

Wprowadzenie do sieciowych systemów fonicznych

Terminologia dotycząca akustyki, głośników i systemów fonicznych

Wrzesień 2024

Spis treści

1	Wprowadzenie	3
2	Częstotliwości akustyczne	3
2.1	Częstotliwości słyszalne	3
2.2	Częstotliwość próbkowania	3
2.3	Częstotliwość i długość fali	3
3	Akustyka i wymiary pomieszczenia	4
3.1	Echa	4
3.2	Wpływ wymiarów pomieszczenia	4
3.3	Profesjonalne rozwiązania zapewniające neutralną akustykę pomieszczenia	4
4	Pomiary dźwięku	5
4.1	Percepcja dźwięku i fon	5
4.2	Waty	6
4.3	Decybele	7
4.4	Poziom ciśnienia akustycznego (SPL)	7
5	Zakres dynamiki, kompresja i głośność	8
6	Głośniki	9
6.1	Charakterystyka kierunkowości	9
6.2	Skuteczność głośnika	10
6.3	Wbudowany cyfrowy procesor sygnałowy	10
6.4	Rodzaje głośników	10
6.5	Rozmieszczenie głośników	16
6.6	AXIS Site Designer	17

1 Wprowadzenie

Na jakość dźwięku odbieraną w pomieszczeniu wpływa szereg czynników, na przykład przetwarzanie sygnału fonicznego, jakość i umiejscowienie głośnika oraz jego komponentów. Kluczowe są również właściwości samego pomieszczenia, takie jak odbicia, pochłanianie i rozproszenie. Każdy kto był w sali koncertowej, wie, że sufit i ściany są przystosowane do optymalizacji odbioru dźwięku przez słuchaczy.

Niniejszy dokument zawiera przegląd podstawowej terminologii dotyczącej akustyki oraz właściwości wpływających na jakość dźwięku w pomieszczeniu. Przedstawia również ogólny zarys różnych rodzajów głośników i ich optymalne rozmieszczenie w instalacji fonicznej.

2 Częstotliwości akustyczne

2.1 Częstotliwości słyszalne

Teoretycznie człowiek jest w stanie usłyszeć częstotliwości w zakresie od 20 Hz do 20 kHz. Górna granica 20 kHz obniża się wraz z wiekiem, ale wysokie częstotliwości mogą nadal dodawać barwy do dźwięku o niższych częstotliwościach. Ludzka mowa, złożona z wielu składowych częstotliwości, mieści się w paśmie od około 85 Hz (najniższy głos męski) do około 8 kHz (tony harmoniczne żeńskiego sopranu). W telefonii powszechnie stosuje się pasmo od 300 Hz do 3,4 kHz, i choć zapewnia ono zrozumiałość głosu, dźwięk nie jest tak wyraźny jak zapis głosu w pełnym paśmie częstotliwości.

2.2 Częstotliwość próbkowania

Częstotliwość próbkowania to liczba poziomów wejściowego analogowego sygnału akustycznego zmierzonych w ciągu sekundy na potrzeby jego cyfrowej rekonstrukcji. W przypadku plików fonicznych i płyt CD powszechnie stosowaną częstotliwością próbkowania jest 44,1 kHz, a więc 44 100 próbek na sekundę. Częstotliwość próbkowania musi być co najmniej dwukrotnie wyższa niż najwyższa częstotliwość występująca w wejściowym sygnale akustycznym podlegającym przetwarzaniu cyfrowemu.

2.3 Częstotliwość i długość fali

Istnieje prosta, odwrotna zależność między częstotliwością (f , [Hz]) a długością fali (λ , [m]):

$$\lambda = v/f$$

Długość fali jest równa prędkości dźwięku ($v=340$ m/s w powietrzu) podzielonej przez częstotliwość. Do szybkiego przekształcenia długości fali oraz częstotliwości i na odwrót można również użyć narzędzi online. Kilka przykładów długości fal dźwiękowych: częstotliwość 20 Hz odpowiada długości fali około 17 m, wyższa częstotliwość 20 kHz odpowiada krótszej długości fali około 1,7 cm. Istnieje szeroki zakres długości fal dźwiękowych słyszalnych przez człowieka.

3 Akustyka i wymiary pomieszczenia

3.1 Echa

W całkowicie pustym pomieszczeniu dźwięk będzie miał pogłos lub opóźnienie. Dzieje się tak oczywiście dlatego, że wszystkie płaskie powierzchnie bardzo dobrze odbijają fale dźwiękowe. Po wprowadzeniu do pomieszczenia tkanin i nierównych powierzchni takich jak sofy, zasłony i dywany pogłos będzie mniejszy, ale dźwięk odbierany będzie przy tym jako nieco cichszy ze względu na pochłanianie.

Zanim dotrą do naszych uszu, fale dźwiękowe podlegają często wielokrotnym odbiciom. Wiedząc, że prędkość dźwięku w powietrzu wynosi około 340 m/s, można obliczyć odległość, jaką przebyło echo. Jeżeli na przykład słyszymy echo w czasie 0,25 s od początkowego dźwięku, oznacza to, że dźwięk przebył drogę około 85 m ($0,25 \text{ s} \times 340 \text{ m/s}$). Po każdym odbiciu dźwięk staje się odrobinę cichszy, aż zupełnie przestajemy go słyszeć.

3.2 Wpływ wymiarów pomieszczenia

Wielkość pomieszczenia ma duży wpływ na jego akustykę. Przy długości fali do 17 m w przypadku najniższych tonów, słyszalne fale dźwiękowe w małym pomieszczeniu będą odbijać się od ścian, zanim uzyskają właściwą propagację. Wynikiem tego jest występowanie rezonansu i związanych z nim fal stojących, co powoduje wzmocnienie niektórych częstotliwości (większa głośność), a tłumienie innych (mniejsza głośność). Potrzeba zatem dość dużego pomieszczenia, aby usłyszeć basy bez zniekształceń.

Wpływ rezonansu na odbieraną jakość dźwięku wzrasta wraz z jego głośnością. Przy wyższej głośności odbicia będą bardziej zakłócać dźwięk ze źródła.

W małych pomieszczeniach przy niskich częstotliwościach można powiedzieć, że to pomieszczenie kształtuje dźwięk, przy wyższych natomiast dźwięk kształtuje głośnik. W przypadku małych pomieszczeń częstotliwość przejściowa wynosi często około 300 Hz. Jest to częstotliwość, przy której, mówiąc obrazowo, dźwięk przestaje zachowywać się jak fala, a zaczyna zachowywać się jak promień.

3.3 Profesjonalne rozwiązania zapewniające neutralną akustykę pomieszczenia

Aby zredukować irytujące echa w dużych lub pustych pomieszczeniach, na suficie, na ścianach lub na obu tych powierzchniach można zamontować panele akustyczne. Panele wykonane są z materiałów dźwiękochłonnych i zapewniają bardziej neutralną akustykę w przestrzeniach takich jak centra handlowe, sale wykładowe, biura i sale konferencyjne. Podobny efekt można również osiągnąć za pomocą zasłon lub innych tkanin umieszczonych wewnątrz pomieszczeń.

Panele akustyczne zwykle dość skutecznie spełniają swoje zadanie dla częstotliwości powyżej 300 Hz, jednak ich możliwości pochłaniania stopniowo maleją dla niższych częstotliwości.



Figure 1. Zastłony i inne tkaniny mogą znacznie poprawić akustykę pomieszczenia.

4 Pomiary dźwięku

Rozdział ten dotyczy percepcji dźwięku przez człowieka, różnych miar dźwięku i ich wzajemnych powiązań.

4.1 Percepcja dźwięku i fon

Mimo że ludzkie ucho odbiera wszystkie częstotliwości w paśmie od 20 Hz do 20 kHz, jego wrażliwość zmienia się w zależności od częstotliwości. Dźwięki o określonej mocy będą zatem postrzegane jako mające różną głośność przy różnych częstotliwościach. Wrażliwość tę uwzględnia jednostka głośności „fon”. Dla przykładu, ton sinusoidalny o głośności 50 fonów jest odbierany jako jednakowo głośny na wszystkich częstotliwościach.

Rys. 2 przedstawia krzywe jednakowej głośności (krzywe izofoniczne). Jedna linia oznacza poziom, jaki musi mieć dźwięk, aby był odbierany z taką samą głośnością dla wszystkich częstotliwości. Różne linie reprezentują różne wartości fonów.

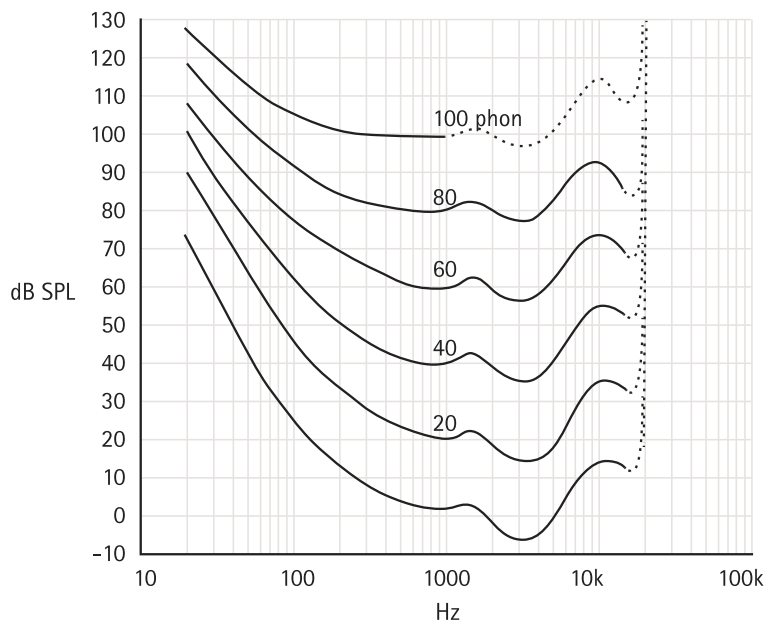


Figure 2. Poziomy ciśnienia akustycznego wymagane dla różnych częstotliwości, aby dźwięk był postrzegany jako jednakowo głośny przy wszystkich częstotliwościach. Krzywe pochodzą z normy ISO 226:2003.

Z rozkładu krzywych wyraźnie wynika, że poziom dźwięku musi być znacznie wyższy przy niższych częstotliwościach, aby był odbierany jako tak samo głośny jak przy wyższych częstotliwościach. Wynika to z faktu, że słuch człowieka jest mniej wrażliwy na niższe częstotliwości. Minimum wszystkich krzywych znajduje się w okolicach 2 - 5 kHz, co oznacza, że jest to pasmo częstotliwości, na które ucho ludzkie jest najbardziej wrażliwe i w którym jest w stanie najlepiej zrozumieć rozmowę. Jest to również pasmo częstotliwości mowy.

4.2 Waty

Jednostka mocy, wat [W], jest znana jako parametr różnych urządzeń elektrycznych takich jak żarówki, zasilacze do laptopów i głośniki. Jednostka ta może być jednak wykorzystywana na różne sposoby, a w terminologii związanej z akustyką spotkać się można z takimi odmianami jak moc chwilowa, moc średnia, moc skuteczna (RMS - Root Mean Square) czy moc szczytowa.

Wzmacniacz może być skonstruowany tak, aby był w stanie dostarczyć moc 300 W w bardzo krótkim czasie, na przykład gdy w odtwarzanym sygnale fonicznym słyhać bęben, eksplozję lub inny dźwięk o krótkim i głośnym przejściu. Oznacza to, że moc chwilowa bardzo szybko wzrośnie od wartości bardzo niskiej do bardzo wysokiej. Ten sam wzmacniacz może być jednak przystosowany tylko do pracy ciągłej z mocą 50 W, ponieważ ciągłe użytkowanie wytwarza znacznie więcej ciepła, co wpływa zarówno na podzespoły elektroniczne, jak i parametry wzmacniacza.

Ludzkie ucho nie odbiera dźwięku o mocy 10 W jako dwukrotnie głośniejszego niż dźwięk o mocy 5 W. W rzeczywistości moc dźwięku musi być 10 razy wyższa (50 W), aby ucho odbierało go jako dwukrotnie głośniejszy. W tym miejscu w opisie dźwięku pojawia się decybel.

4.3 Decybele

Ponieważ natężenie dźwięku jest odbierane nieliniowo, najlepiej jest je mierzyć i opisywać za pomocą nieliniowej jednostki miary - decybel [dB]. Podwojenie mocy sygnału fonicznego (mierzonej w [W]) odpowiada wzrostowi o 3 dB, zaś podwojenie głośności odpowiada wzrostowi o 10 dB. Rys. 3 przedstawia powszechnie znane źródła dźwięku i ich poziomy mocy wyrażone w [dB].

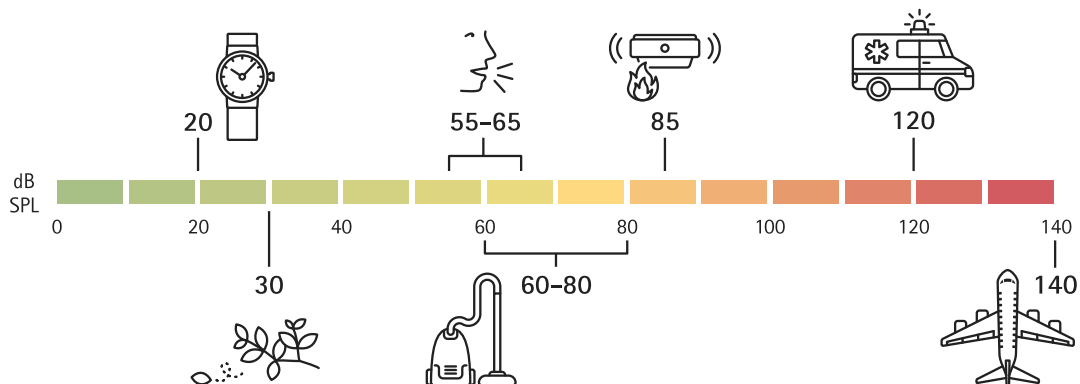


Figure 3. Przybliżone poziomy dźwięku, wyrażone w decybelach, pochodzące z powszechnie znanych źródeł.

Poziom ciśnienia akustycznego podany w ważonej skali dBA został skompensowany ze względu na zależną od częstotliwości percepcję ucha ludzkiego, co omówiono w pkt 4.1. Przy korzystaniu z nieważonej skali dB poziom 100 dB przy 100 Hz będzie na przykład odbierany jak 80 dB przy 1 kHz, natomiast 100 dBA będzie odbierane jako równie głośne na wszystkich częstotliwościach.

Decybel często odnosi się do względnej zmiany głośności. Do wyrażenia wartości bezwzględnej należy użyć jednostki dB SPL. Wartość 0 dB SPL to najcichszy dźwięk, jaki może odebrać ucho ludzkie.

4.4 Poziom ciśnienia akustycznego (SPL)

Poziom ciśnienia akustycznego (Sound Pressure Level - SPL) to wartość skuteczna chwilowych ciśnień akustycznych mierzonych w dB w określonym czasie. SPL nie jest stałą średnią wartością głośności, ale raczej średnią krótkotrwałych wartości szczytowych.

Przyjmuje się, że wartość SPL podana dla głośnika została zmierzona dla tonu o częstotliwości 1 kHz w odległości 1 m, o ile nie podano inaczej.

Poziom ciśnienia akustycznego źródła dźwięku zmniejsza się wraz z odległością od źródła. Poziom ciśnienia akustycznego, zdefiniowany jako zaczynający się od 0 dB w odległości 1 m od źródła, zmniejsza się o 6 dB przy dwukrotnym wzroście odległości od źródła, jak przedstawiono na Rys. 4. Aby jednak uzyskać

bardziej szczegółowe informacje na temat poziomów dźwięku danego głośnika, należy przyrzeć się jego charakterystyce kierunkowości, jak wyjaśniono w pkt 6.1.

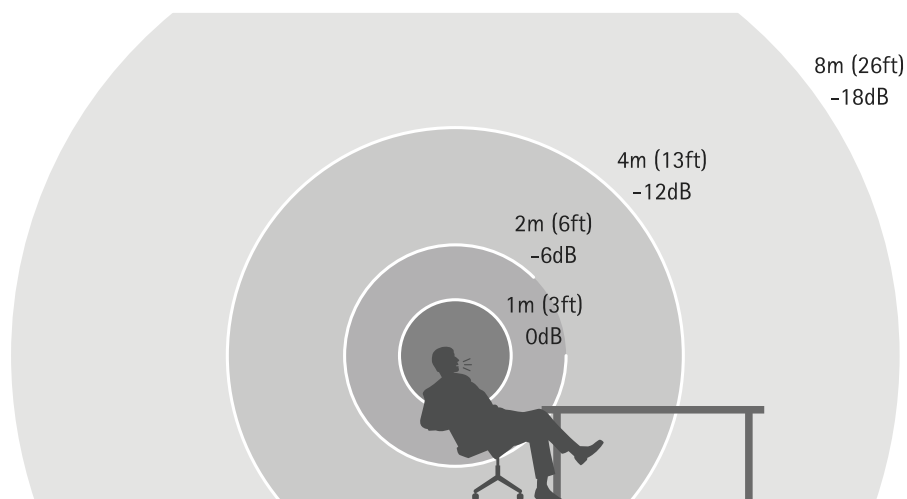


Figure 4. Poziom ciśnienia akustycznego źródła dźwięku spada o 6 dB przy dwukrotnym wzroście odległości od źródła.

5 Zakres dynamiki, kompresja i głośność

Nagranie ma duży zakres dynamiki, co oznacza, że między najcichszym i najgłośniejszym fragmentem występują duże różnice.



Figure 5. Wizualizacja nagrania o dużym zakresie dynamiki, bez kompresji.

Najcichsze części stają się głośniejsze, podczas gdy głośne części pozostają na takim samym poziomie lub nieco słabną. Różnice między szczytami i najcichszymi miejscami są mniejsze, co sprawia, że słuchacz odbiera takie nagranie jako głośniejsze. Jak widać na Rys. 6, zakres dynamiki uległ zmniejszeniu.



Figure 6. Wizualizacja tego samego nagrania co powyżej, po kompresji.

Kompresja zakresu dynamiki jest często stosowana w systemach fonicznych działających w restauracjach, obiektach handlowych i innych miejscach publicznych, które odtwarzają tło muzyczne przy stosunkowo

niskim poziomie głośności. Kompresja powoduje nie tylko to, że głośność utrzymuje się na bardziej stałym poziomie, ale także że cichsze fragmenty są lepiej słyszalne niż hałas otoczenia.

6 Głośniki

Głośnik może mieć różne kształty w zależności od jego zastosowania. Element przekazujący dźwięk ma zwykle kształt stożka, ale może mieć inne kształty, jeżeli jest przeznaczony do emisji wysokich częstotliwości. Niektóre głośniki mają bardzo wąską wiązkę emisji dźwięku celem osiągnięcia wysokiego ciśnienia akustycznego w jednym kierunku. Inne są wykonane tak, aby zapewnić jak najszersze rozproszenie dźwięku. Zdolność głośnika do reprodukcji dźwięku zależy od częstotliwości podanego sygnału fonicznego.

6.1 Charakterystyka kierunkowości

Charakterystyka kierunkowości na Rys. 8 przedstawia, jak różne częstotliwości rozchodzą się wokół przykładowego głośnika, umieszczonego w środku wykresu. Pokazuje, że niższe częstotliwości wykazują szeroką dyspersję (za głośnikiem nawet 180°), podczas gdy wyższe rozchodzą się bardziej kierunkowo.

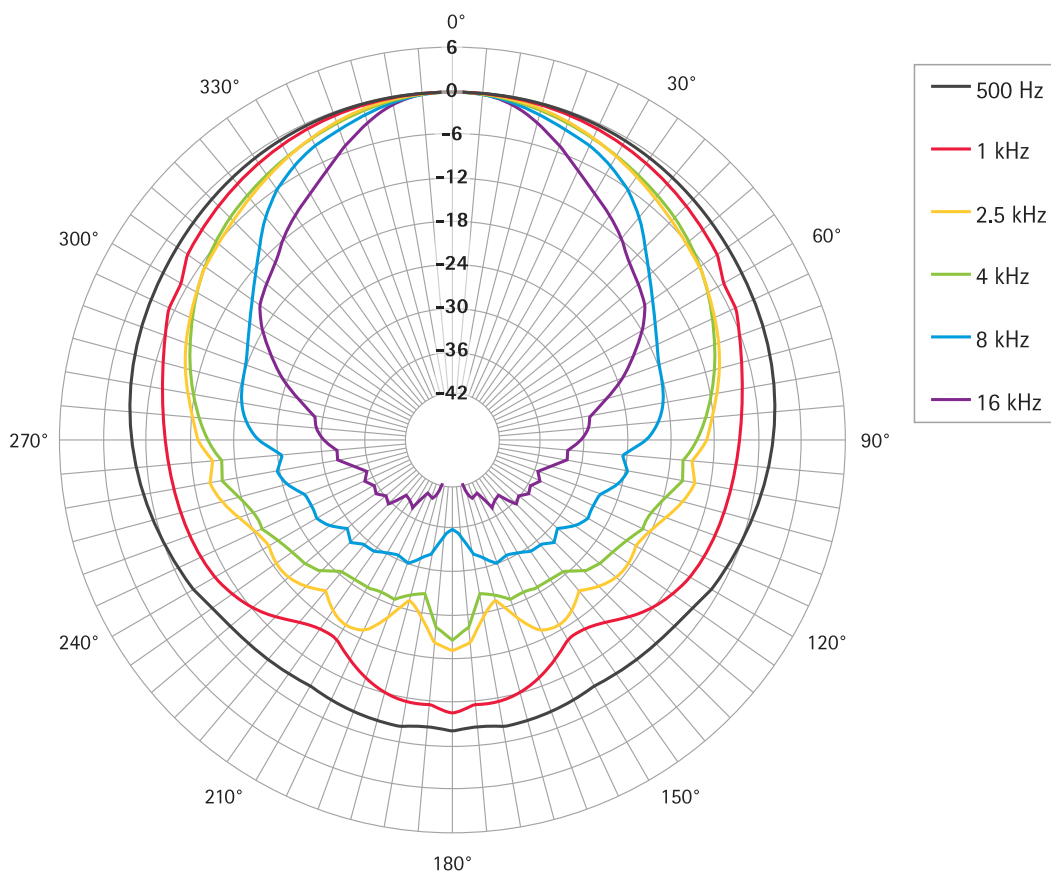


Figure 7. Charakterystyka kierunkowości przedstawiająca dyspersję przykładowego głośnika (umieszczonego w środku wykresu). Niższe częstotliwości wykazują szerszą dyspersję (za głośnikiem nawet 180°), podczas gdy wyższe rozchodzą się bardziej kierunkowo.

6.2 Skuteczność głośnika

Skuteczność głośnika to jego zdolność do reprodukcji dźwięku po podaniu określonej mocy. Określenie skuteczności odbywa się zwykle poprzez podanie sygnału akustycznego o mocy 1 W (zazwyczaj przy częstotliwości 1 kHz), a następnie pomiar poziomu ciśnienia akustycznego w dB SPL w odległości 1 m. Typowe wartości dla głośników to około 85 - 92 dB SPL. Im wyższa skuteczność, tym głośniejszy dźwięk będzie wydobywać się z głośnika po doprowadzeniu sygnału o określonej mocy.

W przypadku głośników analogowych skuteczność głośnika jest zazwyczaj wskaźnikiem jego jakości. Niższa skuteczność oznacza słabszy magnes lub mniejszą i tańszą cewkę. Dlatego też, gdy idzie o jakość dźwięku, głośnik 10-calowy niekoniecznie musi być lepszy od 8-calowego.

W przypadku głośników cyfrowych wzmacniacz jest wbudowany w głośnik. Pomiar skuteczności głośnika nie jest kluczowy dla określenia jego jakości.

6.3 Wbudowany cyfrowy procesor sygnałowy

Wszystkie głośniki Axis posiadają wbudowany wzmacniacz i cyfrowy procesor sygnałowy (DSP) zapewniające wstępnie skonfigurowaną jakość dźwięku, dzięki czemu posłużą również osobom niemającym wiedzy eksperckiej w zakresie systemów fonicznych. Procesor sygnałowy analizuje i przetwarza sygnały foniczne w celu poprawy zrozumiałości mowy.

Dzięki wbudowanemu procesorowi sygnałowemu głośniki Axis odfiltrowują szумы tła i równoważą częstotliwości sygnału fonicznego celem poprawy jakości dźwięku. Ma tu miejsce również kompresja zakresu dynamiki sygnału fonicznego. Sygnał foniczny charakteryzuje się zwykle wahaniami amplitudy. Funkcja ta równoważy je w taki sposób, by dźwięk był emitowany z optymalną dla odbiorców głośnością.

Procesor sygnałowy kompensuje dźwięki ciche, mniej słyszalne przy niskim poziomie głośności. Zwiększa przy tym poziom tonów o takich częstotliwościach, aby słuchacz otrzymał najbardziej wyraźny przekaz. Ponadto przetwarza, przechowuje i przesyła cyfrowo dźwięk ze źródła do głośnika. Wszystko to poprawia jakość dźwięku i utrzymuje jego głośność, co oznacza, że dźwięk jest dobrze zoptymalizowany pod kątem głośników. Profile dźwiękowe tła muzycznego i głosu są predefiniowane, dzięki czemu nie trzeba manualnie sterować jakością dźwięku.

6.4 Rodzaje głośników

Głośniki dostępne są w różnych obudowach, poziomach ciśnienia akustycznego oraz opcjach montażu. Niektóre rodzaje głośników doskonale nadają się do przekazywania wyraźnych i dobrze słyszalnych

komunikatów w hałaśliwym otoczeniu zewnętrznym, inne lepiej sprawdzają się w mniejszych pomieszczeniach.



Figure 8. Głośniki Axis.

6.4.1 Kolumna głośnikowa hi-fi

W sprzęcie hi-fi powszechnie stosuje się 2- lub 3-drożne kolumny głośnikowe. Kolumny te zawierają kilka różnych głośników w celu wiernej reprodukcji jak najszerszego pasma częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz. Jeden głośnik może reprodukować dźwięk o częstotliwości do 500 Hz, drugi o częstotliwości od 500 Hz do 9 kHz, a trzeci powyżej 9 kHz. Częstotliwości te ustalane są poprzez konstrukcję zamontowanej w kolumnie zwrotnicy. Kolumna głośnikowa hi-fi służy do bardzo wiernego odtwarzania dźwięku przy wysokiej głośności.

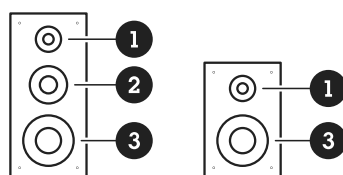


Figure 9. Kolumny głośnikowe hi-fi. Głośnik wysokotonowy (1), głośnik średniotonowy (2) i głośnik niskotonowy (3).

6.4.2 Głośnik tubowy

Głośnik tubowy ma zupełnie inne zastosowanie niż kolumna głośnikowa hi-fi i nie powinien reprodukować szerokiego pasma częstotliwości. Jego przeznaczeniem jest natomiast maksymalizacja głośności tych częstotliwości, na które ludzkie ucho jest najbardziej wrażliwe, tak aby głośnik był w stanie przekazać

komunikat (na przykład głos lub sygnał ostrzegawczy) tak wyraźnie, jak to tylko możliwe. Głośnik tubowy kieruje całą wiązkę dźwięku w jedną stronę, co dodatkowo zwiększa jego ciśnienie akustyczne.



Figure 10. Sieciowy głośnik tubowy.

6.4.3 Głośnik wielofunkcyjny

Głośniki wielofunkcyjne są łatwe w instalacji w systemie i zawierają rozwiązania typu „wszystko w jednym”. Można je stosować do emisji na żywo lub nagranych komunikatów głosowych w celu przekazania poleceń bezpieczeństwa lub ostrzeżenia osób niepożądanych. Mogą również odtwarzać tło muzyczne. Oferta Axis obejmuje różnego rodzaju głośniki wielofunkcyjne:

6.4.3.1 Głośnik w obudowie

Głośnik sieciowy w obudowie Axis zapewnia średni poziom ciśnienia akustycznego. Może być stosowany w większości pomieszczeń, choć nieco mniej nadaje się do instalacji w bardzo hałaśliwym otoczeniu. Może być również stosowany częściowo na zewnątrz, to znaczy pod zadaszeniem chroniącym przed

ulewnym deszczem. Głośnik można zamontować w pionie lub w poziomie, na ścianie lub na suficie, a nawet podwiesić za pomocą zestawu do zawieszania.



Figure 11. Głośnik w obudowie.

6.4.3.2 Głośnik sufitowy

Sieciowy głośnik sufitowy Axis charakteryzuje się średnim poziomem ciśnienia akustycznego. Jest przeznaczony do instalacji w miejscach o niższym natężeniu hałasu, takich jak szpitale, szkoły, sklepy czy

biurowce. Można go zamontować w suficie podwieszanym, dzięki czemu będzie niewidoczny i należyście zamocowany.



Figure 12. Głośnik sufitowy.

6.4.3.3 Głośnik do zawieszania

Sieciowy głośnik do zawieszania Axis dysponuje średnim poziomem ciśnienia akustycznego i nadaje się do niezbyt głośnych pomieszczeń z wysokimi sufitami. Dostępny jest w dwóch rozmiarach; długość jego kabla można dostosować do wysokości sufitu.



Figure 13. Głośnik do zawieszania.

6.4.3.4 Głośnik miniaturowy

Miniaturowy głośnik sieciowy Axis zapewnia niski poziom ciśnienia akustycznego i powinien być stosowany w cichszych pomieszczeniach. Ma niewielkie wymiary i dyskretny wygląd, dzięki czemu pasuje do miejsc o ograniczonej przestrzeni lub korytarzy, gdzie można go zamontować natynkowo na ścianie lub suficie. Swoim zasięgiem pokrywa ponadto stosunkowo duży obszar, co pozwala ograniczyć liczbę głośników. Urządzenie posiada wbudowaną czujkę PIR na potrzeby detekcji ruchu, którą można skonfigurować w taki sposób, by głośnik automatycznie odtwarzał zapisany komunikat w przypadku zbliżenia się człowieka.



Figure 14. Głośnik miniaturowy.

6.4.3.5 Projektor dźwięku

Sieciowy projektor dźwięku Axis charakteryzuje się wysokim poziomem ciśnienia akustycznego i naturalnym, bogatym pasmem akustycznym. Oznacza to, że komunikaty przekazywane są tak wyraźnie jak to możliwe, a tło muzyczne również brzmi dobrze. Projektor dźwięku może być stosowany w instalacjach zewnętrznych i w głośnych pomieszczeniach. Może być umieszczony na słupie, na ścianie lub na suficie.

Można go instalować w miejscach łatwo dostępnych, w których ryzyko wandalizmu jest wyższe – projektor jest wandaloodporny, a jego minimalistyczny wygląd wtapia się w otoczenie.



Figure 15. Projektor dźwięku.

6.5 Rozmieszczenie głośników

Istnieje szereg możliwości umieszczenia głośników. Ogólna reguła jest taka, aby w miarę możliwości zawsze kierować dźwięk wzdłuż pomieszczenia. Oznacza to, że w przypadku prostokątnego pomieszczenia należy umieścić głośniki na krótszych ścianach i skierować wzdłuż dłuższych ścian. Pozwoli to na możliwie daleką propagację dźwięku zanim nastąpi odbicie od ścian. Nie zaleca się montowania głośnika w narożniku, ponieważ spowoduje to nierównomierne wzmocnienie tonów niskich.

6.5.1 Rozmieszczenie w klastrach

Jeżeli priorytetem jest prosta i tania instalacja, głośniki można zainstalować w klastrach. Zminimalizuje to prowadzenie okablowania, ale pogorszy propagację dźwięku.

6.5.2 Rozmieszczenie na ścianach

Jeżeli wymiary pomieszczenia na to pozwalają, a dodatkowe okablowanie nie stanowi problemu, prawdopodobnie lepszą dystrybucję dźwięku zapewni rozwiązanie polegające na rozmieszczeniu głośników na ścianie. Przy takiej samej liczbie głośników jak w przykładzie rozmieszczenia punkty instalacji można przyjąć jak na rysunku. Jeżeli jednak pomieszczenie jest duże, zasięg głośników może okazać się niewystarczający.

6.5.3 Rozmieszczenie na suficie

Jeżeli w pomieszczeniu znajduje się sufit podwieszany lub istnieje możliwość zainstalowania wbudowanych głośników sufitowych, dyskretnym rozwiązaniem będzie montaż w suficie. Takie umiejscowienie zależy jednak od wysokości sufitu. Im niższy sufit, tym więcej głośników potrzeba do pokrycia określonego obszaru.

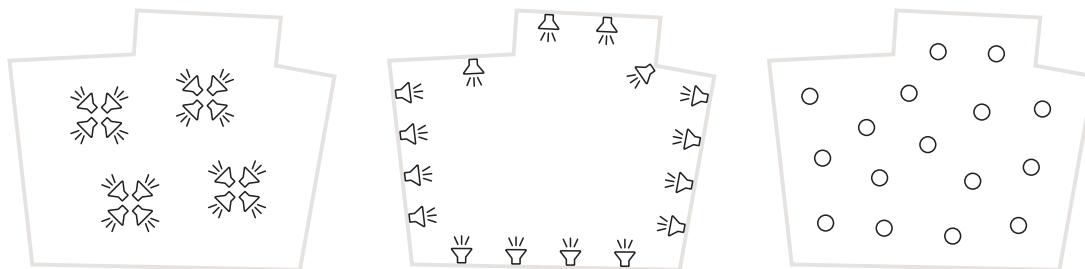


Figure 16. Rozmieszczenie głośników w klastrach, na ścianach i sufitach.

6.6 AXIS Site Designer

Aplikacja AXIS Site Designer (<https://sitedesigner.axis.com>) to pomocne narzędzie online do planowania i projektowania instalacji fonicznych (a także instalacji wizyjnych), jak również do wyboru głośników, liczby potrzebnych głośników, ich optymalnego rozmieszczenia itp. w odniesieniu do warunków panujących w miejscu instalacji.

O firmie Axis Communications

Axis umożliwia tworzenie mądrzejszego i bezpieczniejszego świata, tworząc rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo i wydajność biznesową. Jako firma z branży technologicznej będąca liderem na rynku, Axis oferuje systemy dozoru wizyjnego, kontroli dostępu, domofonowe i rozwiązania audio. Rozwiązania te są wzbogacone o inteligentne aplikacje analityczne i wysokiej jakości szkolenia

Firma Axis zatrudnia około 4000 zaangażowanych pracowników w ponad 50 krajach i współpracuje z partnerami z sektora technologii oraz integracji systemów na całym świecie, aby dostarczać rozwiązania dla klientów. Firma Axis powstała w 1984 roku, a jej siedziba znajduje się w Lund w Szwecji