

2. Zasady słyszenia przestrzennego.

2.1. Postrzeganie dźwięku przez człowieka.

Zdolność do przyjmowania dużej ilości wrażeń słuchowych w krótkim czasie wynika z psychofizjologicznych własności człowieka. Do aparatu słuchowego bez przerwy dociera ogromna liczba dźwięków: w ciągu 1 sekundy organizm przyjmuje 10^9 bitów informacji.

Wrażenia słuchowe nie są jednak wyłącznie wynikiem biernego odbioru bodźców zewnętrznych, lecz są dodatkowo uwarunkowane cechami charakterologicznymi obserwatora, jego doświadczeniem słuchowym oraz procesami aktualnie zachodzącymi wewnątrz jego organizmu. Zmienność tych warunków tłumaczy różnice wrażeń w odbiorze tych samych bodźców akustycznych przez różnych słuchaczy oraz wyjaśnia, dlaczego ten sam słuchacz postawiony dwukrotnie wobec tej samej sytuacji dźwiękowej może odbierać różne wrażenia słuchowe.

Badania nad postrzeganiem dźwięku wchodzą w zakres problematyki percepcji. Problemami tymi zajmuje się Krystyna Danecka-Szopowa z Akademii Muzycznej w Warszawie. W artykule zatytułowanym: "Podstawowe wymiary psychologiczne dźwięku"[5] pisze: "Dźwięk spostrzegany jest jako przedmiot, wyodrębniony z otoczenia. Dźwięk jest akustycznie złożoną strukturą, może być jednak w pewnych warunkach postrzegany jako zjawisko proste. Dzieje się tak najczęściej w spostrzeżeniach osób bez przygotowania muzycznego, nie-muzyków.

Muzycy mają możliwość wielorakiej percepcji dźwięku. Spostrzegają go:

- jako całość, globalnie,
- jako całość złożoną z wielu współczynników,
- skupiają się na jakimś wybranym współczynniku, np. wysokości,
- spostrzegają kilka współczynników jednocześnie, np. wysokość, barwę i dynamikę.

Wnioski te dotyczą spostrzegania pojedynczego dźwięku w warunkach eksperymentalnych.

U muzyków na skutek praktyki muzycznej wytwarza się bardzo ostre ujmowanie poszczególnych współczynników dźwięku, czyli wykształcają się jasne i wyraźne wrażenia słuchowe. Na tym poziomie dołączają się do wrażeń jakości emocjonalne, zabarwiając je w charakterystyczny sposób, co ma zasadnicze znaczenie dla strony wyrazowej muzyki".

2.2. Podstawowe wymiary psychologiczne dźwięku.

Każdy dźwięk może być definiowany jako zaburzenie falowe w ośrodku sprężystym, zdolne do wywołania wrażenia dźwiękowego. Terminem "dźwięk" określa się także wrażenie

sluchowe, wywołane tym zjawiskiem. Określenie to stosuje się więc na oznaczanie dwóch pojęć: jednego z zakresu fizyki, drugiego z zakresu psychologii. Mówiąc o dźwięku można zatem mieć na myśli oba aspekty tego zjawiska, lub tylko jeden z nich. Dźwięk jako zjawisko fizyczne charakteryzują cechy obiektywne, jak np.: natężenie, skład widmowy i zmiany w czasie ([36] str. 18, 34).

Na podstawie doświadczenia spostrzegany dźwięk charakteryzuje się następującym szeregiem cech subiektywnych [5]:

1. wysokością,
2. głośnością,
3. barwą,
4. trwaniem,
5. gęstością,
6. rozciągłością,
7. objętością,
8. tonalnością,
9. wokalnością,
10. jasnością,
11. wrażeniami wibracyjnymi.

Wszystkie one są zjawiskami prostymi i odpowiadające im terminy pierwotne są niedefiniowalne.

Wymienione wyżej cechy można uszeregować na kilka grup:

I. sluchowe	II. przestrzenne	III. wzrokowe	IV. czasowe
<i>głośność</i>	<i>wysokość</i>	<i>barwa</i>	<i>trwanie</i>
<i>tonalność</i>	<i>gęstość</i>	<i>jasność</i>	
<i>wokalność</i>	<i>rozciągłość</i>		
<i>wrażenia</i>	<i>objętość</i>		
<i>wibracyjne</i>			

/wg. K. Daneckiej-Szopowej [5]/

Pierwsze cztery jakości reprezentujące poszczególne grupy są to tradycyjne, najlepiej znane wymiary: głośność, wysokość, barwa i trwanie. Dalsze jakości są wynikiem coraz bardziej precyzyjnej analizy dźwięku, jaka dokonuje się na dwóch drogach [5]:

1. badań eksperymentalnych,

2. praktyki muzycznej.

Głośność - jest cechą odnoszącą się do wszystkich zjawisk akustycznych. Umożliwia uporządkowanie wrażeń słuchowych w skalę od najcichszych do najgłośniejszych. Zależy ona przede wszystkim od takich parametrów, jak natężenie dźwięku, czas trwania oraz skład widmowy.

Wysokość - cecha najbardziej eksponowana muzycznie, szczególnie, że posiada charakter przestrzenny, a nie słuchowy [5]. Umożliwia uporządkowanie wrażeń słuchowych na skali od najwyższych do najniższych. Jednak nie wszystkie zjawiska dźwiękowe wywołują wrażenie określonej wysokości, która jest cechą dźwięków prostych, dźwięków złożonych o harmoniczną budowę widma oraz - w pewnych przypadkach - szumów barwnych i dźwięków nieharmonicznych [5].

Trwanie - "jest jedną z cech wrażeń i nie zawiera momentów słuchowych, lecz jest silnie związane z formą przebiegów muzycznych" [5].

Barwa - jest cechą, której opisanie i zdefiniowanie napotyka wiele problemów. Tradycyjnie zaliczana do wrażeń pierwotnych, w świetle nowych badań nasuwa wątpliwości co do zakwalifikowania. Jest jakością prostą w percepcji, lecz bardzo wieloraką i złożoną w strukturze, wyznaczaną przez cały szereg zmiennych (wysokość, głośność, wibrato itp.). Według najnowszych teorii anglosaskich zarówno rozciągłość jak i objętość są składowymi barwy. Tradycyjnie łączy się ją z jasnością oraz całym szeregiem innych jakości zmysłowych (wzrokowych, smakowych, dotykowych, termicznych) [5].

2.3. Osobliwości słyszenia muzycznego. Słuchowa ocena dźwięku.

Niezwykle ciekawym problemem, o którym należy wspomnieć, jest pytanie: jak ucho obiektywnie ocenia wytworzone dźwięki; jak je słyszymy? Od wielu lat trwają badania nad zależnościami słyszenia. Zarówno psychofizycy i psychofizjolodzy wykazują pewne osobliwe analogie między zjawiskami dźwiękowymi. Anomalie te, nie brane zwykle pod uwagę przez kompozytorów, mogą niekiedy zaważyć na powodzeniu wykonania utworu. Z cechami subiektywnymi dźwięku wiążą się pewne osobliwości słyszenia człowieka.

2.3.1. Wrażenie wysokości.

Ucho ludzkie potrafi rozróżnić dźwięki o rozmaitych wysokościach tylko wówczas, gdy różnica ich wysokości przekracza pewne określone minimum, tzw. próg różnicy wysokości. Wielkość ta nie jest stała, zależy bowiem od wysokości dźwięków oraz ich natężenia i czasu trwania. Okazuje się, że przy stopniowym skracaniu czasu trwania dwóch dźwięków różnej wysokości można dojść do pewnej granicy czasu, poniżej której nie będzie możliwe rozpoznanie, który z dźwięków jest wyższy a który niższy. Granica czasu, poniżej której nie można określić wysokości dźwięku nosi nazwę progu czasu trwania dźwięku. Wartość tego czasu zależy od częstotliwości i natężenia dźwięku ([6] str. 76).

Na podstawie kilku prostych doświadczeń można wykazać, że nie istnieje absolutna miara wysokości i głośności. Badania zależności wysokości dźwięku od poziomu jego głośności wykazały, że wrażenie wysokości niskich tonów obniża się, a wrażenie wysokości tonów wysokich podwyższa, przy wzrastającym poziomie głośności. Częste zmiany dynamiczne niskich i najwyższych dźwięków w utworze muzycznym mogą zatem prowadzić do zauważalnych rozstrojeń. W zakresie średnich częstotliwości zmiany te są małe. Wspomniane odchylenia wysokości objawiają się wyraźnie w sukcesywnym następstwie dźwięków, natomiast nieznacznie w strukturach akordowych. Wrażenie rozstrojenia dźwięku będzie tym wyraźniejsze, im źródło uboższe jest w tony harmoniczne. Na przykład, podczas wybrzmiewania fortepianu występuje rozstrojenie w kierunku większej wysokości, na skutek ciągłego zmniejszania się natężenia dźwięku. Zapewne urok dźwięku fortepianu polega właśnie na tym rozstrojeniu, które jest konieczne dla wywołania określonego doznania estetycznego. Najmniejsze rozstrojenie występuje w zakresie między 1000 a 2000 Hz, który odznacza się zupełną niezależnością od poziomu głośności. Nieznaczne rozstrojenie wewnątrz dźwięku ucho ocenia jako bodziec pozytywny ([36] str.94-106).

2.3.2. Ocena poziomu głośności.

Podobnie jak częstotliwość, ucho potrafi odróżnić dźwięki o różnych poziomach natężenia tylko wówczas, gdy różnica tych poziomów przekracza pewne określone minimum, zwane progiem różnicy poziomu natężenia. Nie jest to wielkość stała. Jej zależność od wysokości dźwięku związana jest z nierównomierną czułością słuchu. W środkowym zakresie częstotliwości, tj. od 500 do 8000 Hz, próg ten przy średnich poziomach natężeń wynosi około 0.8 dB, wzrastając dla niższych dźwięków do 3 dB, oraz dla najwyższych do 1 dB. Próg ten wzrasta również dla dźwięków bardzo głośnych i maleje dla bardzo cichych [6, str. 78-83].

Dla narządów zmysłu człowieka obowiązuje podstawowe prawo psychofizyczne Webera-Fechnera, według którego wrażenie wzrasta proporcjonalnie do względnego przyrostu natężenia bodźca, jednak czułość ucha nie jest jednakowa dla wszystkich częstotliwości. Zatem przyjmuje się jako odniesienie ton 1000 Hz, przyporządkowując stopniom głośności

odpowiednie ciśnienia akustyczne w skali logarytmicznej. W ten sposób utworzone krzywe izofoniczne pokazują, że ucho odznacza się szczególnie dużą czułością przy 2000 do 3000 Hz. W zakresie małych częstotliwości ucho jest tym mniej czułe, im niższy jest poziom głośności.

Krzywe izofoniczne (jednakowego poziomu głośności), wykreślone w fonach, nie dają w gruncie rzeczy informacji o rzeczywistym wrażeniu głośności. Do ilościowej oceny subiektywnej poziomu głośności wprowadzono jednostkę "son". Wzrost od 30 do 90 sonów oznacza trzykrotnie większą głośność.

W muzyce wykorzystuje się jedynie ograniczoną część skali poziomu głośności. Najcichsze dźwięki są zagłuszane przez szumy otoczenia. W utworze orkiestrowym najcichsze fragmenty należy wykonywać z poziomem głośności rzędu 30 do 40 fonów, a więc głośnością od .04 do 1.0 sona. Dalsze ograniczenia dynamiki wynikają z pogłosu pomieszczenia, który działa podobnie jak tło szumów.

W obszarze słyszalności za najkorzystniejszy i najbardziej istotny dla muzyki uważa się zakres od 1000 do 2000 Hz; za dopuszczalny ze względu na czystość dźwięku poszerzony zakres od 800 do 3000 Hz. Zakres od 800 do 1000 Hz odpowiada formantom samogłoski "a", która w szeregu barw samogłoskowych zajmuje środkową pozycję i którą ucho odczuwa jako optimum. Również w charakterystyce czasu pogłosu sal koncertowych korzystne jest uwypuklenie zakresu w pobliżu 1000 Hz ([36] str. 103-106).

2.3.3. Słyszenie kierunkowe.

Oprócz zdolności rozpoznawania wysokości, natężenia, barwy i czasu trwania dźwięku narząd słuchu człowieka posiada zdolności określania kierunku, z którego pochodzi dźwięk.

Przy słuchaniu jednym uchem określenie kierunku jest bardzo niedokładne, natomiast przy słuchaniu binauralnym (dwuusznym) dokładność jest bardzo duża.

Słyszenie kierunkowe jest spowodowane różnicą faz sygnałów, różnicą czasu ich trwania oraz różnicą natężeń. Gdy źródło dźwięku znajduje się dokładnie w płaszczyźnie symetrii głowy, różnica faz sygnałów jest równa zero. Wystarczy jednak przesunięcie źródła dźwięku o 3 stopnie w lewo lub w prawo od tej płaszczyzny, aby nastąpiło wrażenie zmiany kierunku. Po przekroczeniu różnicy faz 360 stopni wskazania kierunkowe stają się jednak zawodne. Rozpoznanie kierunku dzięki różnicy faz ma znaczenie głównie dla dźwięków niskich i średnich i jest precyzyjniejsze dla kierunków zbliżonych do płaszczyzny symetrii głowy, niż dla kierunków bocznych.

Obok różnicy faz narząd słuchu reaguje na różnicę czasu między dojściem tego samego sygnału do obu uszu. Różnica ta nie zależy od wysokości dźwięku, natomiast

zwiększa się w miarę odchylenia się kierunku od płaszczyzny symetrii głowy. Również w tym przypadku czułość kierunkowa jest znacznie większa dla źródeł znajdujących się z przodu, z tyłu, z góry i z dołu, niż ze strony prawej lub lewej.

Narząd słuchu rejestruje również różnicę natężeń odbieranych przez lewe i prawe ucho. Różnica ta jest większa dla dźwięków wysokich niż dla niskich. Zwiększa się wraz z kątem w stosunku do płaszczyzny symetrii głowy; jest także większa dla źródeł bliskich niż dla odległych.

Współdziałanie sygnałów pochodzących od wszystkich trzech wymienionych różnic daje wrażenie kierunku. Określenia te nie zawierają jednak informacji o stosunku kierunku do poziomu (czy sygnał dochodzi z tyłu, z przodu czy z góry) oraz o odległości źródła. Te dodatkowe informacje uzyskujemy dzięki kształtowi małżowiny usznej, oddziałującej w różny sposób na tony składowe powyżej 7000 Hz w zależności od kierunku w płaszczyźnie pionowej, a także przez świadome lub nieświadome ruchy głowy w ciągu trwania dźwięku ([6] str. 84-86).