogłosowy lub odbijającym dźwięk środowisku właśnie ten „boczny” i „tylny” dźwięk docierając również do słuchacza będzie mocno wpływał na charakterystykę tonalną (częstotliwościową) dźwięku, który odbieramy. Jak można sobie wyobrazić, to niepożądane promieniowanie jest silnie „przekolorowane” (częstotliwościowej) i posiada zwykle zupełnie inną charakterystykę tonalną (częstotliwościową) w porównaniu z dźwiękiem generowanym i odbieranym na osi głównej głośnika. **Rysunek 1** przedstawia podstawy tej sytuacji.

Co ciekawe, w przypadku większości głośników, przestrzeń związana z owym „dźwiękiem niepożądanym” jest zwykle większa od tej związanej z dźwiękiem pożądanym. Jedynie poprzez integrację pomiarów wykonanych we wskazanych obszarach i biorąc pod uwagę

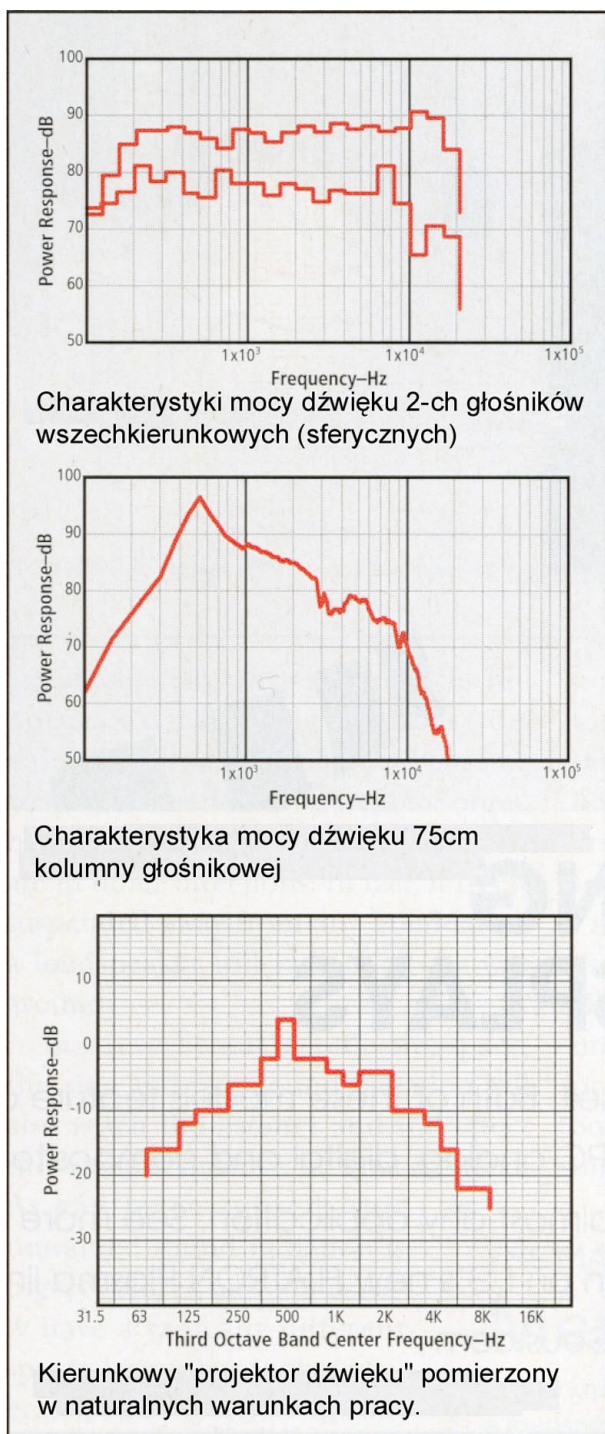
względne składowe promieniowania, całość może zostać zmierzona ilościowo – i to jest właśnie specyfikacją *mocy dźwięku*. Zatem, głośnik o równomiernej lub płaskiej charakterystyce *mocy dźwięku* wydaje się być głośnikiem „dobrym”. Dla takiego głośnika charakterystyka promieniowania w kierunkach poza osią główną jest nominalnie zbliżona do charakterystyki dźwięku promieniowanego w kierunku osi głównej głośnika (zakładając, że głośnik posiada płaską osiową charakterystykę częstotliwościową promieniowania (L_p), co jest zasadniczo celem dla większości głośników). Innymi słowy, składowe pogłosowe dźwięku promieniowanego będą miały podobną charakterystykę częstotliwościową do składowych bezpośrednich dźwięku.

UŻYWANIE DANYCH O MOCY DŹWIĘKU

Bardzo niewielu producentów dostarcza danych dotyczących *mocy dźwięku*, takich jak na **Rysunku 2**, który dotyczy głośnika Electro-Voice (z 1985 roku). Jest to dobra i naprawdę typowa charakterystyka mocy dla tego typu urządzeń. Jednak, nie jest to postępowanie typowe dla systemów dźwiękowych oraz systemów alarmu głosowego, więc przeprowadziłem ostatnio własne pomiary, jak widać na niektórych wykresach poniżej. (Ale po pierwsze, moja uwaga: Wraz z udoskonalaniem techniki moich pomiarów, zmieniała się także technika prezentacji ich wyników. Należy uważnie czytając przedstawione wykresy, chociaż jeżeli skupisz się na ogólnym kształcie krzywych, zorientujesz się w ich idei.)

Rysunek 3 przedstawia charakterystyki mocy uzyskane dla kilku głośników. Pomarańczowa linia przedstawia charakterystykę mocy 5-cio calowego głośnika stożkowego. Jest ona typowa dla urządzenia, które albo posiada załamujący się kąt pokrycia albo staje się stopniowo coraz bardziej kierunkowe. Należy zwrócić uwagę na załamującą się charakterystykę mocy: Widoczny jest gwałtowny spadek (duży gradient) przy przejściu od niskich do wysokich częstotliwości. Różowa linia na wykresie przedstawia typową charakterystykę mocy dla głośnika wysokotonowego (tzw. „gwizdek”). Urządzenie nie zachowuje się efektywnie w okolicach częstotliwości 1 kHz. Jak widać na wykresie charakterystyki mocy, powyżej tej częstotliwości wyjściowa moc akustyczna jest w miarę stała, a jej odchyłki mieszczą się w zakresie 3 dB. Spójrzmy teraz na niebieską krzywą. Przedstawia ona charakterystykę mocy małej kolumny głośnikowej ze zwrotnicą HF powyżej 2 kHz. I znów, spadek charakterystyki widoczny jest od niskich częstotliwości do średnich, jest on jednak przewyższony przez zwrotnicę w zakresie częstotliwości wysokich.

Dla kontrastu, purpurowa krzywa na wykresie przedstawia charakterystykę *mocy dźwięku* dla typowego głośnika sufitowego, zmierzoną w połowie całego obszaru promieniowania, tak aby zasymulować działanie głośnika w rzeczywistym zastosowaniu, tj. umieszczonego w odgradzie jaką stanowi podsufitka. Głośnik wykazuje dość stabilną charakterystykę do częstotliwości około 2 kHz, gdzie rozproszenie gwałtownie spada w typowy sposób, a wraz z nim spada moc wyjściowa.



Rysunek 4 przedstawia charakterystyki mocy dwóch głośników Soundsphere typu wszechkierunkowego (sferycznych). Potwierdzają

one teoretyczne przypuszczenia, że dobrze zaprojektowane głośniki tego typu, powinny wykazywać nominalnie płaską charakterystykę mocy.

Ciekawa charakterystyka mocy dotyczy 75 centymetrowej kolumny głośnikowej, którą przedstawia **Rysunek 5**. Widać tu wyraźny spadek wyjściowej *mocy dźwięku* w zakresie wysokich częstotliwości, w tym przypadku również z 6-cio decybelowym szczytem wokół częstotliwości 500 Hz. Charakterystyka taka jest typowa dla tego rodzaju kolumn głośnikowych. Normalna, osiowa charakterystyka częstotliwościowa tego urządzenia jest jednak stosunkowo płaska i dlatego mocno różni się od charakterystyki *mocy dźwięku*.

Przyjrzyjmy się również charakterystyce kompaktowego, kierunkowego głośnika. Ten również wykazuje wyraźny szczyt w charakterystyce *mocy dźwięku* w pobliżu częstotliwości 500 Hz ale zachowuje stosunkowo płaską charakterystykę, aż do częstotliwości 4 kHz, powyżej której krzywa zaczyna gwałtownie opadać. Z drugiej strony, „osiowa” charakterystyka częstotliwościowa tego głośnika, chociaż wskazuje ślad szczytu w okolicach 500 Hz, nie okazywała żadnych symptomów podobieństwa do charakterystyki częstotliwościowej dla *mocy dźwięku* tego zestawu.

Charakterystyka tego głośnika, zmierzona w naturalnych warunkach jego pracy, tj. w pogłosowym holu, pokazana została na **Rysunku 6**. Jak widać, rzeczywiste wyniki pomiarów zdeterminowane są bardziej przez charakterystykę *mocy dźwięku* niż osiową charakterystykę częstotliwościową. Podobna tendencja widoczna była w przypadku kolumny głośnikowej z **Rysunku 5**, gdzie wyniki pomiarów dokonanych w warunkach naturalnych, wskazują znów na to, że w przeważającej mierze na charakterystykę słyszalnego dźwięku (wypadkowa dźwięku bezpośredniego i pogłosowego) wpływ ma charakterystyka *mocy dźwięku* a nie osiowa charakterystyka częstotliwościowa.

Charakterystyka *mocy dźwięku* głośnika może być łatwo kompensowana do pożądanego kształtu poprzez zastosowanie korekcji częstotliwościowej, jednakże zastosowanie filtracji w sposób nieunikniony wpłynie również na osiową charakterystykę częstotliwościową (tą dla dźwięku bezpośredniego) co powoduje, że proces korekcji częstotliwościowej, stosowanej dla tego typu głośników, staje się bardzo pracochłonny i frustrujący.

Dla wielu może być niespodzianką to, że pole pogłosowe i dźwięku odbitego mogą zdominować charakterystykę całego systemu głośnikowego, a mimo to nadal może on oferować zadawalającą zrozumiałość mowy. Dla przykładu w pomieszczeniu o 2-sekundowym czasie pogłosu, w

którym pracował system głośnikowy Soundsphere, stosunek pola bezpośredniego do pogłosowego (tzw. „stosunek akustyczny”) może być nawet ujemny a mimo to uzyskać można tu dobra zrozumiałość mowy. Dla „stosunku akustycznego” – 9dB , wynikowa zrozumiałości mowy wynosiła 10% Alcons (0.52 STI), a dla „stosunku” –5 dB uzyskano 5% Alcons (0.65 STI). Odpowiadająca temu wartość C50 może być również wyraźnie ujemna w takiej sytuacji.

WNIOSKI KOŃCOWE

Jest jasne, iż w pogłosowych lub silnie odbijających przestrzeniach, dominującą jest charakterystyka *mocy dźwięku* głośnika, nawet jeśli dokonujemy obserwacji dźwięku przy użyciu okien czasowych (bramkowaniu „odpowiedzi” akustyki). Subiektywnie, kombinacja obu pól - bezpośredniego oraz pogłosowego - jest słyszalna i w wielu przypadkach (w czasie dokonywania korekcji częstotliwościowej) musi zostać osiągnięty kompromis pomiędzy często sprzecznymi wymaganiami dotyczącymi obu tych charakterystyk (osiowej oraz *mocy dźwięku*).

Głośniki, które wykazują dużą różnicę pomiędzy charakterystyką *mocy dźwięku* a częstotliwościową charakterystyką osiową z reguły nie są tak łatwe do „dostrojenia” za pomocą korektora, jak te, dla których obie charakterystyki są do siebie zbliżone oraz oferują nominalnie płaskie i krzywe *mocy dźwięku*. Wysokotonowe

głośniki kierunkowe oraz podobne tego typu głośniki z reguły oferują właśnie te „lepsze” charakterystyki, podobnie jak dobrze zaprojektowane głośniki wszechkierunkowego np. Soundsphere.

Charakterystyka *mocy dźwięku* głośnika jest bardzo przydatnym parametrem, który w wielu sytuacjach może być najlepszym wskaźnikiem jakości działania głośnika i sugerować potencjalną zrozumiałość mowy, uzyskaną przy jego użyciu. Jak wiadomo zmierzenie lub komputerowe wyznaczenie charakterystyki *mocy dźwięku* głośnika nie jest zbyt trudne. Przy coraz większej liczbie głośników pomierzonych w pasmach 1/3 oktawowych i rozdzielczości kątowej 10° lub 5°, wykonywanych dla komputerowych bibliotek oprogramowania CAD, parametr ten powinien być dostępny wraz z głośnikiem.

Jak na ironię, w praktyce informacje tego typu byłyby najbardziej użyteczne dla głośników niższej klasy. Jednakże znalazły znaczne zastosowanie w głośnikach wyższej klasy, szczególnie jako narzędzie dla projektantów głośnikowych systemów nagłośnieniowych. Ale jeśli posiadasz polarny wykres efektywności i wartość kierunkowości Q (bez których żadna szanująca się specyfikacja nie powinna się dziś obyć), wymagane jest tylko kilkukrotne kliknięcie myszki komputerowej i niewielkie manipulacje w arkuszu kalkulacyjnym, aby uzyskać charakterystykę ***mocy dźwięku***.