

TECHNOLOGICKÝ LIST čís. 39

poloprovozu ověřené technologie
prototypu uplatněné metodiky funkčního vzorku autorizovaného software*

Název: Stanovení vlivu varhan na dobu dozvuku v daném prostoru

Title: The determination of the influence of organs on the reverberation time in the given room

Původce (-i): Václav Syrový, Ondřej Moravec, Martin Vondrášek, Tomáš Hrádek

Vlastník (-ci): Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Zvukové studio

Lokalizace: 118 00 Praha 1, Malostranské nám. 13

Abstrakt: Přítomnost píšťalových varhan v sakrálním či koncertním prostoru je spojena nejenom s produkcí, ale současně též s absorpcí zvuku v širokém kmitočtovém rozsahu. Konstrukce varhan představuje souhrn velké řady akustických prvků s různým mechanismem pohlcování a rozptylování zvuku, jejichž celkový vliv může původní dobu dozvuku a její kmitočtový průběh zcela zásadně pozměnit. Navržená metodika je založena na stanovení účinné pohlcující plochy varhanních píšťal a jejího činitele pohltivosti a umožňuje kvalifikovaný odhad vlivu varhan na akustické vlastnosti daného prostoru.

Abstract: The presence of the pipe organ in a religious or a concert hall is associated not only with the sound production, but also with the sound absorption in a wide frequency range. The construction of the organ represents a summary of a wide range of acoustic elements with different mechanism of the absorption and dispersion of sound, whose influence may original reverberation time, frequency, and its progress quite substantially. The proposed methodology is based on the determination of the effective absorbing surface of the organ pipes and its coefficient of absorption and enables qualified estimation of the influence of the organ on the acoustic characteristics of the hall.

Popis: Viz Příloha k TL č. xxx; zpřístupnění popisu vázáno na udělení licence.

Inovační aspekty: Ve stavbě varhan, ani v projektech akustiky prostor, do kterých jsou prvotně či dodatečně umístěny píšťalové varhany, nebyl dosud zohledněn vliv varhan jako souboru velmi účinných pohlcujících i rozptylujících akustických prvků.

Čím je prostor menší, tím hrozí větší riziko zkrácení jeho doby dozvuku v důsledku instalace varhan, a to řádově v desítkách procent. Architekti a akustikové mají k dispozici exaktně změřenou pohltivost u nejrůznějších interiérových prvků, nábytku, obrazů, textilií, květinové výzdoby apod., včetně standardního posluchače. V případě varhan tato pohltivost nejenom není známa, ale v projektech instalace nových či přemístění stávajících varhan není vůbec zahrnuta a akceptována. Stanovení pohltivosti varhan dle navržené metodiky bylo v praxi ověřeno na dvou případech instalace nových varhan.

Přínosy: Pohltivost varhan je odvozena z účinné pohlcující plochy píšťal o Töpferově menzuře při respektování jejich typu a materiálu, který zohledňuje odpovídající činitel pohltivosti α , a plochy vzdušnic. Metodika poskytuje v praxi jednoduše aplikovatelný postup stanovení vlivu nově instalovaných či přemístěných varhan na dobu dozvuku daného prostoru.

Licence: Vlastníkem licence je AMU, Zvukové studio HAMU.

Licenční poplatek: Licenční poplatek je vyžadován.

Obor: Akustika a kmity – BI, Umění, architektura, kulturní dědictví – AL

Projekt: 1M0531 “Výzkumné centrum hudební akustiky”

Identifikační číslo RIV: RIV/61384984:51110/11:#0000178

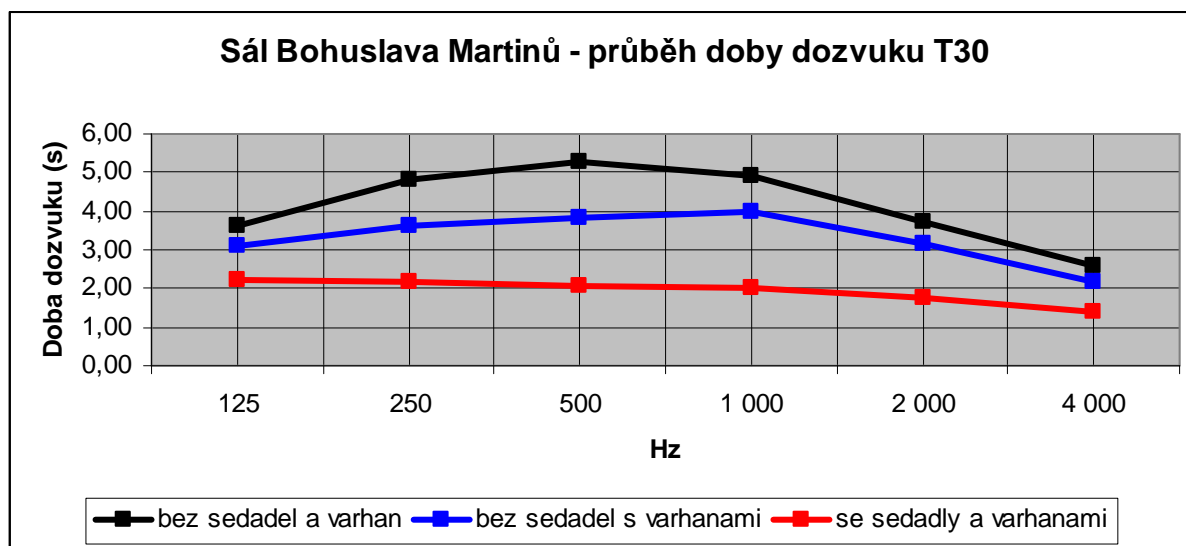
Poznámky:

*nehodící se škrtněte

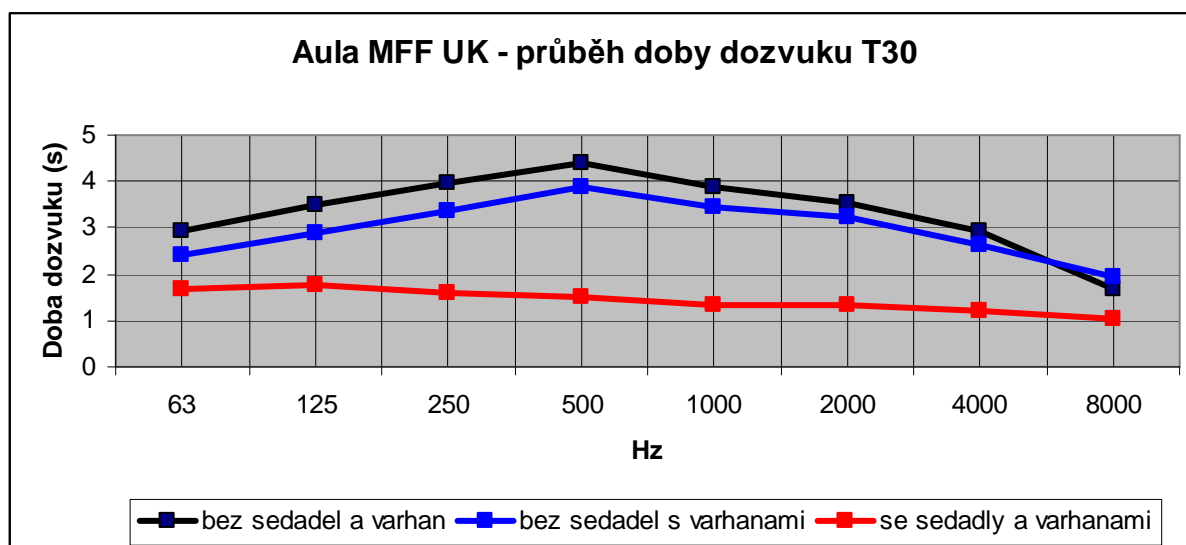
Příloha Technologického listu TL39

Stanovení vlivu varhan na dobu dozvuku v daném prostoru

Přítomnost píšťalových varhan v sakrálním či koncertním prostoru je spojena nejenom s produkcí, ale současně též s nezanedbatelnou absorpcí zvuku v širokém kmitočtovém rozsahu. Konstrukce varhan představuje souhrn velké řady akustických prvků s různým mechanismem pohlcování a rozptylování zvuku, jejichž celkový vliv může původní dobu dozvuku a její kmitočtový průběh zcela zásadně pozměnit. Vliv instalace varhan do prostoru pochopitelně závisí na jeho velikosti prostoru i velikosti varhan. Čím tento prostor bude menší a varhany větší, tím změna doby dozvuku bude výraznější. Příležitost změřit akustické vlastnosti prostoru před a po instalaci varhan se vyskytuje velmi zřídka, souvisí buď se stavbou nových prostorů, nebo s generální opravou či rekonstrukcí varhan spojenou s jejich úplnou demontáží. Vliv varhan na průběh doby dozvuku je následně demonstrován na Sálu Martinů Lichtenštejnského paláce, sídla HAMU, na Malostranském náměstí v Praze 1 a na refektáři Profesního domu, Auly MFF UK, taktéž na Malostranském náměstí. Akustické vlastnosti Sálu Martinů (viz následující graf) byly poprvé měřeny při dokončování rekonstrukce objektu v roce 1993, a to 26.2. před instalací sedadel a varhan a 17.5. po instalaci sedadel a varhan, viz následující graf. Vliv sedadel byl dopočítán na základě znalosti jejich činitele pohltivosti.



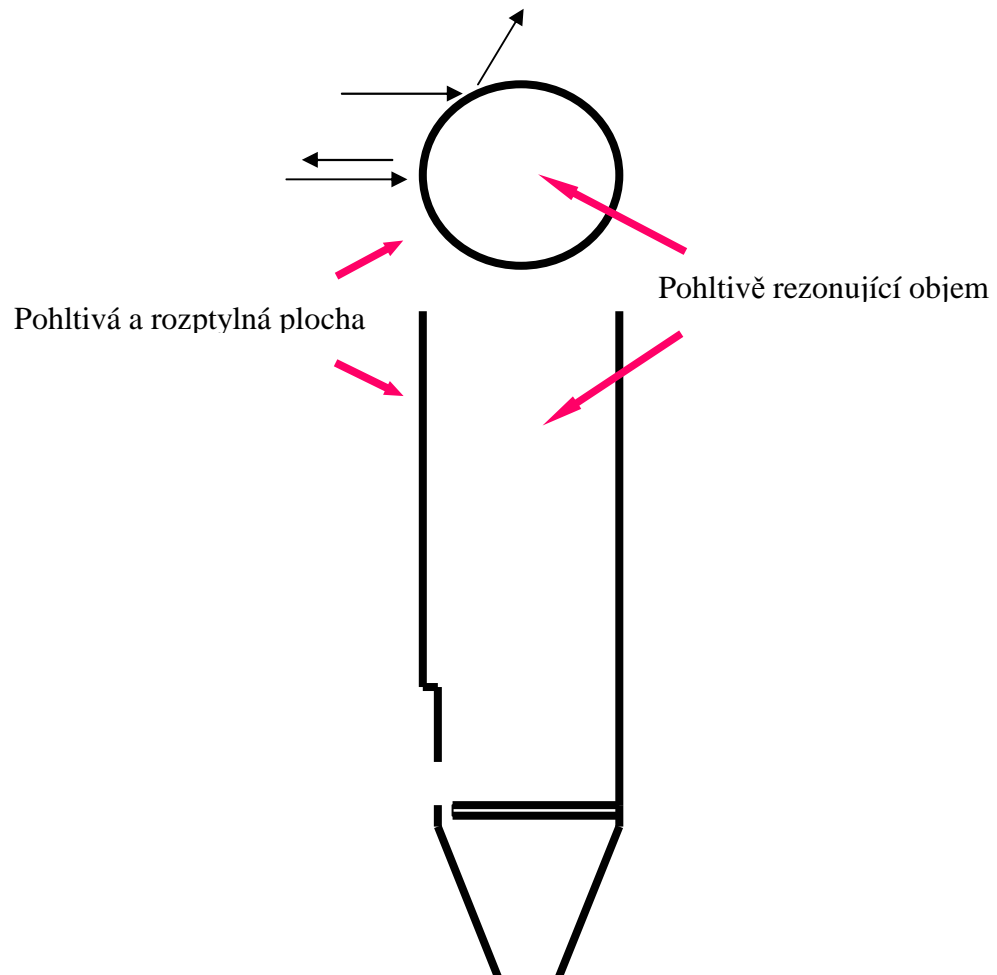
Akustické vlastnosti Auly MFF UK byly změřeny 25.8.2006 před instalací sedadel a varhan, 16.7.2007 po instalaci varhan a tentýž den po instalaci sedadel (viz následující graf).



1. Úvod

Retná i jazyková varhanní píšťala představuje ve zjednodušeném pojetí spojení tří akustických prvků, které pohlcují event. rozptylují dopadající zvuk (viz následující schematický obrázek):

- **pohlcující vnější plochu** válce, kvádry, kužele ev. jiného prostorového tvaru píšťaly s konkrétním činitelem pohltivosti α pro kolmý dopad zvukové vlny
- **rozptylující vnější plochu** téhož tvaru píšťaly pro všesměrový dopad zvukové vlny
- **pohlcující vnitřní objem** ve funkci rezonátoru s rozptýlenými prvky (zvukovod odpovídajícího tvaru o délce určující základní, případně vyšší módy vlastních rezonancí) nebo se soustředěnými prvky (Helmholtzův rezonátor s odpovídajícím rezonančním kmitočtem)



Teorii pohlcování zvuku na povrchu a uvnitř varhanních píšťal se zabýval Benade [1], [2], [3]. Stanovil vizkózní a tepelné ztráty na povrchu píšťaly a prokázal, že činitel pohltivosti α povrchu píšťaly je v podstatě nezávislý na poměru průměru píšťaly k vlnové délce odpovídajícího tónu. Dále stanovil rozdíl v pohltivosti válcové a rovinné plochy (ve prospěch plochy rovinné) a pohltivost řady píšťal s rozlišením vlivu jejich vnitřního objemu a vnějšího povrchu v závislosti na menzuraci. Benade se však nezabýval vlivem varhan jako celku na dobu dozvuku v daném prostoru, ani nenaznačil postup, který by mohli varhanáři, architekti a akustikové pro tento účel v praxi použít. Meyer [4] odhaduje činitel pohltivosti varhan v uzavřené skříni v rozsahu 0,5 až 0,6 (pravděpodobně vztaheno k ploše prospektu), Beranek [5] pouze konstatuje v případě koncertních sálů částečné pohlcování zvuku orchestru varhanami, a to rovnoměrné v celém kmitočtovém rozsahu. Další publikace, které by se (kromě pouhého konstatování) vlivem varhan na dobu dozvuku v daném prostoru, nejsou známy.

Na pohlcování zvuku v daném prostoru má podle Benadeho [2] největší vliv vnitřní objem píšťal, převažující válcový tvar působí příznivě na rozptyl zvuku, podstatně méně již na jeho pohlcování. Vliv rezonančních vlastností píšťal vzhledem k obsáhnutí tónového rozsahu 8 resp. 9 oktáv je možné považovat za širokopásmový s klesající účinností, resp. s klesajícím činitelem pohltivosti směrem k vyšším kmitočtům.

K účinnosti pohlcování zvuku značně přispívá též prostorové uspořádání píšťal a umístění varhan v daném prostoru, na což poukazuje Meyer [4]. Obdobný vliv umístění pohlcujících rezonátorů je znám z řešení akustiky