

Šestnáctikanálový záznam zvuku hudebních nástrojů

In describing the directivity properties of musical instruments it is suitable to use the system of several microphones in an anechoic room. This article describes the 16-channel recording system developed for measuring sound directivity, with sixteen microphones located on one horizontal plane. For the sufficient description of the musical instrument sound field we need to change the vertical position the microphone measuring plane.

1. ÚVOD

V rámci výzkumného projektu „Akustická typologie přirozených zdrojů hudebních signálů“ je ve Zvukovém studiu HAMU řešen problém nalezení vhodné klasifikace tj. třídění jednotlivých hudebních nástrojů podle jejich akustických vlastností. Jednou ze základních akustických vlastností každého hudebního nástroje je směrovost jeho vyzařování. Směrové vyzařovací charakteristiky dávají představu o rozložení akustického pole v okolí hudebního nástroje na různých frekvencích.

V příspěvku je popsán vývoj a vlastnosti měřicí metody, která má za úkol zjednodušit a zefektivnit snímání vyzařovacích vlastností hudebních nástrojů.

2. METODA

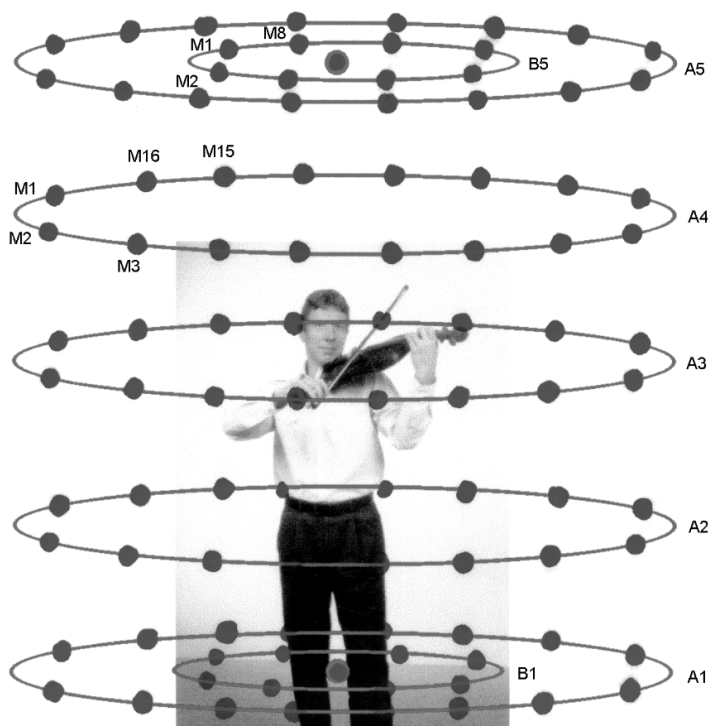
Pro minimální ovlivnění zvukového pole odrazy je důležité provádět měření ve volném poli. Proto byla pro naše účely použita bezodrazová místnost, kde je vliv odražených vln minimální, doba dozvuku se blíží k nule a kritická vzdálenost roste nade všechny meze.

Pokud je vyzařování zdroje zvuku stacionární, nebo je-li proměnlivost jeho vyzařování při opakování měření zanedbatelná, můžeme směrové vyzařovací vlastnosti zdroje zvuku měřit jedním mikrofonem. Postupně se mění jeho poloha na zvolené měřicí ploše, která definovaným způsobem obklopuje zdroj zvuku. Tato metoda je nejen příliš časově náročná, ale při reálné hře hráčem je vyzařování hudebních nástrojů nestacionární a navíc velmi těžko

opakovatelné. Proto je nezbytné použít větší počet mikrofonů a vyzařování do více směrů snímat současně. Pro tento účel byla na našem pracovišti vyvinuta měřicí síť, která umožňuje měřit akustické pole zdroje zvuku ve více směrech.

Měřicí síť byla navržena tak, aby byla snadno rozebíratelná a přenositelná do jiných (reálných) měřicích prostor. Mikrofony jsou umístěny na kruhové konstrukci, složené z krátkých hliníkových profilů. Průměr této nosné konstrukce byl zvolen 3 m s ohledem na rozměry bezodrazové místnosti, ve které se měření provádí. Na konstrukci je umístěno 16 mikrofonů, znamená to, že úhel mezi jednotlivými měřenými směry je $22,5^\circ$.

Celá konstrukce je zavěšena shora, tak lze snadno nastavit konstrukci do libovolné výšky. Pro získání přibližně stejné podrobnosti popisu akustického pole v rovině vertikální i horizontální, bylo pro měření zvoleno pět poloh konstrukce ve vertikálním směru (obr. 1). První a pátá poloha je ještě doplněna sestavou osmi mikrofonů umístěných na druhé kruhové konstrukci o průměru 1,5 m, spolu s mikrofonem umístěným přímo ve vertikální ose měřicí sítě.



Obr. 1. : Schématické znázornění poloh mikrofonů (M1-M16) a poloh konstrukce (A1-A5; B1, B5)

Důležitým krokem byl návrh přenosové cesty, který zahrnoval výběr vhodných mikrofonů, návrh jednoduché kabeláže, kvalitních zesilovačů a v neposlední řadě volbu ideálního záznamového zařízení.

Porovnáno bylo několik druhů „klipsových„ mikrofonů značky AKG, které však nesplnily požadavek nízké hladiny šumu. Proto byly zvoleny jednopalcové kondenzátorové mikrofony SENNHEISER typ ME 62. Pro zesílení signálu bylo třeba navrhnout a zkonstruovat šestnáctikanálový předzesilovač. Ten byl realizován pomocí obvodů SSM 2017. Tyto operační zesilovače jsou především pro své vynikající šumové vlastnosti k realizaci

mikrofonních předzesilovačů velmi často používány. Na kompletních zesilovačích byla provedena některá měření pro ověření jejich vlastností (Tab. 1).

Tab. 1. : Výsledky měření mikrofonních předzesilovačů

Veličina	Dosažené hodnoty	Jednotky
Frekvenční pásmo (-3dB)	22 – 22 000	Hz
Celkové zkreslení THD+N	0.005 – 0.05	%
Odstup signál/šum	97	dB

Posledním článkem přenosové cesty je zaznamenání naměřených dat. Nejvýhodněji lze záznam dat provádět pomocí vhodné zvukové karty přímo na pevný disk počítače. Po otestování několika zvukových karet byla zvolena karta ARC 88, která má osm analogových vstupů a osm analogových výstupů. Použitím dvou těchto karet lze najednou zaznamenávat potřebných 16 signálů. Pro jejich ovládání je používán software Samplitude Basic, což je klasický zvukový editor. Zaznamenaná zvuková data jsou ukládána do souborů ve formátu WAV. Velké množství dat z jednotlivých měření je archivováno na CD-R nosičích.

3. OVĚŘENÍ METODY

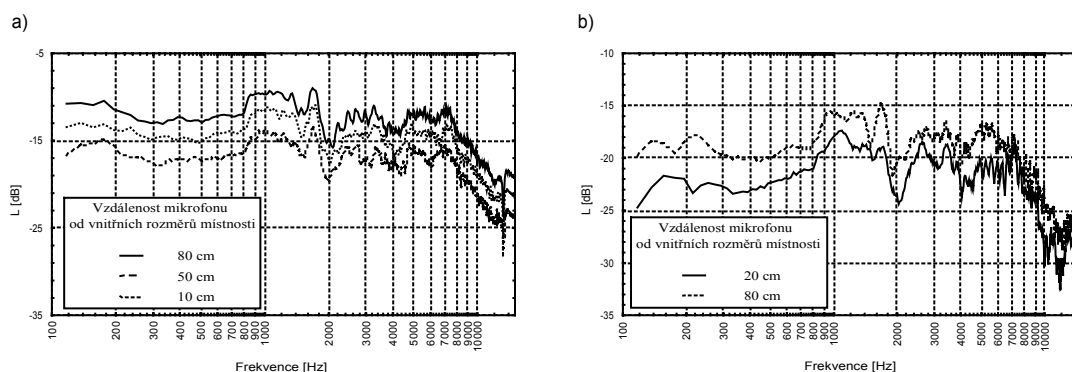
Základním požadavkem kladeným na kontrolní měření bylo ověřit způsobilost bezodrazové místnosti pro záznam zvuku hudebních nástrojů a zjistit vliv nosné konstrukce na akustické pole v místě mikrofonu. Jako zdroj zvuku byla používána dvoupásmová reproduktorová soustava YAMAHA MSP 5. Systémem MLSSA byly porovnávány přenosové charakteristiky dané reproduktorové soustavy měřené mikrofonem SENNHEISER v různých místech bezodrazové místnosti a vzdálenostech od zdroje zvuku.

Ověření vlivu vzdálenosti umístění měřicího mikrofonu od vnitřních rozměrů (klínů) bezodrazové místnosti na akustické pole bylo prováděno pro dva základní směry vyzařování zdroje zvuku. V prvním případě bylo snímáno vyzařování zdroje zvuku kolmo na stěnu bezodrazové místnosti (obr. 2.a). Vzdálenost měřicího mikrofonu od vnitřních rozměrů místnosti (vrcholu klínů) se pohybovala od 0 do 100 cm po 10 cm. Výsledky všech měřených vzdáleností byly pro vybrané frekvence zobrazeny do jednoho grafu (obr. 3). Ve druhém měření bylo snímáno vyzařování zdroje zvuku úhlopříčně, tj. směrem na hranu sousedních stěn bezodrazové místnosti (obr. 2.b). Vliv nosné konstrukce byl zjišťován ve dvou vybraných polohách mikrofonu M1, M4, výsledky pro mikrofon M1 jsou na obr. 4.

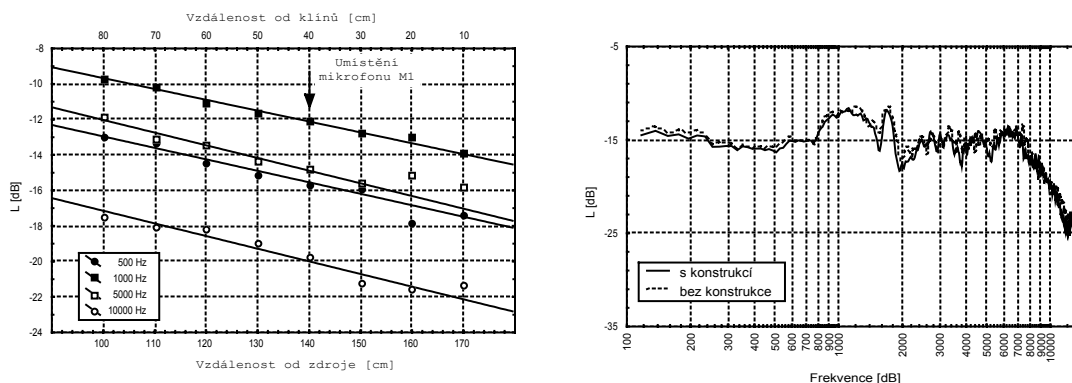
4. ZÁVĚR

Způsobilost bezodrazové místnosti byla ověřena pro frekvence od 125 Hz. Hladina akustického tlaku pro tyto frekvence klesá o 6 dB při zdvojnásobení vzdálenosti od zdroje zvuku, přípustné odchylky hodnot hladiny akustického tlaku dle ČSN ISO 3745 nebyly překročeny ani při měření v minimální vzdálenosti od vnitřních rozměrů místnosti (klínů). Umístění všech mikrofonů je proto vyhovující (obr. 3). Výsledky měření ukazují, že vliv samotné nosné konstrukce složené převážně z hliníkových profilů 10 x 10 cm je zanedbatelný (obr. 4).

Měřicí zařízení bude v budoucnu přemístováno také do reálného poslechového prostoru. Tak bude možno posuzovat vliv daného prostoru na vyzařovací vlastnosti konkrétního hudebního nástroje.



Obr. 2. : Vliv vzdálenosti mikrofonu od vnitřních rozměrů místnosti
 a) měřeno kolmo na stěnu místnosti, b) měřeno směrem do hrany místnosti



UZNÁNÍ

Výzkum se uskutečnil v rámci výzkumného projektu čís. VS 96031, financovaného MŠMT ČR.

LITERATURA

- [1] Otčenášek Z. a kol. : Akustická typologie přirozených zdrojů hudebních signálů, Dílčí výzkumná zpráva za rok 1997.
- [2] Syrový V. a kol. : Akustická typologie přirozených zdrojů hudebních signálů, Dílčí výzkumná zpráva za rok 1998.
- [3] ČSN ISO 3745, Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku. (Přesné metody pro bezodrazové a poloodrazové místnosti)