

TECHNOLOGICKÝ LIST č. 64

~~poloprovozu ověřené technologie prototypu
uplatněné metodiky funkčního vzorku autorizovaného software*~~

Název: Změna zvuku změnou tlaku u kovové píšťaly barokního typu

Title: The changes of the sound of metal organ pipe of baroque type by means of the pressure modification

Původce (-i): Zdeněk Otčenášek, Petr Koukal, Martin Švejda, Ondřej Moravec, Pavel Dlask

Vlastník (-ci): Akademie múzických umění v Praze, Hudební a taneční fakulta, Výzkumné centrum MARC

Lokalizace: 118 00 Praha 1, Malostranské nám 13

Abstrakt: Technologický list popisuje výsledky ověření technologie změny zvuku změnou tlaku u kovové varhanní píšťaly barokního typu, která slouží k odstranění nepůvodního zásahu do vzduchového systému varhan. Technologie se používá při obnovování původního stavu varhan. Ověření technologie bylo realizováno při použití původního tlaku 50 mm H₂O (490 Pa) a nepůvodního 70 mm H₂O (686 Pa) na zvuk a na proudění vzduchu v ústech píšťaly. K celkovému ověření technologie z organologického hlediska byl však podstatný návrat z hodnoty 70 mm H₂O na hodnotu 50 mm H₂O při restaurátorském obnovování původního nastavení píšťal. Výsledky grafickou formou prezentují objektivní míru změny. Závěrečné shrnutí výsledků tyto změny slovně interpretuje a hodnotí použitý postup návratu do původního stavu z hlediska shody naměřených dat.

Abstract: The technological sheet describes the results of verification of the method of sound changes of the metal organ pipe -- baroque type -- by means of the pressure adjustment. The method restores the previous adjustment of the organs. The method was verified by measuring the effect of pressure on sound and air flow in the mouth of the organ pipe under two conditions: original state with pressure 50 mm H₂O (490 Pa), and adjusted state with pressure of 70 mm H₂O (686 Pa). The results are shown in graphs. The effect of the pressure adjustment is discussed in terms of agreement between the measured data.

Popis: Viz Příloha k TL č. 64.

Inovační aspekty: Vliv technologie změny tlaku ve vzduchovém systému pro varhanní píšťaly barokního typu nebyl nikdy takto komplexně dokumentován z hlediska vlivu na zvuk nebo proudění vzduchu v místech labia píšťaly. Obdobně nebylo provedeno objektivní ověření technologie návratu ke stavu před nepůvodním zásahem používaným při restaurování barokních varhan.

Přínosy: Ověření uvedené technologie poskytuje objektivní podklady pro vypracování metodologie restaurování varhan, při jejich návratu k původnímu stavu a zvukovému vyznění. Jelikož obdobně jako u jiných památek (např. architektonických) musí i u varhan a jejich zvuku rozhodnutí o obnově památky do nějakého stavu, který památka měla, když vznikla, nebo jej nabyla následně, vycházet z komplexního památkového postupu a posouzení odborníky. Z tohoto důvodu prezentovaná ověřená technologie sama o sobě není ověřeným restaurátorským postupem, ale je nezbytným předpokladem pro jeho kvalifikovaného vypracování.

Licence: Využití výsledku jiným subjektem je v některých případech možné bez nabytí licence (kód P). Vlastníkem licence je AMU a NPÚ. O udělení licence rozhoduje společně Výzkumné centrum MARC HAMU a Územní odborné pracoviště Národního památkového ústavu v Telči (NPÚ ÚOP Telč)

Licenční poplatek: Poskytovatel licence na výsledek požaduje licenční poplatek (kód A). Licenční poplatek je vyžadován pro komerční použití.

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

Projekt: NAKI DF12P01OVV012

Identifikační číslo RIV:

Poznámky:

*nehodící se škrtněte

Ukázka z textu přílohy k TL č. 64

Změna zvuku změnou tlaku vzduchu u kovové píšťaly barokního typu

Abstrakt

Technologie proměny zvuku varhan změnou tlaku na vzdušnici používaná při nepůvodních zásazích u barokních nástrojů v následujících obdobích byla ověřena na kovových píšťalách barokního typu a zároveň byl ověřen technologický postup obnovování původního zvukového stavu. Ověření technologie bylo realizováno dokumentováním vlivu použití tlaku 50 mm H₂O (490 Pa) a 70 mm H₂O (686 Pa) na zvuk a na proudění vzduchu v ústech píšťaly. K celkovému ověření technologie z organologického hlediska je však podstatný návrat z nepůvodní hodnoty 70 mm H₂O zpět na hodnotu 50 mm H₂O při restaurátorském obnovování původního nastavení píšťal. Výsledky grafickou formou prezentují objektivní míru změny. Závěrečné shrnutí výsledků tyto změny slovně interpretuje a hodnotí použitý postup návratu do původního stavu z hlediska shody naměřených dat.

<http://zvuk.hamu.cz/vyzkum/publikacni.php>

Bližší upřesnění výsledku: Z- ověřená technologie

Interní kód produktu: Změna zvuku změnou tlaku

Číselná identifikace: NAKI č. 1

Technické parametry výsledku: Technická dokumentace ověření viz. TECHNOLOGICKÝ LIST č. 63 (vydán r. 2014 Výzkumným centrem MARC, HAMU v Praze)

Ekonomické parametry výsledku: Postup dle ověřené technologie používaného při restaurování varhan zachová autenticitu zvukového vyznění historických varhan historických barokních varhan pro budoucí generace. U těchto hudebních památek je autenticita zvuku součástí národního bohatství, které obecně nelze ekonomicky vyjádřit, ale projevuje se v oceňování památky odborníky i širokou veřejností. Ve výsledku uvedené ověřená technologie, která bude využívána pro zachování nebo obnovu historických varhan, zajistí autenticitu jejich zvuku a ve všech případech jejího použití zvýší historickou cenu tohoto typu památek v ČR.

Kategorie výsledků podle nákladů: A - Náklady <= 5 mil Kč

IČ: 61384984 a 75032333

Vlastník: Akademie múzických umění v Praze a Národní památkový ústav

Licence: P/Z někdy

Poplatek P/Z někdy

Úvod

Zvukové vyznění varhan v období baroka představovalo v tehdejší době uznávaný dobový ideál, který v pozdějších dobách, zejména v 19. století v období romantizmu, byl nahrazen požadavky na co největší proměnlivost barvy zvuku, což odpovídalo i v té době nově komponovaným hudebním dílům a potřebě mít tuto hudbu kde interpretovat. Ve snaze uzpůsobit historické nástroje novým požadavkům docházelo k rozšiřování nástrojů o další rejstříky, ke změnám zvuku stávajících rejstříků a k jejich technologickým úpravám.

Jednou z možností změny zvuku píš'al je změna tlaku vzduchu, kterým vzduchové hospodářství varhan zásobuje jednotlivé píš'aly (tedy změna nastaveného pracovního tlaku píš'aly).

Technologický zásah zvýšení tlaku byl u varhan nejčastěji prováděn zvýšením hmotnosti závaží na měchovém zásobníku vzduchového systému (viz Obr. 1). Díky používané regulaci má větší hmotnost závaží za následek, že určité udržované hladiny víka zásobníku je dosaženo až při jeho naplnění větším objemem vzduchu (při stejném objemu zásobníku tak je tento větší objem vzduchu uvnitř zásobníku více stlačen). Snížení tlaku pak nastává při snížení hmotnosti závaží.

V souladu s nejnovějšími výsledky restaurátorských a dokumentačních průzkumů historických varhan v českých zemích (viz např. rukopisy restaurátorských a dokumentačních zprávy autorů Dalibor Michek, Rudolf Valenta, Boris Mettler a další, archivovaných v NPÚ Telč) byla v období baroka jako nejčastější používána hodnota tlaku 50 mm vodního sloupce (490 Pa).

Poznámka: v organologické a varhanářské literatuře [např. 5 až 8] se stále používá dřívějších měrných jednotek pro tlak vzduchu, v tomto technologickém listu určeném též pro varhanáře bude proto dále používáno jednotky mm H₂O).

Uvedené průzkumy také odhalují, že i když byl v pozdějších dobách z výše uvedených důvodů často prováděn nepůvodní zásah do vzduchové soustavy varhan, tyto nepůvodní zásahy obvykle neměnily tlak nad hodnotu 70 mm H₂O (686 Pa). Vyšší tlak by píš'aly barokního typu v podstatě nepřijímaly bez doplňujících razantních a tedy i pracných zásahů (z varhanářského hlediska degradujících původní výrobní nastavení).

Protože se větší zvýšení tlaku u historických barokních nástrojů v ČR objevuje jen výjimečně, uvedené dvě hodnoty (50 a 70 mm H₂O) byly použity pro ověření technologie změny zvuku změnou tlaku vzduchu. Technologie byla ověřena na kovových principálových píš'alách uvedených v Tab. 1.

Pro vizualizaci vzduchového proudění před píš'alou byla použita metoda popsaná v lit [1].

...

Píšťala č.	základní kmitočet [Hz]	délka těla [mm]	výška výřezu [mm]	šířka výřezu [mm]	Ø otvoru v noze [mm]	tón	popis píšťaly ve výchozím stavu
12	544	282	5,5	18,3	7,0	c# ²	Sn, otevřená, principálová menzura, labium překrývané, oslí hřbet
13	679	227	4,5	16,0	5,2	f ²	Sn, otevřená, principálová menzura, labium překrývané, oslí hřbet
14	270	573	8,6	33,5	10,0	c# ¹	Sn, otevřená, hamrovaná, principálová menzura, labium překrývané gotické
15	300	512	7,6	30,8	9,6	d ¹	Sn, otevřená, hamrovaná, principálová menzura, labium překrývané gotické

Tab. 1 Tóny, rozměry a tvary dokumentovaných píšťal



Obr. 1 Zátěž na zásobním měchu varhan

1 Dokumentace změny z výchozího stavu na nepůvodní stav

Výchozí stav odpovídal tlaku vzduchu 50 mm H₂O, na který byly v minulosti intonovány píšťaly většiny barokních varhan na území ČR (tomu odpovídala původní menzurační a výrobní nastavení kovové píšťaly barokního typu, původní poměry výřezu labia u použitých píšťal pro ověřování technologie viz Obr. 2 a hodnoty původních stavů jsou v Tab. 1).



Obr. 2 *Labium barokní kovové píšťaly*

Nepůvodní stav u měřených kovových píšťal barokního typu simuluje měření při tlaku 70 mm H₂O.

Výsledky jsou uvedeny v kapitole 3, kde jsou pro možnost ověření technologie změny zvuku píšťaly změnou tlaku vzduchu pod sebou společně uvedeny obrázky z měření proudění vzduchu při tlaku 50 mm H₂O viz Obr. 3 (nahore) a 70 mm H₂O (dole). Na Obr.4 je zobrazeno kmitočtové, harmonické a relativní harmonické spektrum zvuku píšťaly při tlaku 50 mm H₂O a 70 mm H₂O, sejmutého v blízkosti labia píšťaly, na Obr. 5 jsou zobrazena spektra zvuku sejmutého čelně před píšťalou ve vzdálenosti 1,2 m.

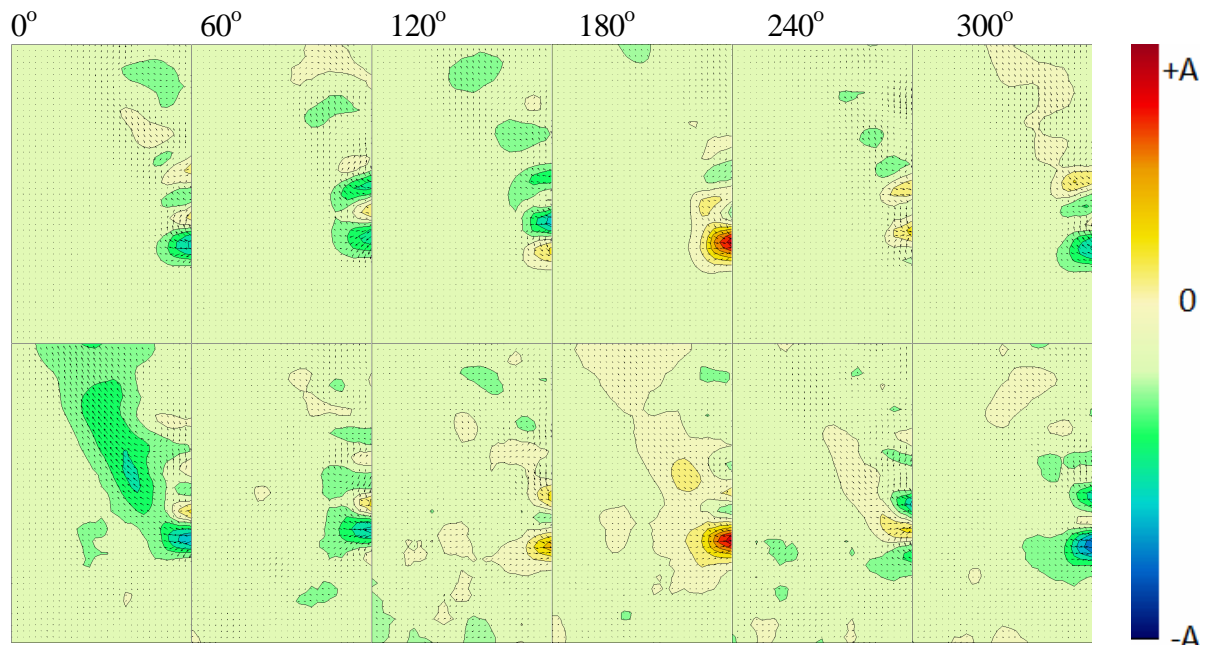
2 Dokumentace změny při návratu k původnímu stavu

Změna zvuku realizovaná pouze samotným zvýšením tlaku byla pro vyznění varhan obvykle nevhodná (obvykle píšťala měla tendenci k „přefuku“, což se projevilo zejména poklesem amplitudy základní harmonické a posílením některé z vyšších harmonických) a tak bylo zvýšení tlaku téměř vždy doprovázeno i změnou výšky výřezu, často doplněné i uzavřením nohy nebo i prováděním vpichů na jádře. Z těchto důvodů byl dokumentován i rozdíl při tlaku 50 a 70 mm H₂O při těchto jednotlivých nepůvodních intonačních stavech, tzn. v jednotlivých typech nastavení výšky labia, otvoru nohy píšťaly a vrypů na jádře (výsledky těchto úprav viz též samostatné Technologické listy [2, 3, 4]).

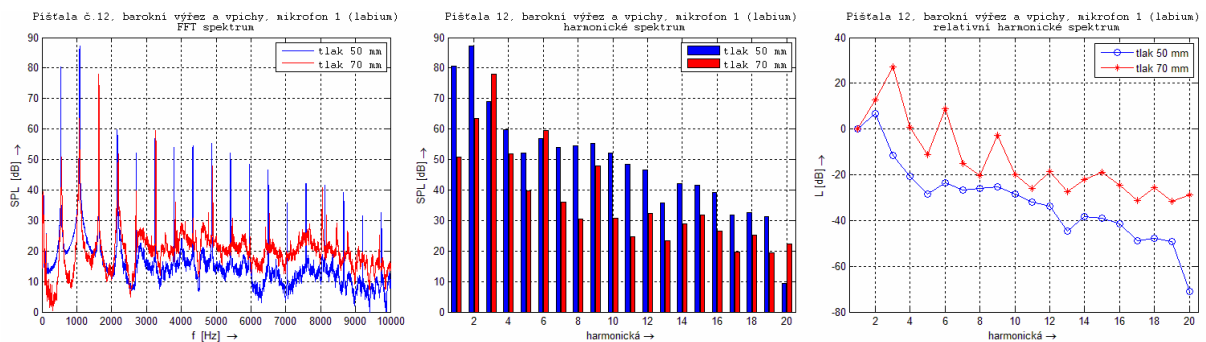
K ověření technologie změny zvuku se změnou tlaku je však podstatný návrat hodnoty 70 mm H₂O na hodnotu 50 mm H₂O na vzdušnici při restaurátorském obnovení původního nastavení píšťaly.

3 Ověření technologických kroků

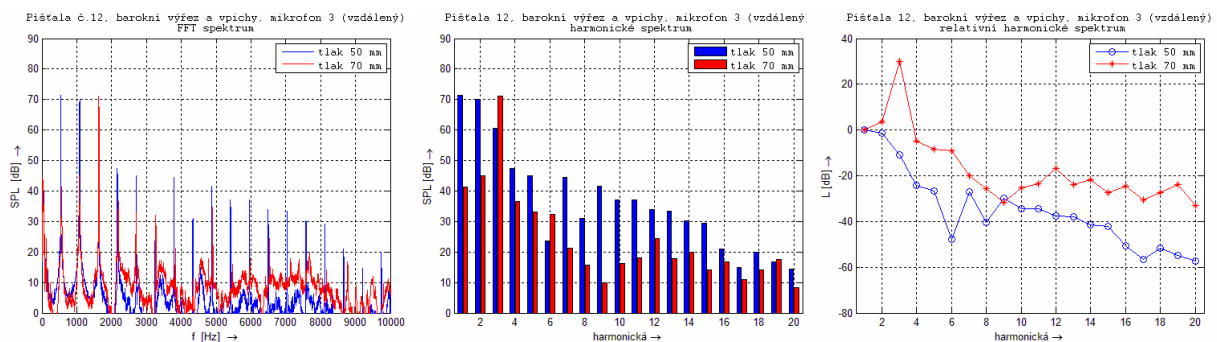
Na Obr. 3 jsou výsledky dokumentující vliv zvýšení tlaku v noze píšťaly č. 12 (viz Tab. 1) na proudění vzduchu před labiem a na spektrum tónu (viz Obr. 4 a 5). Na Obr. 6 a 7 je zachycen rozdíl ve vzduchovém proudění píšťaly č. 12 v původním (barokním) stavu a ve stavu po odstranění celé řady dalších romantických změn. Rozdíly mezi spektry zvuku v těchto stavech jsou na Obr. 7 a 8.



Obr. 3 Proudění vzduchu před labiem při tlaku 50 mm H₂O (nahore) a při tlaku 70 mm H₂O (dole). Jednotlivé fáze jedné periody s krokem 60°. Vpravo je relativní měřítko barevné škály.



Obr. 4 Kmitočtové, harmonické a relativní harmonické spektrum zvuku kovové píšťaly při tlaku vzduchu 50 mm H₂O a 70 mm H₂O, sejmuto v blízkosti labia píšťaly



Obr. 5 Kmitočtové, harmonické a relativní harmonické spektrum zvuku kovové píšťaly při tlaku vzduchu 50 mm H₂O a 70 mm H₂O, sejmuto čelně ve vzdálenosti 1,2 m před píšťalou

...

Závěr

Ze změřených výsledků uvedených v kapitole 3 je zřejmé, že při přechodu ze stavu při tlaku 50 mm H₂O na 70 mm H₂O může dojít k „přefuku“. Tím je posílena 3. harmonická a její násobky (tj. 6., 9., 12... harmonická složka). Zároveň dojde k výraznému poklesu 1. a 2. harmonické a jejich násobků.

Na obrázku proudění vzduchu před labiem píšťaly je zvýšení tlaku patrné na zvětšení plochy izolinií

...

Ale i při návratu k nižšímu tlaku po odstranění různých dalších intonérských zásahů při obnovování výchozího stavu (viz simulované další restaurátorské postupy popisované v samostatných Technologických listech [2, 3, 4]), je patrná dobrá shoda trendů vývoje spekter zvuku píšťaly.

...

Shoda je patrná i při srovnání vizualizací proudění vzduchu před labiem píšťaly v původním (barokním) stavu a ve stavu po odstranění celé řady dalších romantických změn.

Literatura

- [1] Otčenášek, Z., Moravec, O., Dlask, P., Švejda, M. (2013): Metodika objektivního posouzení změn zvuku při restaurování píšťaly historických varhan, technologický list č. 53, AMU, Praha.
- [2] Otčenášek, Z., Koukal, P., Švejda, M. Moravec, O., Dlask, P. (2014): Změna zvuku s rozšířením./zúžením otvoru v noze kovové píšťaly barokního typu, technologický list č. 63, AMU, Praha.
- [3] Otčenášek, Z., Koukal, P., Švejda, M. Moravec, O., Dlask, P. (2014): Změna zvuku kovové píšťaly barokního typu technologií změny výšky labiového výřezu, technologický list č. 65, AMU, Praha.
- [4] Otčenášek, Z., Koukal, P., Švejda, M. Moravec, O., Dlask, P. (2014): Změna zvuku kovové píšťaly barokního typu technologií vpichů na jádře, technologický list č. 66, AMU, Praha.
- [5] Horák, T.: Varhany a varhanáři Jičínska. Jičín 2008.
- [6] Fuks, J.: Varhany Rychnovska I.-II. In: Orlické Hory a Podorlicko 18, s. 136-188, 218-227, Rychnov nad Kněžnou 2012.
- [7] Koukal, P.: Dobře rozladěné varhany. Telč 2013.
- [8] Michek, D.: Restaurování varhan. In: Doubravník a Výmolovy varhany. Doubravník 2014, s. 33 – 61.