ORGANOVÝ POZITÍV V SÁSE A VÝZNAM KOMPLEXNÉHO ORGANOLOGICKÉHO VÝSKUMU

Andrej Štafura – Štefan Nagy – Naďa Beronská

Mgr. art. Andrej Štafura, PhD., Ing. Štefan Nagy, ArtD.; Ústav hudobnej vedy SAV, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava 4; e-mail: andrej.stafura@savba.sk; stefan.nagy@savba.sk
Ing. Naďa Beronská, PhD.; Ústav materiálov a mechanicky strojov SAV, Račianska 75, 831 02 Bratislava 3; e.mail: ummsnber@savba.sk

Abstract

The paper contains new information about the positive organ in the village of Sása (district of Revúca). The following facts were determined by analysis: the identity of the organ-builder Michal Kiszely; an approximate dating of the instrument's construction to the 1820s; and the instrument's precise disposition. Examination of the scaling of all registers showed a resultant scale proportion of 5:8, and also a secondary raising of the cut-up in all registers. From material research of the wooden registers it was found that resonance wood was not used; the resonant Norway spruce was used for a small part of pipes. This material will enable us to date the instrument's construction with the help of dendrochronology. The metal registers from the organ's metallic part are composed of an alloy in the proportion of 65% tin and 35% lead. Apart from degradation by woodworm, the original intonation also has suffered damage, as shown by analysis of the frequency spectrum of sound in all registers. The pitch needs to be retuned in the wooden as well as in the metal registers. Our summary organological findings concerning this instrument can be used in further application outputs.

Keywords: organ, Sása, Kiszely, organ metal, scaling, intonation, tuning, frequency analysis of sound

Úvod

Nové poznatky boli vždy hybnou silou každej spoločnosti či doby, pretože prinášali nové pohľady a riešenia jednotlivých problémov v tej ktorej oblasti nášho života. Rovnako pri riešení problematiky našich historických organov ich dôsledné poznávanie

z pohľadu nových metodík, a teda postupov, môže priniesť potrebné zlepšenie v oblasti ich obnovy. Znalosti plynúce z výskumu môžeme rozdeliť na poznatky o jednom nástroji či jednom autorovi, alebo o nejakej územnej jednotke. Každý takýto sumarizačný pohľad má svoje prednosti, ale aj nevýhody. Najideálnejším stavom je komplexný pohľad na územnú jednotku s prepojením na jednotlivé organárske dielne, čím získame synergický efekt poznatkov. Súčasný stav tohto výskumu sa pohybuje na báze získavania historických súvislostí či technického opisu, avšak na záchranu hudobnej podstaty našich nástrojov tieto poznatky nestačia. Túto skutočnosť môžeme dokumentovať na väčšine našich historických organov, ktoré sú dodnes neobnovené. Pravdepodobne len zmena metodiky a postupov prinesie pozitívnejší stav v tejto oblasti, čiže prechod od čiastkových ku komplexným výskumom.[1] Táto atomizácia výskumných postupov je zároveň zakotvená aj v zákone o ochrane pamiatkového fondu z roku 2003 a jeho neskorších noviel a v následných metodikách, kde sa predpokladá realizácia takéhoto komplexného výskumu. V súčasnosti sa tieto možnosti takmer nevyužívajú, čo v konečnom dôsledku vyúsťuje do nedostatočných poznatkov o menzúrach slovenských historických organov, kvalite organového kovu či dreveného píšťalového fondu a podobne. V tejto súvislosti sme sa pokúsili ponúknuť nový pohľad na túto problematiku, ktorý spočíva v spomínanej atomizácii, rozšírení či interdisciplinarite výskumu našich slovenských historických organov. Ako príklad nám poslúžil historický organový pozitív z Kostola Evanjelickej cirkvi a. v. v obci Sása, okres Revúca. Výskum sme rozdelili na jednotlivé oblasti od historických súvislostí až po intonáciu a ladenie.

Historické súvislosti

Organový pozitív z obce Sása (okres Revúca) patrí medzi pomerne intaktne zachovalé nástroje. Svojím vznikom spadá pravdepodobne do prvej tretiny 19. storočia. Nástroj sa nachádza v Evanjelickom „tolerančnom" kostole, a. v., v obci Sása, pričom tento kostol bol vždy v pozícii filiálneho kostola zboru evanjelickej cirkvi na Slovensku v Ratkovej. V 19. storočí mala Sása cez 600 obyvateľov, v súčasnosti je to približne 150, čiže ide o veľmi malú obec.[2] Historické súvislosti sa dajú tak získať len prostredníctvom archívnych dokumentov vyššie uvedeného cirkevného zboru, pričom aj tento cirkevný zbor je v súčasnosti už niekoľko rokov spravovaný ako excurrendo z cirkevného zboru Ratkovské Bystré.[3] Jasné je však to, že organ bol postavený po roku 1781, čiže po vydaní tolerančného patentu.

Počas výskumu tohto nástroja sme v uvádzaných cirkevných zboroch archívne dokumenty zatiaľ nenašli, čo mohlo byť aj dôvodom, prečo naši predchodcovia nevedeli presne datovať tento nástroj, ani so stopercentnou istotou určiť jeho autorstvo. Pri pohľade na prospekt je ale zjavné, že ide o pozitív z dielne rodiny Kiseľovcov (Kiszely), predstavitelia ktorej stavali svoje nástroje od konca 18. storočia až do druhej polovice

---

1 Porovnaj: BEDNÁŘ, Marek – FRAŇKOVÁ, Věra – SCHINDLER, Jiří – SOUČEK, Andrej – VÁVRA, Jiří (eds): *Lékařská mikrobilogie.* Praha : Marvil, 1996, s. 20.

2 Dostupné na internete:<http://www.e-obce.sk/obec/sasa-revuca/2-historia.html>, http://www.eobce.sk/obec/sasa-revuca/1-sucasnost_obce.html.>

3 Dostupné na internete:<http://www.ecav.sk/?p=adresar/ADRsenior/ADR-GE>

19. storočia.[4] Nemáme písomnú zmienku, na základe ktorej by sme určili, o ktorého Kiseľa ide, avšak aj podľa Dr. Mayera ide o Michala Kiszelya.[5] V takom prípade môžeme predpokladať, že tento nástroj postavil niekedy po roku 1820. Počas súčasného organologického výskumu sme našli na principálovej píšťalnici veľmi málo čitateľný nápis, ktorý udáva zrejme okrem podpisu aj rok 29, avšak bez udania storočia. V tomto prípade je tak nejasné, či ide o rok stavby, čo by korešpondovalo s našimi poznatkami, alebo o rok výmeny, respektíve nahradenia pôvodného prospektu za nový, ale tiež z organového kovu.[6] Jediná komplexná písomná zmienka, ktorú sa podarilo nájsť, je umiestnená v samotnom nástroji na píšťale *C* registra Copula 8´ a zaznamenáva opravu z roku 1882, ktorú realizoval Josef Mooser.[7] Vtedy došlo pravdepodobne k zromantizovaniu nástroja, čiže zvýšeniu ladenia a výšky výrezov pri kovových a drevených píšťalách. K presnejšiemu datovaniu prispieva aj komplexné datovanie a analýza organov celého stredného Gemera.

Dispozícia nástroja

K ďalším špecifikáciám nástroja môžeme uviesť, že tento organový pozitív má päť registrov, ktoré sú ovládané kovovými registračnými pákami umiestnenými na obidvoch stranách hracieho stola. Zásuvky sa zasekávali, čo indikovalo veľké množstvo pažerkov po drevokaznom hmyze či značné poškodenie tesniacej kože na vzdušnici a píšťalniciach. Po vyčistení nástroja a relevantných prvkov suchou cestou[8] sa vyššie uvádzané indikácie preukázali len pri požerkoch po drevokaznom hmyze. Pri registrových pákach nie je viditeľne zaznačený ani jeden názov registra, takže jednotlivé registre bolo možné identifikovať pri obhliadke nástroja len na základe vizuálnej stránky. Následne už podľa hĺbkovej analýzy registrov a konkrétnych píšťal môžeme definovať jednotlivé registre nasledovne:

Copula major (drevo) Sedecima 1´ (kov)
Copula minor (drevo) Superoctava 2´ (kov)
Tremolo Principal 4´ (/drevo/kov)

Páka umiestnená na ľavej strane organovej skrine sa javí ako ďalší register. Ide ale s najväčšou pravdepodobnosťou o pomocné zariadenie Tremulant, ktoré Kiseľovci stavali.[9] Rozsah nástroja je *C* – d^3 s krátkou veľkou oktávou.

---

4 Podobný nástroj od Michala Kiszelya je v obci Gemerček, ako aj v Lukovištiach.

5 MAYER, Marian Alojz, CEPKO, Marek: *Organy a organári na Slovensku 1651 – 2006, DVD.* Bratislava : Hudobné centrum, 2013, heslo: Sása. Informácie sú bez poznámkového aparátu.

6 Pôvodný prospekt bol počas prvej svetovej vojny rekvirovaný kvôli využitiu organového kovu na výrobu zbraní.

7 Nápis znie: *Štímoval tento organ roku 1882 dňa 23 – 26 Septembra zo Salzburgu rodák istý Móser Jozef, organár*.

8 Na čistenie suchou cestou sme použili metličky so štetinami rôznej kvality, ako aj priemyselný vysávač.

9 Veľké množstvo ich nástrojov má postavený Tremulant, aspoň pokiaľ ide o organy na Gemeri.

Vzduchový systém

Súčasťou nástroja je aj jeden klinový mech zo zásobníkom, ide o pôvodný mech tohto nástroja. Po dôkladnej obhliadke sme mohli konštatovať, že mech má drobné defekty spôsobujúce únik vzduchu, ktorý zásadne znemožňuje hru na tomto nástroji. Zásadný únik vzduchu sme identifikovali pri napájaní vzduchovodu na nástrojovú časť. Pomocou vykožovania sme defekt odstránili a tým sfunkčnili mech na účely ďalšieho výskumu. Mech bol výrazne znečistený živočíšnymi exkrementmi[10] a je mierne napadnutý drevokazným hmyzom, ktorý spôsobuje jeho ďalšiu degradáciu. Ovláda sa drevenou nášľapnou pákou, vzduch následne prechádza dreveným vzduchovodom, ktorý je umiestnený na povrchu podlahy empory. Drevené časti nástroja, teda aj vzduchovod, sú napadnuté drevokazným hmyzom a je potrebná sanácia tohto stavu.

Píšťalový fond

Po prvotnej obhliadke sa zdalo, že píšťalový fond je pôvodný, avšak podrobnejším skúmaním prospektových píšťal, ktoré sú tiež z organového kovu, sme zistili, že ide o sekundárny píšťalový fond. Drevené registre sú silno napadnuté drevokazným hmyzom, ale v minulosti neboli petrifikované (chemické spevňovanie drevnej hmoty). Materiálom týchto píšťal je smrek obyčajný (Picea abies), ktorý tvorí bočné steny a zadnú stenu. Aj predné steny sú zo smreka obyčajného, okrem najväčších píšťal. Výnimkou sú predkrývky, ktoré sú z tvrdého dreva jaseňa štíhleho (Fraxinus excelsior). Tieto predkrývky sú opracované z troch strán, čo je menej obvyklé. Horné labium nie je protezované, ale prevažná väčšina horných labií je sekundárne zvýšená. Okrem toho je komplexnosť drevených registrov narušená pri registri Copula 4´, a to v diskantovej polohe. Kovový píšťalový fond nevykazuje žiadne defekty, okrem niektorých deformácií. Píšťaly sú bez bočných brád a ladia sa na ústie. Horné labia sú špicatého charakteru, spodné oblúčkovitého. Horné labia boli zároveň sekundárne zvýšené.

Traktúra

Traktúra nástroja je bodcová s rozsahom $C - d^3$ s krátkou veľkou oktávou. Niektoré ventily nástroja majú oslabené pružiny, čo spôsobuje neustále znenie príslušných tónov. Z toho dôvodu je potrebné pružiny vymeniť. Jednotlivé ventily sú signované, čo môže slúžiť ako autorský prvok.

Vzdušnica tohto organového pozitívu je zásuvková, s piatimi zásuvkami. Po odskúšaní sme zistili, že napriek napadnutiu vzdušnice drevokazným hmyzom je vzdušnica po funkčnej stránke v poriadku, vyžaduje si však ošetrenie proti drevokaznému hmyzu.

Píšťalnice preukazujú po sfunkčnení mechu dostatočnú kvalitu, drobné dva prefuky nachádzame pri druhej píšťalnici od prospektu, ktoré sú výsledkom buď nedotiah-

[10] Na čistenie suchou cestou sme použili metličky so štetinami rôznej kvality, ako aj priemyselný vysávač.

nutia skrutky na píšťalnici, alebo jej mierneho ohnutia. V tejto súvislosti je potrebné si uvedomiť, že táto píšťalnica je bez okožovania a bez tzv. španielskych jazdcov, čo je prejavom vysokej kvality práce organára. Ostatné píšťalnice, ktoré sú širšie, sú už so španielskymi jazdcami. Po stavebnej stránke sú píšťalnice vyrobené z troch glejom zlepených dosiek.

Ventilová komora bola rovnako znečistená ako mech nástroja, čiže od exkrementov hlodavcov. Rovnako ako pri ostatných prvkoch sme ventilovú komoru vyčistili suchou cestou. Pri obnove nástroja bude potrebné jednotlivé ventily naregulovať, pričom je potrebné brať do úvahy aj rozregulovanosť jednotlivých klávesov.

Súčasťou traktúry nástroja je klaviatúra, ktorej rozsah je $C - d^3$ s krátkou veľkou oktávou. Pri pohľade na klaviatúru je zjavné, že nie je pôvodná, pretože klávesy sú z umelej hmoty, pričom tu by bolo vhodné ešte vykonať spektrálnu analýzu, z akého materiálu je táto klaviatúra presne vyrobená.[11] Celkovo k takejto konštrukcii klávesov dochádzalo až od konca 19. storočia. Klávesnicu pravdepodobne vymenil spomínaný Jozef Mooser, či už pre opotrebovanie alebo pre štýlové vynovenie nástroja. Napriek výmene aspoň obloženia klaviatúry je na nej použitý ešte starý systém uchytenia klávesov, a to prostredníctvom kože nalepenej na zadnej časti klaviatúry.

Menzúry

Menzurálny výskum prináša originálne poznatky z oblasti konštrukcie jednotlivých registrov, ale aj podnety na výskum „pôvodného" a súčasného frekvenčného spektra zvuku konkrétnych registrov a píšťal. Keďže menzurálny výskum je komplikovaný pri funkčných nástrojoch, analýza menzúr pri nefunkčných nástrojoch je ideálnou šancou získať uvádzané ojedinelé poznatky o našich historických organoch. Práve pre komplikovanosť výskumu je súčasťou metodiky aj materiálová analýza, ktorá rovnako významne prispieva k celkovému zvukovému obrazu skúmaného nástroja. Výsledkom sú tak poznatky o všetkých registroch nástroja z viacerých hľadísk, ktoré ovplyvňujú samotnú zvukovosť skúmaného nástroja. Menzurálnu analýzu sme začali kovovými registrami, a to registrom Principal 4´. **(Tabuľka 1)**

Principal 4´

Tabuľka 1: Namerané a teoretické hodnoty na základe priemeru píšťal registra Principal 4´

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
C	71/86 (100)	79,2	86,63	20,8	13,37
Cis					
D	67/82 (94,91)	74,26	80,45	20,65	14,46
Dis					

[11] V tejto oblasti budeme musieť urobiť pokrok, avšak odoberanie vzoriek v tejto súvislosti je momentálne veľmi komplikované.

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
E	64/75 (88,54)	69,3	74,25	19,24	14,29
F	66,5	66,83	71,16	-0,33	-4,66
Fis					
G	59	62,02	64,98	-3,02	-5,98
Gis					
A	59,5	56,93	58,78	2,57	0,78
B	53	54,47	55,7	-1,47	-2,7
H	55	51,99	52,61	3,01	2,39
C	49,5	49,5	49,5	0	0
dis	50	47,95	47,73	2,05	2,27
D	47	46,41	45,97	0,59	1,03
dis	44,5	44,86	44,2	-0,36	0,3
E	41	43,31	42,43	-2,31	-1,43
F	40,5	41,77	40,66	-1,27	-0,16
fis	37,7	40,22	38,9	-2,52	-1,2
G	36	38,76	37,13	-2,76	-1,13
gis	35	37,13	35,36	-2,13	-0,36
A	32,5	35,58	33,59	-3,08	-1,09
B	31	34,04	31,83	-3,04	-0,83
H	29,5	32,49	30,06	-2,99	-0,56
c^1	27,2	30,94	28,29	-3,74	-1,09
cis^1	25	29,97	27,28	-4,97	-2,28
d^1	24	29	26,27	-5	-2,27
dis^1	21,7	28,04	25,26	-6,34	-3,56
e^1	21,5	27,07	24,25	-5,57	-2,75
f^1	21	26,11	23,24	-5,11	-2,24
fis^1	21,9	25,14	22,23	-3,24	-0,33
g^1	21	24,23	21,22	-3,23	-0,22
gis^1	21	23,21	20,21	-2,21	0,79
a^1	20	22,24	19,2	-2,24	0,8
b^1	19,6	21,23	18,19	-1,63	1,41
h^1	19	20,31	17,18	-1,31	1,82
c^2	17,8	19,34	16,17	-1,54	1,63
cis^2	17,6	18,73	15,59	-1,13	2,01
d^2	17,2	18,13	15,01	-0,93	2,19
dis^2	16,3	17,53	14,44	-1,23	1,86
e^2	17,2	16,91	13,86	0,29	3,34
f^2	15	16,31	13,28	-1,31	1,72
fis^2	14,7	15,71	12,7	-1,01	2
g^2	14,2	15,14	12,13	-0,94	2,07
gis^2	13	14,51	11,55	-1,51	1,45
a^2	13	13,9	10,97	-0,9	2,03

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
b²	13	13,27	10,4	-0,27	2,6
h²	12	12,69	9,82	-0,69	2,18
c³	12,3	12,09	9,24	0,21	3,06
cis³	11,5	11,71	8,91	-0,21	2,59
d³	11	11,33	8,58	-0,33	2,42

Ako vidno z hodnôt tabuľky (Tabuľka 1), určiť presnú menzúru je obťažnejšie, pretože odchýlky od teoretických hodnôt sú pre každý pomer menzúr relatívne rovnaké. Údaje z vyššie uvedenej tabuľky nám ukazujú rozdiely v jednotlivých menzurálnych pomeroch. Skúmaný menzurálny pomer 5:8 sa od teoretických hodnôt líši viac ako pomer 4:7, pričom hodnoty postupujú paralelne pri basových a stredných polohách, v diskantovej oblasti sú už namerané hodnoty oveľa bližšie teoretickým hodnotám. Tu si je potrebné uvedomiť, že prospektové registre sú už sekundárne (C, D, E – drevené píšťaly a sekundárne kovové píšťaly od *F – fis*[1]), preto môže dochádzať k istej odchýlke. Pokiaľ ide o vzťah našich nameraných údajov voči druhému teoretickému pomeru 4:7, ich priebeh je v podstate identický v basových polohách a mierne sa odchyľuje v diskantovej polohe. Napriek tejto špecifikácii sme na rozhodnutie sa pre jeden z pomerov potrebovali ešte jednu analýzu, a to ďalšieho registra, v tomto prípade Superoctava 2´, ktorý je vo vyšších polohách identický so základným registrom Principal 4´ a jeho hodnoty sú nasledovné:

Superoctava 2´

Tabuľka 2: Namerané a teoretické hodnoty na základe priemeru píšťal registra Superoctava 2´

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
C	50,5	50,5	50,5	0	0
Cis		48,92	48,7		
D	46	47,34	46,89	-1,34	-0,89
Dis		45,76	45,09		
E	41,5	44,19	43,28	-2,69	-1,78
F	38	42,61	41,48	-4,61	-3,48
Fis		41,03	39,67		
G	35,8	39,45	37,87	-3,65	-2,07
Gis		37,87	36,07		
A	33	36,29	34,26	-3,29	-1,26
B	31	34,72	32,46	-3,72	-1,46
H	30	33,14	30,65	-3,14	-0,65
c	26,8	31,56	28,85	-4,76	-2,05
dis	26,5	30,58	27,83	-4,08	-1,33
d	25,3	29,59	26,8	-4,29	-1,5

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
dis	25	28,6	25,77	-3,6	-0,77
e	24,2	27,62	24,73	-3,42	-0,53
f	23	26,63	23,7	-3,63	-0,7
fis	22	25,64	22,67	-3,64	-0,67
g	21	24,66	21,64	-3,66	-0,64
gis	21	23,67	20,61	-2,67	0,39
a	20,2	22,68	19,58	-2,48	0,62
b	19	21,7	18,55	-2,7	0,45
h	19	20,71	17,52	-1,71	1,48
c^1	18,2	19,73	16,49	-1,53	1,71
cis^1	17,4	19,11	15,9	-1,71	1,5
d^1	17	18,49	15,32	-1,49	1,68
dis^1	16,5	17,88	14,73	-1,38	2,27
e^1	15,3	17,26	14,13	-1,96	1,17
f^1	14,8	16,64	13,54	-1,84	1,26
fis^1	14,2	16,03	12,96	-1,83	1,24
g^1	13,7	15,41	12,37	-1,71	1,33
gis^1	13	14,79	11,78	-1,79	1,22
a^1	12,5	14,18	11,19	-1,68	1,31
b^1	12,5	13,56	10,6	-1,06	1,9
h^1	12,2	12,94	10,01	-1,36	2,19
c^2	12	12,33	9,42	-0,33	2,58
cis^2	11	11,94	9,09	-0,94	1,91
d^2	11	11,56	8,76	-0,56	2,24
dis^2	11	11,18	8,42	-0,18	2,58
e^2	10	10,79	8,08	-0,79	1,92
f^2	10,5	10,4	7,74	0,1	2,76
fis^2	9,5	10,02	7,41	-0,52	2,09
g^2	9,6	9,63	7,07	-0,03	2,53
gis^2	9,5	9,24	6,73	0,26	2,77
a^2	9	8,86	6,4	0,14	2,6
b^2	9,1	8,48	6,06	1,01	3,38
h^2	9	8,09	5,72	0,91	3,28
c^3	8,8	7,71	5,38	1,09	3,42
cis^3		7,46	5,2		
d^3	7,6	7,23	5	0,37	2,6

Pri analýze vyššie uvedených hodnôt (Tabuľka 2) môžeme konštatovať, že v zásade sa obidva pomery správajú voči referenčným hodnotám rovnako ako pri registri Principal 4´, ale rozdiel nameraných údajov voči teoretickým hodnotám je mierne väčší pri menzurálnom pomere 5:8 ako pri pomere 4:7, preto sme sa zatiaľ mierne priklonili k tvorbe tohto registra v pomere 4:7, avšak záverečné hodnotenie budeme vedieť vykonať až po analýze aj drevených registrov.

Pre úplnosť dodávame aj analýzu posledného kovového registra Sedecima 1´, a to aj z toho dôvodu, že tento register nemá všetky píšťaly, čo znamená, že pri rekonštrukcii tohto nástroja bude potrebné tieto píšťaly dodať, a to na základe predošlej menzurálnej analýzy.

Sedecima 1´

Tabuľka 3: Namerané a teoretické hodnoty na základe priemeru píšťal registra Sedecima 1´

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
C	28	28	28	0	0
D		26,25	26	0	0
E	23,5	24,5	24	-1,5	-0,5
F	23	23,6	23	-0,6	0
G		21,9	21	0	0
A	20	20,1	19	-0,1	1
B		19,25	18	0	0
H	19	18,4	17	0,6	2
c		17,5	16	0	0
cis		17	15,4	0	0
d	16	16,4	14,9	-0,4	1,1
dis	16,5	15,9	14,3	0,6	2,2
e	15	15,3	13,7	-0,3	1,3
f	14,5	14,8	13,2	-0,3	1,3
fis	14	14,3	12,6	-0,3	1,4
g	13,5	13,7	12	-0,2	1,5
gis		13,2	11,4	0	0
a	12	12,6	10,9	-0,6	1,1
b		12,1	10,3	0	0
h		11,6	9,7	0	0
c^1	11,5	11	9,2	0,5	2,3
cis^1		10,7	8,8	0	0
d^1		10,4	8,5	0	0
dis^1	11,2	10	8,2	1,2	3
e^1	11	9,7	7,8	1,3	3,2
f^1	10,5	9,4	7,5	1,1	3
fis^1	9,8	9	7,2	0,8	2,6
g^1	10	8,7	6,9	1,3	3,1
gis^1	9,5	8,4	6,5	1,1	3
a^1	8,8	8	6,2	0,8	2,6
b^1		7,7	5,9	0	0
h^1	9	7,4	5,5	1,6	3,5
c^2		11	9,14	0	0
cis^2	8,5	10,7	8,8	-2,2	-0,3

Poradie tónov	Namerané údaje Ø, mm	Teoretické údaje Ø 5:8, mm	Teoretické údaje Ø 4:7, mm	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (5:8)	Rozdiel medzi NÚ a TÚ (4:7)
d²	8,3	10,4	8,5	-2,1	-0,2
dis²		10	8,2	0	0
e²	10	9,7	7,8	0,3	2,2
f²		9,4	7,5	0	0
fis²	9,5	9	7,2	0,5	2,3
g²		8,7	6,9	0	0
gis²		8,4	6,5	0	0
a²		8	6,2	0	0
b²	8	7,7	5,9	0,3	2,1
h²		7,4	5,5	0	0
c³		7	5,2	0	0
cis³		6,7	5	0	0
d³		6,5	4,9	0	0

Na rozdiel od doterajších zistení namerané menzurálne hodnoty (Tabuľka 3) registra Sedecima 1´ potvrdili pre tvorbu tohto registra menzurálny pomer 5:8, a nie pomer 4:7. Pre definitívne priklonenie sa ku výslednému menzurálnemu pomeru sme vykonali menzurálny výskum aj pri drevených registroch.

Nižšie uvedená tabuľka prináša údaje, ktoré tvoria menzurálny základ píšťalového fondu tohto organového pozitívu, čo sa týka drevených registrov. Ide konkrétne o register Copula 8´.

Copula 8´

Tabuľka 4: Namerané a prepočítané údaje registra Copula 8´

Poradie tónov	Strana A, mm	Strana B, mm	A 5:8, mm	B 5:8, mm	Rozdiel A, mm	Rozdiel B, mm
C	101	123	101	123	0	0
Cis			97,84	119,15		
D	94	117	94,68	115,3	-0,68	1,7
Dis			91,52	111,45		
E	88	107	88,36	107,6	-0,36	-0,6
F	84	100	85,2	103,75	-1,2	-3,75
Fis			82,04	99,9		
G	77	94	78,88	96,05	-1,88	-2,05
Gis			75,72	92,2		
A	74	90	72,56	88,35	1,44	1,65
B	70	84	69,4	84,5	0,6	-0,5
H	69	82	66,24	80,65	2,76	1,35
C	66	75	63,13	76,88	2,87	-1,88
Cis	60	74	61,15	74,47	-1,15	-0,47

Poradie tónov	Strana A, mm	Strana B, mm	A 5:8, mm	B 5:8, mm	Rozdiel A, mm	Rozdiel B, mm
D	60	70	59,18	72,06	0,82	-2,06
dis	60	70	57,2	69,66	2,8	0,34
E	56	68	55,23	67,25	0,77	0,75
F	54	65	53,25	64,84	0,75	0,16
Fis	53	64	51,28	62,44	1,72	1,56
G	54	61	49,3	60,03	4,7	0,97
gis	49	59	47,33	57,63	1,67	1,37
A	49	57	45,35	55,22	3,65	1,78
B	47	54	43,38	52,81	3,62	1,19
H	44	52	41,4	50,41	2,6	1,59
c^1	44	49	39,46	48,05	4,54	0,95
cis^1	41	48	38,22	46,54	2,78	1,46
d^1	40	46	36,99	45,04	3,01	0,96
dis^1	38	45	35,75	43,54	2,25	1,46
e^1	35	44	34,52	42,03	0,48	1,97
f^1	34	43	33,28	40,53	0,72	2,47
fis^1	33	42	32,05	39,02	0,95	2,98
g^1	29	39	30,83	37,52	1,83	1,48
gis^1	30	39	29,58	36,02	0,42	2,98
a^1	29	37	28,34	34,51	0,66	2,49
b^1	28	36	27,11	33,01	0,89	2,99
h^1	27	35	25,88	31,5	1,12	3,5
c^2	28	35	24,66	30,03	3,34	4,97
cis^2	26	33	23,89	29,09	2,11	3,91
d^2	26	31	23,12	28,15	2,88	2,85
dis^2	25	30	22,34	27,21	2,66	2,79
e^2	23	29	21,57	26,27	1,43	2,73
f^2	22	27	20,8	25,33	1,2	1,67
fis^2	22	26	20,03	24,39	1,97	1,61
g^2	21	26	19,26	23,45	1,74	2,55
gis^2	21	25	18,49	22,51	2,51	2,49
a^2	20	25	17,72	21,57	2,28	3,43
b^2	21	26	16,95	20,63	4,05	5,37
h^2	19	23	16,17	19,69	2,83	3,31
c^3	19	22	15,41	18,77	3,59	3,23
cis^3	20	22	14,93	18,18	5,07	3,82
d^3	18	21	14,45	17,59	3,55	3,41

Údaje uvedené v Tabuľke 4 prinášajú informácie, ktoré potvrdzujú správnosť rozhodnutia sa pre menzurálny pomer 5:8. Okrem toho vidno, že hodnoty týkajúce sa strany B sú bližšie teoretickým údajom, kým strana A opäť vykazuje miernu diskontinuitu.

Copula 4´

Tabuľka 5: Namerané a prepočítané údaje registra Copula 4´

Poradie tónov	Strana A, mm	Strana B, mm	A 5:8, mm	B 5:8, mm	Rozdiel A, mm	Rozdiel B, mm
C	42,5	59	42,5	59	0	0
Cis			41,17	57,16	0	0
D	45	57	39,84	55,32	5,16	1,68
Dis			38,51	53,48	0	0
E	42	53	37,18	51,64	4,82	1,36
F	39,5	50,5	35,85	49,8	3,65	0,7
Fis			34,52	47,96	0	0
G	38	47,5	33,19	46,12	4,81	1,38
Gis			31,86	44,28	0	0
A	33,5	43,5	30,53	42,44	2,97	1,06
B	33,5	41,5	29,2	40,6	4,3	0,9
H	30	39,5	27,87	38,76	2,13	0,74
C	29,5	37,5	26,56	36,9	2,94	0,6
Cis	27,2	35,8	25,73	35,75	1,47	0,05
D	26,3	35	24,9	34,6	1,4	0,4
dis	24,5	33	24,07	33,45	0,43	-0,45
E	23	31	23,24	32,3	-0,24	-1,3
F	22	30,8	22,41	31,15	-0,41	-0,35
fis	20,5	29,6	21,58	30	-1,08	-0,4
G	19	28,5	20,75	28,85	-1,75	-0,35
Gis	19	27,5	19,92	27,7	-0,92	-0,2
A	18,5	27,5	19,09	26,55	-0,59	0,95
B	18	26	18,26	25,4	-0,26	0,6
H	17,8	25,5	17,43	24,25	0,37	1,25
c^1	16,5	24,2	16,6	23,1	-0,1	1,1
cis^1	16,5	24	16,08	22,38	0,42	1,62
d^1	14,5	21,5	15,56	21,66	-1,06	-0,16
dis^1	14,8	20,5	15,04	20,94	-0,24	-0,44
e^1	14,2	19	14,52	20,22	-0,32	-1,22
f^1	13,5	19,2	14	19,5	-0,5	-0,3
fis^1	12,8	18	13,48	18,78	-0,68	-0,78
g^1	12	17,5	12,96	18,06	-0,96	-0,56
gis^1	11,1	16,2	12,44	17,34	-1,34	-1,14
a^1	11	16,2	11,92	16,62	-0,92	-0,42
b^1	12	16,2	11,4	15,9	0,6	0,3
h^1			10,88	15,18	0	0
c^2	10	13,5	10,4	14,5	-0,4	-1
cis^2	9,5	13,5	10,07	14,05	-0,57	-0,55
d^2	8,9	13	9,74	13,6	-0,84	-0,6
dis^2	7,5	12	9,41	13,15	-1,91	-1,15

Poradie tónov	Strana A, mm	Strana B, mm	A 5:8, mm	B 5:8, mm	Rozdiel A, mm	Rozdiel B, mm
e^2			9,08	12,7	0	0
f^2	7,5	11,2	8,75	12,25	-1,25	-1,05
fis^2			8,42	11,8	0	0
g^2			8,09	11,35	0	0
gis^2			7,76	10,9	0	0
a^2			7,43	10,45	0	0
b^2			7,1	10	0	0
h^2			6,77	9,55	0	0
c^3			6,5	9,1	0	0
cis^3			6,3	8,8	0	0
d^3			6,1	8,5	0	0

Ako dokladajú vyššie uvedené údaje (Tabuľka 5), menzúra registra Copula 4´ je hlavne pri strane A mierne užšia než pri registri Copula 8´, ale odchýlka vyplýva zrejme z nepresného opracovania. Okrem toho musíme uviesť, že vynechané miesta v Tabuľke 5 znamenajú chýbajúce píšťaly v tomto registri.

Výška a šírka výrezu

Okrem stavby píšťal, teda ich menzúry, charakter registra ovplyvňuje do značnej miery aj konkrétna intonácia píšťal, ktorá je dôsledkom šírky, a hlavne výšky výrezu píšťaly.[12] Preto sme sa rozhodli zhodnotiť spomínané parametre, aby sme zdokumentovali aj istý vývoj výšky a šírky výrezu píšťal. Analýzy sme vykonali pri všetkých skúmaných registroch, avšak publikujeme iba tie údaje, ktoré budú aj predmetom reštaurovania tohto nástroja. Nižšie uvedená Tabuľka 6 uvádza výšky a šírky výrezu aj pri najväčších drevených píšťalách.

Principal 4´ – výška a šírka výrezu

Tabuľka 6: Výška a šírka výrezu registra Principal 4´

Poradie tónov	Výška výrezu, mm	Šírka výrezu, mm	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu
C	15	52,9	28,35	16,84
Cis				
D	16,5	50	33	16,77
Dis				
E	13	48	27,08	17,26
F	8,5	47	18,08	22,5
Fis				

[12] ŠTAFURA, Andrej – NAGY, Štefan: Vplyv hrúbky hrany horného labia na frekvenčné spektrum zvuku píšťaly. In: *Nové trendy akustického spektra.* Red. Martin Čulík, Anna Danihelová. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2015, s. 123-130.

Poradie tónov	Výška výrezu, mm	Šírka výrezu, mm	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu
G	8	44	18,18	23,75
Gis				
A	8,8	41,5	21,2	22,21
B	9,2	38	24,21	22,83
H	8	39,5	20,25	22,87
C	8,5	36,5	23,28	23,48
cis	8,5	38	22,36	24,2
D	9	35	25,71	23,71
dis	7	34	20,58	24,33
E	8	32	25	24,85
F	8,2	32	25,62	25,16
fis	8,2	29,5	27,79	24,92
G	7,9	28,5	27,71	25,21
gis	8	27,9	28,67	25,38
A	8	25,8	31	25,28
B	7,2	26	27,69	26,71
H	7,1	23,5	30,21	25,36
c^1	7	23	30,43	26,93
cis^1	6,5	20,5	31,7	26,11
d^1	6,3	19	33,15	25,21
dis^1	6	17,8	33,7	26,12
e^1	6,5	17	38,23	25,18
f^1	6,8	18	37,77	27,29
fis^1	6,4	17	37,64	24,72
g^1	6,2	18,5	33,51	28,05
gis^1	5	15,2	32,89	23,05
a^1	5,3	16,5	32,12	26,27
b^1	4,5	15	30	24,37
h^1	4,5	14,8	30,4	24,82
c^2	4	13	30,76	23,25
cis^2	4,2	13	32,3	23,52
d^2	4,2	12,8	32,81	23,7
dis^2	3,5	12	29,16	23,44
e^2	4	11,9	33,61	22,03
f^2	3,4	10,8	31,48	22,92
fis^2	3,8	10,1	37,62	21,88
g^2	3,3	10,2	32,35	22,88
gis^2	3,5	9,6	36,45	23,51
a^2	2,5	9	27,77	20,04
b^2	3,5	8	43,75	19,59
h^2	2,5	8,8	28,4	23,35
c^3	2,5	8,5	29,41	22
cis^3	3,1	8,4	36,9	23,26
d^3	2,8	8,1	34,56	23,45

Vyššie uvedená Tabuľka 6 prináša údaje o výške a šírke výrezu, ako aj jednotlivé menzurálne vzťahy vyjadrené v percentách. Výsledky poukazujú na jednotlivé priebehy výšky a šírky výrezu, ktoré vplývajú na intonáciu. Údaje jasne dokumentujú disproporcie vzniknuté pri vytváraní výrezov, avšak aj viditeľnú kontinuitu a smerovanie výrezov. Hodnota výšky výrezu sa pri píšťalách v spodnej polohe začína na úrovni 1/4 šírky výrezu. Smerom k diskantu sa výška výrezov postupne dostáva z 1/4 na 1/3 šírky výrezu. Z údajov, ako aj z výsledkov obhliadky jasne vyplýva, že výška výrezu bola sekundárne menená, až na sekundárne píšťaly v prospekte. Veľkosť šírky výrezu, ktorú udávame percentom z veľkosti obvodu, sa pohybuje viac diskontinuitne od cca 17 % cez 27 %, až končí pri 24 %. Napriek tomu vieme konštatovať, že v priemere sa pohybuje niečo nad 1/5 z obvodu.

Sedecima 1´

Tabuľka 7: Výška a šírka výrezu registra Sedecima 1´

Tóny	Výška výrezu	Šírka výrezu	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu
C	6,5	21	30,95	23,9
D				
E	5,2	17,5	29,7	23,7
F	5	17,5	28,6	24,2
G				
A	4,5	14	32,2	22,3
B				
H	3,9	13,9	28,1	23,3
c				
cis				
d	7,5	11,5	65,2	22,9
dis	4	12	33,3	23,2
e	3,5	11,5	30,4	24,4
f	3,8	10,5	36,2	23,1
fis	2,5	10,8	23,2	24,6
g	3	10	30	23,6
gis				
a	2,4	8,6	27,3	22,8
b				
h				
c^1	2,8	8,8	31,8	24,4
cis^1				
d^1				
dis^1	2,5	8	31,25	22,8
e^1	2,5	6,8	36,8	19,7
f^1	2	8	25	24,3
fis^1	3	7,5	40	24,4
g^1	3,2	6	53,3	19,1

Tóny	Výška výrezu	Šírka výrezu	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu
gis^1	2,2	6,5	33,9	21,8
a^1	2,2	6,4	34,4	23,2
b^1				
h^1	1,8	7,6	23,7	26,9
c^2				
cis^2	2	6,5	30,8	24,4
d^2	1,8	5,5	32,7	21,1
dis^2				
e^2	2,1	7	30	22,3
f^2				
fis^2	2,1	7	30	23,5
g^2				
gis^2				
a^2				
b^2	1,8	5,8	31	23,1
h^2				
c^3				
cis^3				
d^3				

Tabuľka 7 prináša údaje jednotlivých tónov registra Sedecima 1´, pričom viditeľná diskontinuita pri niektorých tónoch týkajúca sa percenta výšky výrezu zo šírky je spôsobená sekundárnym vplyvom, a to neprimeraným zvýšením výrezu, ktorý bude zrejme nutné obnoviť. Vyššie uvedené údaje z Tabuľky 7 poukazujú na diskontinuitný priebeh, registrujeme však istú tendenciu na úrovni cca 30 % – 35 %. Pri hodnotení a vizuálnom prieskume výrezov píšťal je evidentné, že v priebehu času došlo na tomto nástroji k zmene výšky výrezu z úrovne cca 25 % na vyššie uvedenú úroveň. Znamená to, že došlo k romantizácii nástroja, pravdepodobne na prelome 19. a 20. storočia. Na porovnanie nám do istej miery môžu slúžiť píšťaly *fis* a *f*^{1}, ktoré majú výšku výrezu v podstate na pôvodnej úrovni 25 %, čo znamená 1/4 šírky výrezu oproti súčasnej, ktorá je na úrovni 1/3 šírky výrezu. Tabuľka zároveň ukazuje vývoj percenta šírky výrezu z obvodu píšťaly, čo je v tomto prípade kontinuálnejšia hodnota, pretože tá sa nedá v priebehu času na nástroji podstatne meniť. Jednotlivé odchýlky môžu byť spôsobené nepresnosťou merania, alebo aj malou nepresnosťou opracovania pri výrobe píšťal. Celkovo sa hodnota pohybuje na šírke výrezu 20 – 25 % z obvodu píšťaly.

Copula 8´ – Výška a šírka výrezu

Rovnako ako pri kovových registroch, tak aj pri drevených registroch zohráva dôležitú úlohu výška a šírka výrezu. Šírka výrezu je v podstate rovnako veľká ako predná strana (strana A) píšťaly. Tvorba výšky výrezu drevených píšťal sa od tvorby tohto výrezu na kovových píšťalách líši. Zároveň rovnako ako pri kovových píšťalách aj tu dochádzalo k sekundárnemu zvýšeniu výšky výrezov z dôvodov hudobno-štýlovej zmeny. Pri organovom pozitíve so Sásy (okr. Revúca) môžeme analyzovať dva drevené registre, a to Copulu 8´ a Copulu 4´.

Tabuľka 8: Výška a šírka výrezu registra Copula 8´

Poradie tónov	Výška výrezu, mm	Šírka výrezu, mm	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu	Percento ŠV z B strany
C	22	77	28,6	17,2	62,6
Cis					
D	20	71	28,2	16,9	60,7
Dis					
E	17	67	25,4	17,2	62,6
F	15	64	23,5	17,4	64
Fis					
G	15	56	26,8	16,4	59,6
Gis					
A	13	54	24,1	16,5	60
B	18	52	34,6	16,9	62
H	14	50	28	16,6	61
c	14	48	29,2	17	64
cis	12	46	26,1	17,2	62,2
d	14	45	31,1	17,3	64,3
dis	13	43	30,2	16,6	61,4
e	14	41	34,2	16,5	60,3
f	15	40	37,5	16,8	61,6
fis	15	41	36,6	17,5	64,1
g	14	38	36,9	16,5	62,3
gis	11	36	30,6	16,7	61
a	15	33	45,6	15,7	57,9
b	14	34	41,2	16,8	63
h	13	31	42	16,2	59,6
c^1	14	29,5	47,5	15,7	60,2
cis^1	13	27	48,2	15,2	56,25
d^1	11	27	40,8	15,7	58,7
dis^1	9	25	36	15,1	55,6
e^1	10	22	45,5	14	50
f^1	7	21	33,4	13,7	48,9
fis^1	7	20,5	34,2	13,7	48,8
g^1	6	20,6	29,1	15,2	52,8
gis^1	7	19	36,9	13,8	48,7
a^1	6	19	31,6	14,4	51,4
b^1	8	18	44,5	14,1	50
h^1	7	17	41,2	13,7	48,6
c^2	6	17	35,3	13,5	48,6
cis^2	5	17	29,4	14,4	51,5
d^2	6	15	40	13,2	48,4
dis^2	6	15	40	13,7	50
e^2	6	16	37,5	15,4	55,2
f^2	6	13	46,2	13,3	48,2

Poradie tónov	Výška výrezu, mm	Šírka výrezu, mm	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu	Percento ŠV z B strany
fis^2	6	13	46,2	13,6	50
g^2	6	13	46,2	13,8	50
gis^2	6	12	50	13,1	48
a^2	5	12	41,7	13,3	48
b^2	5	12	41,7	12,8	46,2
h^2	5	11	45,5	13,1	47,8
c^3	5	10	50	12,2	45,5
cis^3	5	10	50	12	45,5
d^3	4	9	44,5	11,6	42,9

Percentuálny pomer výšky výrezu zo šírky výrezu predstavuje nesúrodý parameter a zrejme to súvisí s ľudským faktorom pri intonovaní píšťaly v priebehu romantizácie nástroja v období prelomu 19. a 20 storočia, čo predstavuje subjektívnu entitu. Konkrétne hodnoty sa pohybujú od 23 % – 50 %, čo je od 1/5 po 1/2 zo šírky výrezu. Šírku výrezu môžeme aj v tomto prípade označiť za stabilnú veličinu, a to aj napriek tomu, že má klesajúci charakter. Hodnoty sa pohybujú od cca 17 % do 11 %, v priemere ide teda o cca 14 %, čo je asi 1/7 z obvodu píšťaly. Percento šírky výrezu k B strane píšťaly sa vyvíja v hodnote od 65 % po 40 %, ale rovnomerne v klesajúcej tendencii. Jemné rozdiely sú spôsobené buď odchýlkou pri meraní, alebo rôznym opracovaním dreva jednotlivých píšťal.

Copula 4´ – výška a šírka výrezu

Tabuľka 9: Výška a šírka výrezu píšťal registra Copula 4´

Poradie tónov	Výška výrezu, mm	Šírka výrezu, mm	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu	Percento ŠV z B strany
C	11,5	48	24	23,7	81,4
Cis					
D	6,8	44	15,5	21,6	77,2
Dis					
E	9,9	41	24,2	21,6	77,4
F	9,5	39,5	24,1	22	78,2
Fis					
G	9	37	24,3	21,7	77,9
Gis					
A	8,3	32,5	25,6	21,1	74,7
B	8,4	32,4	26	21,6	78,1
H	9,5	30	31,7	21,6	76
c	8,1	29	28	21,7	77,4
cis	7,5	27,8	27	22,1	77,7
d	7,2	26	27,7	21,2	74,3
dis	7	24,5	28,6	21,3	74,3
e	7	22,8	30,7	21,1	73,6

Poradie tónov	Výška výrezu, mm	Šírka výrezu, mm	Percento VV zo ŠV	Percento ŠV z obvodu	Percento ŠV z B strany
f	7	22	31,8	20,8	71,4
fis	6,5	20,5	31,7	20,5	69,3
g	6,1	19,5	31,3	20,5	68,4
gis	8,2	18,5	44,3	19,9	67,3
a	6,5	18,5	35,2	20,1	67,3
b	5,5	18	30,6	20,5	69,2
h	6	17,5	34,3	20,2	68,6
c^1	6	16,2	37	20	67
cis^1	5,5	15,8	34,8	19,5	65,9
d^1	5	15	33,4	20,9	69,8
dis^1	5	15	33,4	21,3	73,2
e^1	5,5	13,9	39,6	21	73,2
f^1	5,5	13	42,3	19,9	67,7
fis^1	5,5	12,4	44,4	20,1	68,9
g^1	5,5	12,3	44,7	20,9	70,3
gis^1	5,5	11,5	47,8	21,1	71
a^1	5,2	11,2	46,4	20,6	69,2
b^1	5,3	11	48,2	19,5	68
h^1					
c^2	5,1	9,5	53,7	20,2	70,4
cis^2	4,8	9,5	50,5	20,7	70,4
d^2	4,8	8,8	54,6	20,1	65,2
dis^2	4,5	7,7	58,5	19,8	64,2
e^2					
f^2	4	7,7	52	20,6	68,8
fis^2					
g^2					
gis^2					
a^2					
b^2					
h^2					
c^3					
cis^3					
d^3					

Vyššie uvedená Tabuľka 9 prináša sumárne poznatky o jednotlivých výrezoch v porovnaní s jednotlivými prvkami píšťal. Prázdne bunky tabuľky znamenajú chýbajúcu píšťalu, okrem veľkej krátkej oktávy. Percento výšky výrezu zo šírky výrezu sa pohybuje v stúpajúcej tendencii od cca 25 % po 60 %, čo je priveľký rozptyl pre jednotnú intonáciu, a teda aj zvuk. Na základe obhliadky jednotlivých píšťal môžeme konštatovať, že na prelome 19. a 20. storočia došlo k sekundárnej intonácii. Na mnohých píšťalách sú identifikovateľné pôvodné výšky horných labií. Výška výrezu, respektíve jej percento z obvodu sa pohybuje na veľmi vyrovnanej úrovni, a to cca 20 % z obvodu. Potrebným údajom je aj šírka výrezu k B strane píšťaly, pretože tento pomer je dôležitý

pre konštrukciu jednotlivých registrov a píšťal. V tomto prípade sa pohybuje od cca 80 % – 65 %, ale v stabilne klesajúcej tendencii.

Výskum menzúr našich historických organov prinesie dôležité poznatky až vo väčších sumarizačných celkoch. Avšak aj dnešné poznatky, ktoré nevieme zatiaľ zovšeobecňovať, ponúkajú množstvo podnetov na základný, ale aj aplikovaný výskum. V spojitosti s ostatnými atribútmi jednotlivých prvkov nástroja dostávame už dnes zaujímavé výsledky, ktoré sme čiastočne publikovali.

Materiál píšťalového fondu

Drevo

Aby mohli hudobné nástroje vydávať konkrétny, pre ne špecifický zvuk, potrebujú materiál konkrétnej kvality. V prípade organov je mimoriadne dôležitým faktorom kvalita dreva použitého na stavbu drevených píšťal. Momentálne neevidujeme výskum, ktorý by sledoval kvalitatívne charakteristiky dreva historických organov v kontexte Slovenska.[13] Dôležité je vypracovať metodiku sledovania týchto charakteristík, aby sme vedeli kvalitne zhodnotiť drevený píšťalový fond, či už pre potreby výskumu našich organov alebo ich reštaurovania.

V tejto súvislosti uvádzame charakteristiky, ktoré je potrebné sledovať pri klasifikácii dreveného píšťalového fondu. V prvom rade sledujeme používanie druhov drevín a ich rezy na jednotlivých stranách, následne chyby dreva, počet letokruhov na 1 cm, ako aj podiel letného a jarného dreva či počet výletových otvorov. Tieto sumárne poznatky ozrejmujú kvalitu jednotlivých píšťal. V nižšie uvedenej Tabuľke 10 môžeme podrobne sledovať jednotlivé kvality píšťal.

Tabuľka 10: Skúmané charakteristiky Copuly 4´

Tóny	A[14] rez	B rez	C rez	D rez	Rybina	Zátka	Predkrývka	A hrče	B hrče	C hrče	D hrče (ks)
C	RT	RT	RT	RT	áno	áno	R	4	2	5	2
D	TR	RT	R(T)	RT	áno	áno	R	2	3	0	1
E	T	RT	RT	TR	áno	áno	R	0	0	1	0
F	T	RT	R	R(T)	áno	áno	R	0	0	0	0
G	T	R(T)	TR	RT	áno	áno	R	0	0	2	2
A	T	TR	TR	T	áno	áno	T	0	0	1	0
B	T	RT	R	RT	áno	áno	T	0	3	0	3
H	T	RT	R	RT	áno	áno	T	0	2	0	2
C	R	T	R	T	áno	áno	T	0	2	0	3
Cis	T	R(T)	RT	RT	áno	áno	T	0	0	1	1
D	T	T	R	RT	nie	áno	T	0	0	0	2
dis	T	T	R	TR	áno	áno	T	0	2	0	1
E	R	TR	R	T	nie	áno	T	0	1	1	1

[13] V súčasnosti dokumentujeme nástroje oblasti Gemera.

[14] A – predná doska, ostatné strany v protismere hodinových ručičiek.

Tóny	A[14] rez	B rez	C rez	D rez	Rybina	Zátka	Predkrývka	A hrče	B hrče	C hrče	D hrče (ks)
F	R	RT	RT	RT	áno	áno	T	0	1	2	1
fis	T	R(T)	R(T)	RT	nie	áno	T	0	0	0	0
G	R	R(T)	T	R	áno	áno	T	1	1	3	1
gis	T	RT	T	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
A	T	RT	T	RT	áno	áno	T	0	0	0	1
B	T	R(T)	R	R	áno	áno	T	0	0	1	0
H	R	R	T	RT	áno	áno	T	0	1	2	0
c[1]	T	R	T	R	áno	áno	T	0	0	1	0
cis[1]	T	RT	TR	RT	áno	áno	T	0	0	1	0
d[1]	T	RT	R	R(T)	nie	áno	T	0	0	0	0
dis[1]	T	R	R	RT	nie	áno	T	0	0	0	0
e[1]	T	RT	TR	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
f[1]	TR	R	T	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
fis[1]	T	R	RT	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
g[1]	T	RT	T	RT	nie	áno	T	0	0	0	0
gis[1]	T	RT	R	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
a[1]	T	RT	TR	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
b[1]	T	RT	RT	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
h[1]	T	RT	TR	RT	nie	nie	T	0	0	0	0
c[2]	TR	RT	R	RT	áno	áno	T	0	0	0	0
cis[2]	TR	T	RT	T	áno	áno	T	0	0	0	3
d[2]	T	R	RT	R	áno	áno	T	0	0	0	0
dis[2]	TR	RT	RT	R	áno	áno	RT	0	0	0	0
e[2]	T	T	RT	RT	áno	nie	RT	0	0	0	0
f[2]	T	T	RT	R	áno	áno	T	0	0	0	0

Z výsledkov v Tabuľke 10 vyplýva, že na výrobu organových píšťal sa v minulosti nie vždy používalo rezonančné drevo. Rozsah používania rezonončného dreva v minulosti zatiaľ nevieme stanoviť, pretože nemáme komplexné poznatky o používaní jednotlivých drevín a o ich kvalite. Napriek tomu už nami ponúkaná ukážka prináša informácie aj o nekonzistentnom používaní jednotlivých rezov (R – radiálny rez, T – tangenciálny rez) dreva na jednotlivých stranách píšťaly. Prekvapuje množstvo jednotlivých chýb dreva, ako hrče ($A_{hrče,}$ ... počet kusov), točenie a podobne. Zaujímavé je používanie tangenciálneho rezu pri predkrývkach, kde tento rez spôsobuje tvarové deformácie samotnej predkývky, čím väčšinou zväčšuje jadrovú štrbinu v priebehu života nástroja. Toto sa deje aj z dôvodu rôzneho napúčania dreva pri jednotlivých rezoch a druhoch dreva v jadrovej oblasti spôsobeného neustálou zmenou vlhkosti v kostoloch.[15] Z týchto poznatkov jasne vyplýva, aké sú dôležité jednotlivé rezy dreva, ktoré pre svoju anizotropnú, res-

[15] Okrem toho je potrebné brať do úvahy fakt, že pôvodná vlhkosť dreva pri stavbe nástroja bola určite menšia ako v sakrálnych priestoroch. V tomto smere je vhodné mať vždy na pamäti tzv. Čulického diagram, ktorý udáva súvis medzi relatívnou vlhkosťou vzduchu a rovnovážnou vlhkosťou dreva.

pektíve v tomto prípade ortotropnú podstatu spôsobujú rôznu tvarovú nestabilitu.[16] Veľkosť tvarovej nestability ide paralelne s relatívnou vlhkosťou sakrálnych priestorov, v ktorých sa naše nástroje nachádzajú. A keďže v mnohých prípadoch je to vysoká relatívna vlhkosť vzduchu, tak aj hodnota tvarovej nestability materiálu je vysoká. Rovnako vhodné podmienky má aj drevokazný hmyz a následne mikroskopické huby, ktoré tiež spôsobujú degradáciu píšťalového fondu.[17] Všetky tieto načrtnuté problémy sú spôsobené aj anizotropnými vlastnosťami dreva. Je nevyhnutné ich klasifikovať a vytvárať tak istú stupnicu hodnotenia možných rizík jednotlivých píšťal. Takýto výskum nám umožní sledovať rôzne problémy dreva, ktoré majú vplyv na výsledné zvukové vlastnosti jednotlivých organových píšťal, a teda aj celých registrov. Nasledujúca Tabuľka 11 prináša ďalšie charakteristiky skúmaného registra Copula 4´.

Tabuľka 11: Ďalšie skúmané charakteristiky, Copula 4´

Tóny	A let/1cm	B let/1cm	C let/1 cm	D let/1 cm	A PVO	B PVO	C PVO	D PVO
C	1,8	2,22	1,8	1,98	0	0	7	14
D	1,14	2,29	5,33	2,12	0	0	4	0
E		3,13	5,14	3,74	76	4	3	7
F		5,55	5,22	5,54	26	4	0	1
G		2,75	0,92	5,56	19	19	2	6
A		1,82	2,65	1,15	11	3	8	1
B		1,07	5,04	1,19	13	1	3	2
H		0,77	4,15	1,01	15	2	0	1
C		0,54	4,24	0,54	4	0	0	3
cis		2,26	1,46	2,5	0	0	0	0
D		0,58	6,48	2,01	0	2	0	0
dis		0,91	6,78	1,53	11	0	0	0
E		1,29	6	0,97	1	0	3	5
F		0,97	1,46	0,97	1	0	0	1
fis		7,36	5,71	7,93	0	0	0	0
G		3,5	0,64	3,83	0	4	0	0
gis		3,24	1,33	3,61	0	0	0	0
A		1,81	1,71	2,2	2	0	0	0
B		6,85	4,91	3,02	1	0	2	1
H		3,48	0,71	7,78	5	0	1	6
c^1		3,7	0,37	3,67	1	0	0	3
cis^1		3,7	2,22	3,7	2	3	0	2
d^1		3,26	4,62	3,7	1	1	1	0
dis^1		2,89	2,76	2,43	18	5	0	0
e^1		6,77	2,62	7,73	1	0	2	3

[16] Porovnaj: ČUNDERLÍK, Igor: *Štruktúra dreva*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2009, s. 12, 13.

[17] Porovnaj: ŠTAFURA, Andrej: *Historické organy stredného Gemera. Konštrukcia a reštaurovanie historických organov*. [Dizertačná práca.] Bratislava : Ústav hudobnej vedy SAV, 2013, s. 146-149, 152, 153.

Tóny	A let/1cm	B let/1cm	C let/1 cm	D let/1 cm	A PVO	B PVO	C PVO	D PVO
f[1]		3		6	0	0	0	0
fis[1]		4,9	3	6,7	6	0	0	0
g[1]		3,41		6,7	3	3	0	3
gis[1]		9,4	1,5	6,1	2	1	0	0
a[1]		4		4,6	2	2	0	0
b[1]		3,8	10,5	4,2	0	2	0	1
h[1]		6		5,89	2	1	0	0
c[2]		1,8	10,8	3,1	0	0	1	1
cis[2]			8,9		0	0	1	0
d[2]		8,33	7,04	11,23	1	0	1	0
dis[2]		7,8	7,25	2,5	0	0	1	0
e[2]			8,74	5,54	4	0	0	0
f[2]			3,5	5,5	1	0	0	0

Výsledky v Tabuľke 11 poukazujú na niekoľko skutočností, ktoré sme doteraz neidentifikovali. V prvom rade ide o potvrdenie tézy, že na výrobu historických organov, vrátane píšťal, sa nie vždy používalo kvalitné, možno povedať rezonančné drevo. Už podiel ročných kruhov na 1 cm jasne dokazuje, že staviteľ nevyberal kvalitný materiál, čo vidíme na množstve hrčí a iných chýb dreva. Ďalším významným poznatkom je fakt, že na základe počtu výletových otvorov (A_{PVO} ...) drevokazný hmyz, v tomto prípade črvotoč bodkovaný, napadol oveľa viac buk lesný (229) ako smrek obyčajný na troch stranách píšťal (57, 40, 61). Napadnutie smreka obyčajného sa výrazne prejavuje hlavne v oblasti jadra píšťaly, keďže jadro je zložené práve z buka lesného a zároveň je tam dosť organického materiálu – gleja.[18] Významným hodnotiacim prvkom dreveného píšťalového fondu v budúcnosti môže byť aj kombinácia uvádzaných charakteristík. Vzájomné korelácie poukazujú na poškodenia, ktoré majú buď lokálny alebo komplexný charakter, pokiaľ ide o úbytok drevnej hmoty. Vzhľadom na to, že register Copula 8´ je po obhliadke technologicky spracovaný identicky ako skúmaný a prezentovaný register Copula 4´, register v osemstopovom základe detailne uvádzať nebudeme. Zároveň všetky zistenia platia aj pre tento neprezentovaný register.

V súvislosti so sledovaním jednotlivých špecifík dreveného píšťalového fondu môžeme uviesť okrem sledovania počtu letokruhov aj výber takých vzoriek na výskum a následné datovanie pomocou dendrochronológie, ktoré majú vysokú hustotu ročných prírastkov na 1 cm. Pri analýze tohto nástroja vieme konštatovať, že takéto „rezonančné drevo“ zo smreka obyčajného sa nachádza na predných doskách (čiže strana A) troch prvých najväčších píšťal (*C*, *D*, *E*). Rovnako sa takéto rezonančné drevo nachádza aj na píšťale *H* registra Copula 8´, ktorý vieme rovnako skúmať a môže sa stať predmetom dendrochronologického datovania. Šírka tejto prednej dosky je 6,8 cm, pričom sa tu nachádza 172 ročných prírastkov, čo znamená, že na 1 cm má v priemere 25,3 ročných prírastkov. Dendrochronologickým datovaním by sme získali datovanie posledného ročného prírastku, ktorý máme k dispozícii, ale zároveň aj približnú dobu

[18] Ide zrejme o rôznu kombináciu extraktívnych látok, bielkovín (glej), celulózy, hemicelulózy a pod., ktoré inhibujú túto aktivitu voči buku lesnému.

sušenia tohto dreva pred jeho použitím na výrobu skúmaného nástroja. Táto oblasť bude predmetom nášho ďalšieho špeciálneho výskumu a následného publikovania.

Analýza vlastností jednotlivých použitých drevín prispieva primárne aj k zvukovému hodnoteniu nástroja, pretože tie vplývajú na výsledný zvukový rezultát jednotlivých registrov. V tomto prípade sledujeme dva registre, a to Copula 8´ a 4´.

Register Copula 8´ má na prednej doske (strana A) od píšťaly *C* po *dis* použitý smrek obyčajný (Picea abies), na ostatných predných doskách je už buk lesný (Fagus sylvatica). Zadná doska (strana C) a bočné dosky (strana B, D) sú v celom priebehu zo smreka obyčajného (Picea abies). Jadro píšťal je v celom priebehu z buka lesného (Fagus sylvatica). Predkrývky píšťal sú rovnako v celom priebehu z jednej dreviny, a to jaseňa štíhleho (Fraxinus excelsior L.). Keďže ide o zriedkavejšie sa vyskytujúcu drevinu, určenie sme vykonali pomocou mikroskopu na transverzálnom reze predkrývky.[19]

Dreviny pri registri Copula 4´ sú v podstate identické, jediný rozdiel je v prípade strany A, teda prednej dosky, kde sa smrek obyčajný (Picea abies) použil len pri píšťalách *C* a *D*. Ostatné dreviny sú identické ako pri registri Copula 8´. Dreviny, ktoré sa použili pri drevených píšťalách vo veľkej oktáve v registri Principal 4´ sú identické, avšak na predných doskách (strana A) boli použité dosky so smreka obyčajného (Picea abies) vysokej rezonančnej kvality, respektíve s vysokým podielom ročných prírastkov na 1 cm.

Na výskum dreva organových píšťal môžeme nazerať z rôznych pohľadov a aj v oveľa širších súvislostiach. Dôležité je však poskytnúť pri základnom výskume nástroja všetky potrebné údaje a poznatky, ktoré sa dajú využiť v ďalších, najmä sumarizačných analýzach, ako aj pri rôznych aplikáciách, ktoré sú súčasťou aj tohto výskumu.

Organový kov

Analýza kovu registrov jednotlivých organárskych dielní či aspoň jednotlivých organárov zatiaľ absentuje, až na pár výnimiek. Z toho dôvodu je takmer istou povinnosťou pri komplexnom organologickom výskume túto analýzu vykonať. Zároveň významne dopĺňa vyššie uvedené zistenia ohľadom ostatných organologických prvkov.

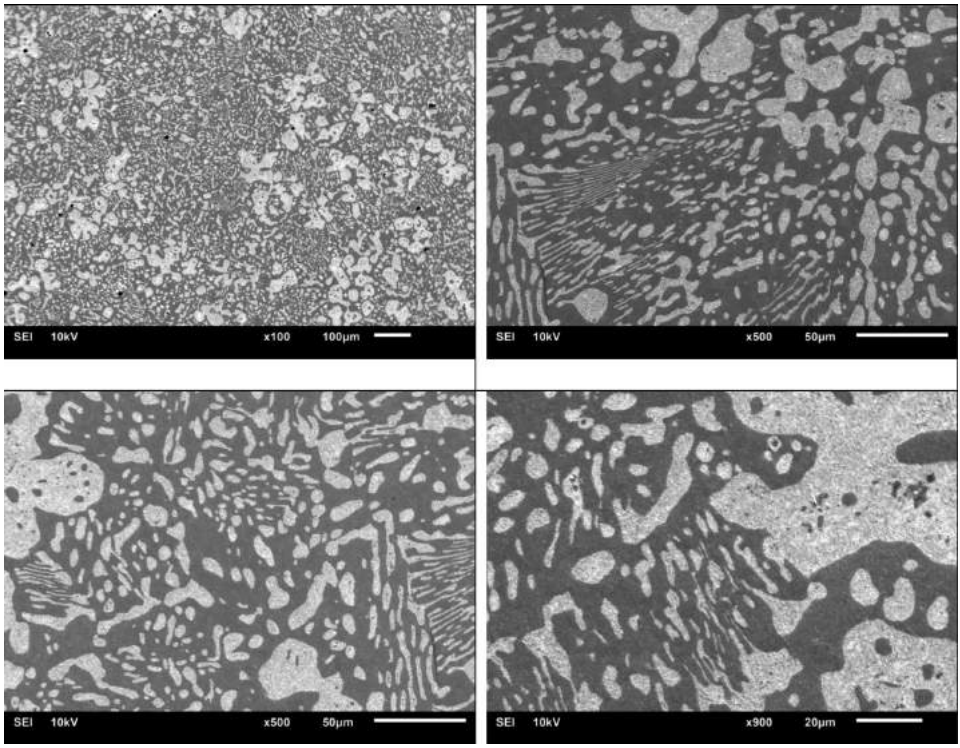
Chemické zloženie zliatiny organovej píšťaly sme analyzovali rastrovacím elektrónovým mikroskopom typu JEOL JSM 6610 vybaveným energo-disperzívnym spektrometrom (EDX) typu X Max 50 mm^2 od Oxford Instruments. Analyzovala sa vzorka zliatiny z organovej píšťaly zaliata do vodivej hmoty.

Organová píšťala je zložená z binárnej zliatiny (Obr. 1), ktorá je tvorená cínom a olovom. Z EDX plošnej analýzy (Obr. 2, 3) vyplýva, že zliatina obsahuje ~ **65 % cínu** a ~ **35 % olova**. V štruktúre zliatiny možno pozorovať 2 základné fázy. Tmavá fáza predstavuje čistý cín, bledú fázu tvorí olovo s cínom (Obr. 4, 5). Pri obhliadke kovového píšťalového fondu, ako aj pri analýze sa našla len pasívna korózia, ktorá ochraňuje samotný kov pred jeho aktívnou koróziou.[20] Táto analýza uzatvára komplexný organologický výskum týkajúci sa použitých materiálov.

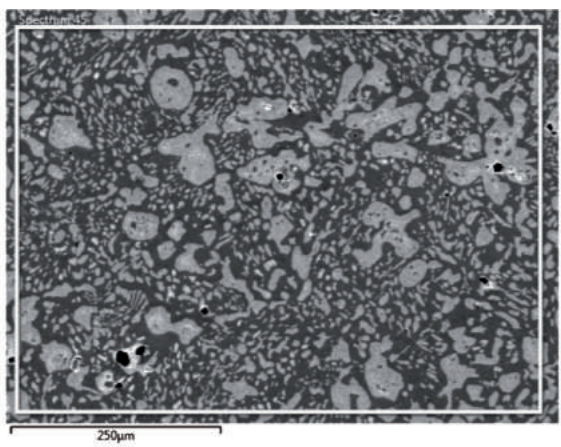
---

[19] Za pomoc pri určení dreviny použitej na predkrývky (jaseň štíhly) ďakujeme Dr. Petrovi Bártovi z archeologickej katedry Filozofickej fakulty UK v Bratislave.

[20] SELUCKÁ, Alena: Koroze olova. In: HAVLÍNOVÁ, Alena – ŠILHOVÁ, Alena – SELUCKÁ Alena (eds.): *Konzervování a restaurování kovů.* Brno : Technické muzeum v Brně, 2011, s. 535

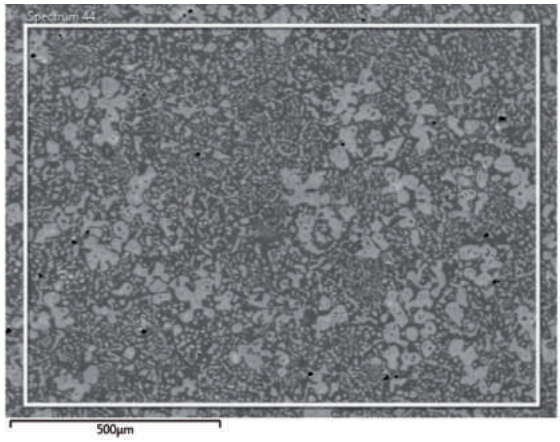


Obr. 1: Mikroštruktúra zliatiny organového kovu



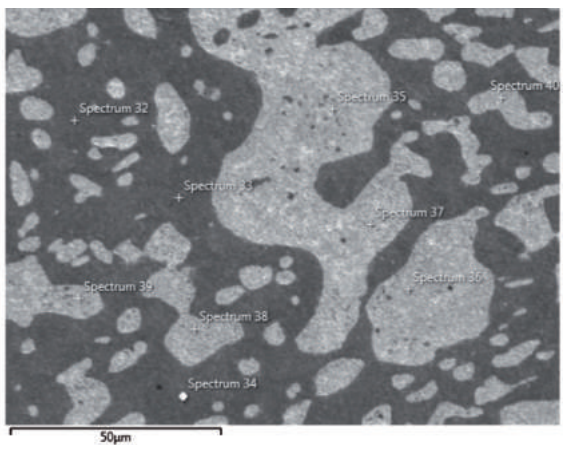
Chemické prvky z plošnej analýzy	Hm. %
Sn	64,95
Pb	35,05

Obr. 2: EDX plošná analýza zliatiny organovej píšťaly



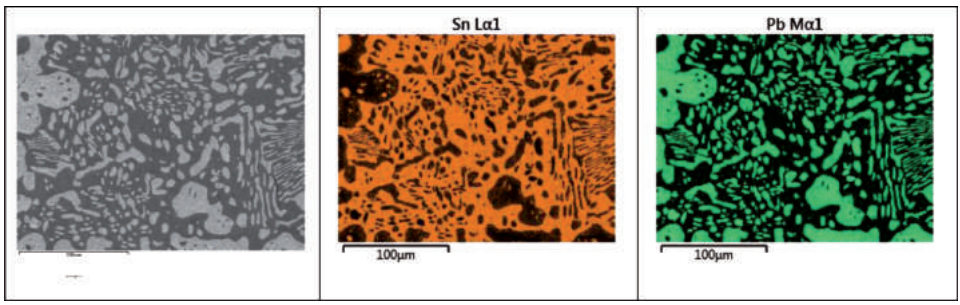
Chemické prvky z plošnej analýzy	Hm. %
Sn	64,11
Pb	35,89

Obr. 3: EDX plošná analýza zliatiny organovej píšťaly



Chemické prvky z bodovej analýzy	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Sn	100	100	100	18,58	20,53	12,47	25,71	11,41	28,98
Pb				81,42	79,47	87,53	74,29	88,59	71,02

Obr. 4: EDX bodová analýza zliatiny organovej píšťaly



Obr. 5: EDX mapa prvkov zliatiny organovej píšťaly

Abiotické podmienky

Pre úplnosť pripájame aj stručný pohľad na abiotické podmienky Evanjelického kostola, a. v. v obci Sása, kde sa skúmaný organový pozitív nachádza. Meranie sa uskutočnilo pomocou merača Comet S 3120, ktorý bol uložený na oltári kostola cca 1 m nad podlahou v pozícii, kde nebol podrobený priamemu slnečnému žiareniu. Výsledky meraní teploty, relatívnej vlhkosti a rosného bodu poukazujú na skutočnosť, že priemerná teplota sa pohybuje na úrovni 20,8 °C, čo je vhodná teplota na rozmnožovanie drevokazného hmyzu,[21] ktorý je vo významnej miere prítomný. Túto skutočnosť podporuje aj relatívna vlhkosť vzduchu, ktorá sa pohybuje v priemerných hodnotách 61,2 %, a to za podmienok, keď sa vonkajšie teploty pohybovali v tieni na úrovni cez 35 °C, čo znamená, že ak dôjde k zrážkam, tak tento kostol má výrazný problém s vlhkosťou, ktorá môže stúpnuť aj nad relatívnu vlhkosť 80 %. Tento fakt podporuje aj podlaha obrastená riasmi, ktoré majú výhodné podmienky na svoj rast. Na základe tzv. Čulického diagramu môžeme zistiť aj rovnovážnu vlhkosť dreva, ktorá je pri tejto relatívnej vlhkosti vzduchu na úrovni cca 11 %. Okrem toho je potrebné upozorniť aj na priame slnečné žiarenie zo zadného okna, ktoré je hneď za nástrojom a následne v prechodných obdobiach spôsobuje na píšťalách zarosenie. Z toho vyplýva, že každý zásah, hlavne do drevených píšťal, napríklad olejovitým náterom, môže spôsobiť následné plesnivenie nástroja. Táto skutočnosť sa týka aj petrifikácie organovej skrine, pretože jej následné plesnivenie veľmi ovplyvňuje aj nástrojovú časť. Zároveň je organová skriňa aj rezonátorom nástroja a pretrifikácia výrazne mení zvukové vlastnosti organových píšťal. Petrifikácia, čiže spevňovanie drevnej hmoty, v tomto prípade nie je vhodná. Ošetrenie proti drevokaznému hmyzu je ešte predmetom nášho výskumu, avšak je samozrejme prípustné, ak sa ako nosič nepoužíva olejovitý náter. Z vyššie uvedeného vyplýva, že sledovanie abiotických podmienok je nevyhnutné na určenie stavu materiálu použitého na stavbu nástroja, alebo na následnú obnovu či reštaurovanie nástroja.

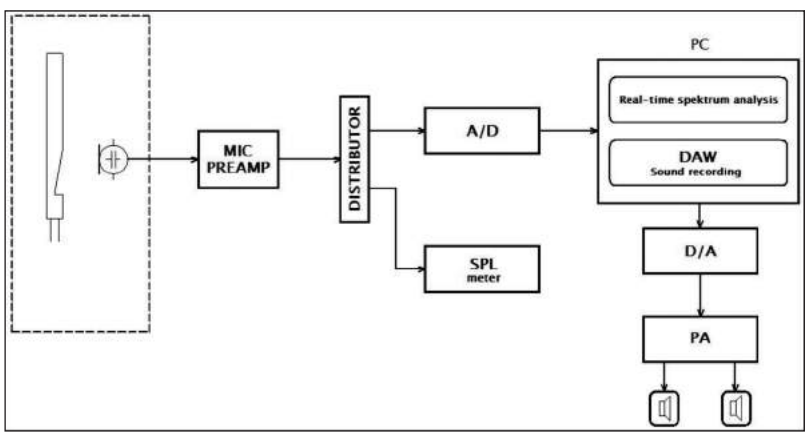
[21] REINPRECHT, Ladislav: *Ochrana dreva*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2008, s. 124-125.

Intonácia a ladenie

Všetky predošlé analýzy súvisia vo väčšej alebo menšej miere s nasledujúcou analýzou. Analýza intonácie tohto nástroja úzko súvisí s výškou výrezu, ktorú sme skúmali vyššie, pričom je evidentné, že v priebehu vývoja tohto nástroja došlo k zvýšeniu výrezu. Touto analýzou sme zároveň zistili, že výšky niektorých výrezov, hlavne pri drevených píšťalách, sú na úrovni aj 48 % šírky výrezu, pričom výšku originálneho výrezu pri drevených registroch sme našli na úrovni cca 25 % zo šírky výrezu. Ako príklad nám poslúžili dve píšťaly, a to píšťala *a* z registra Copula 8´ s romantizovaným výrezom a píšťala *A* registra Copula 4´ s pôvodným výrezom, čo znamená, že aj menzurálne aj materiálovým zložením ide o rovnaké píšťaly, líšia sa iba výškou výrezu. Zároveň sme tieto píšťaly podrobili snímaniu pri dvoch tlakoch, najprv 60 mm a následne 52 mm. Znamená to, že sme vykonali štyri analýzy, ktoré zodpovedajú štyrom frekvenčným spektrám uvedeným nižšie.

Metóda snímania zvukového spektra je postavená na dvoch hlavných častiach technologického vybavenia (Obr. 6). Primárnou časťou je budenie tónu jednotlivých píšťal, ktoré sa zabezpečuje pomocou experimentálnej vzdušnice napojenej na mech a vzduchové čerpadlo. Druhá časť technológie pozostáva z vyhodnocovania spektier v reálnom čase, na čo sa využíva akustický softvér ARTA. Na PC je ďalej nainštalovaný aj DAW softvér Samplitude 11, ktorého úlohou je záznam a editácia spracovávaných signálov jednotlivých píšťal. Táto konfigurácia umožňuje ku každému vyhodnotenému spektru priradiť zodpovedajúci zvukový signál.

Signál meranej organovej píšťaly je snímaný meracím mikrofónom MiniSPL. Tento signál sa následne zosilňuje v mikrofónovom predzosilňovači a z jeho výstupu postupuje do distribútora, v ktorom sa rozdeľuje do dvoch ciest. Prvá cesta vedie do A/D prevodníka, kde sa tento digitalizovaný signál následne vyhodnocuje v akustickom softvéri. Súbežne sa signál zaznamená vo zvukovom programe, čím sa k analyzovanému spektru vytvorí zodpovedajúci zvukový súbor. Druhá signálová cesta z distribútora vedie do akustického analyzátora, ktorý sa využíva na vyhodnocovanie hladiny akustického tlaku (SPL). Samotná vzorkovacia frekvencia bola 44,1 kHz, počet vzoriek 8 192, váho-



Obr. 6: Schéma meracej aparatúry

vacie okno „Hanning“ a lineárne priemerovanie zo 100 vzoriek. Zároveň sme mali tlak 60 mm H_2O (588 Pa) a 52 mm H_2O (509,6 Pa), stálu teplotu udržiavanú na hodnote 23 C°, relatívnu vlhkosť vzduchu 63 %. Poloha mikrofónu bola pred prekrývkou pod jadrovou štrbinou cca 5±1 cm od píšťaly, čiže meranie sa uskutočnilo v blízkom poli.

Experiment

V rámci experimentu sme teda snímali dve uvedené píšťaly, pričom sme zaznamenávali ich frekvenčné spektrum pri dvoch tlakoch: 1. pri 60 mm H_2O, 2. pri 52 mm H_2O.

- Píšťala č. 1 (stĺpec 1 v Tabuľke 12) – romantizovaný výrez, 60 mm H_2O;
- Píšťala č. 2 (stĺpec 2) – pôvodný výrez, 60 mm H_2O;
- Píšťala č. 1 (stĺpec 3) – romantizovaný výrez, 52 mm H_2O;
- Píšťala č. 2 (stĺpec 4) – pôvodný výrez, 52 mm H_2O.

Nasledujúca Tabuľka 12 prináša výsledky meraní a grafických zobrazení, ktoré sme vzájomne porovnávali a tým získali ucelenejšie výsledné hodnotenie použitých píšťal.

Tabuľka 12: Sumár frekvenčných spektier zvuku jednotlivých píšťal

Poradie	**1**	**2**	**3**	**4**
1f [dBFS]	-13	-18	-15	-18
2f [dBFS]	-38	-39	-42	-45
3f [dBFS]	-31	-18	-36	-23
4f [dBFS]	-49	-39	-52	-48
5f [dBFS]	-58	-51	-64	-61
6f [dBFS]	-56	-44	-62	-47
7f [dBFS]	-69	-53	-75	-56
8f [dBFS]	-65	-49	-71	-52
9f [dBFS]	-76	-53		-58
10f [dBFS]	-76	-56		-63
11f [dBFS]		-59		-67
12f [dBFS]		-63		-69
13f [dBFS]		-66		-73
14f [dBFS]		-66		-76
15f [dBFS]		-71		-79
16f [dBFS]		-73		
17f [dBFS]		-78		

Vo frekvenčnom spektre zvuku píšťaly s romantizovaným výrezom pri tlaku 60 mm H_2O sme identifikovali 10 harmonických tónov. Zároveň prvý harmonický tón je vo výraznej polohe -12,46 dB

Vo frekvenčnom spektre píšťaly s pôvodným výrezom pri tlaku 60 mm H_2O prevláda základný harmonický tón, ostatné sú v nižších úrovniach (16 harmonických tónov), ale zároveň dominuje aj tretí harmonický tón, čiže kvinta základného tónu, ktorá dokonca jemne prevyšuje základný harmonický tón.

Frekvenčné spektrum píšťaly s romantizovaným výrezom, ale pri tlaku 52 mm H_2O, ukazuje iba 8 harmonických tónov s prevahou základného harmonického tónu a nižšími ostatnými alikvotnými tónmi.

Frekvenčné spektrum píšťaly s pôvodným výrezom a pravdepodobne aj s pôvodným tlakom na úrovni 52 mm H_2O ukazuje, že píšťala má 14 harmonických tónov s prevahou základnej zložky, pričom aj tretí harmonický tón, čiže kvinta, je v prirodzenej polohe voči základnému tónu, čiže na úrovni o cca -5 dB nižšie ako úroveň základného tónu.

Výsledkom je niekoľko zistení, ktoré menia náš pohľad na tento nástroj aj z pohľadu jeho reštaurovania. Tieto poznatky môžeme rozdeliť do niekoľkých bodov, podľa toho, aký majú vplyv na intonáciu či ladenie nástroja.

Tlak a frekvenčné spektrum zvuku

Prvým dôležitým poznatkom je fakt, že pre romantizovanie nástroja došlo k zvýšeniu tlaku na 60 mm H_2O, pretože frekvenčné spektrum zvuku píšťaly na pôvodnom tlaku 52 mm H_2O bolo už príliš chudobné na harmonické tóny, ktoré boli zároveň v nízkych úrovniach. Naopak, pri zvýšení tlaku sú úrovne týchto harmonických tónov vyššie. Opakom je píšťala s pôvodným výrezom, keď pri nepôvodnom tlaku 60 mm H_2O dochádza k zvýšeniu tretieho harmonického tónu až na dominujúcu úroveň, čím dochádza ku kvintovaniu tónu. Z toho dôvodu by pôvodný výrez mal mať nižší tlak na úrovni cca 52 mm H_2O, aj keď dôjde k poklesu zo 16 na 14 harmonických tónov. Zároveň je tu rozdiel aj v nasadzovaní tónu, keď pri pôvodnom výreze dochádza k zvýšenej tvorbe tzv. trecích tónov a k tzv. barokovému pľutiu píšťal. Sekundárnym zvýšením výrezu sa tento jav odstránil a tým sa rozšírili aj interpretačné možnosti. Pri malých nástrojoch je však zmena tlaku a farby tónu a jej vplyv na kvalitu otázna a vyžaduje si dlhšiu diskusiu, pretože tento romantický efekt sa prejaví skôr pri väčších nástrojoch a vo väčších akustických priestoroch.

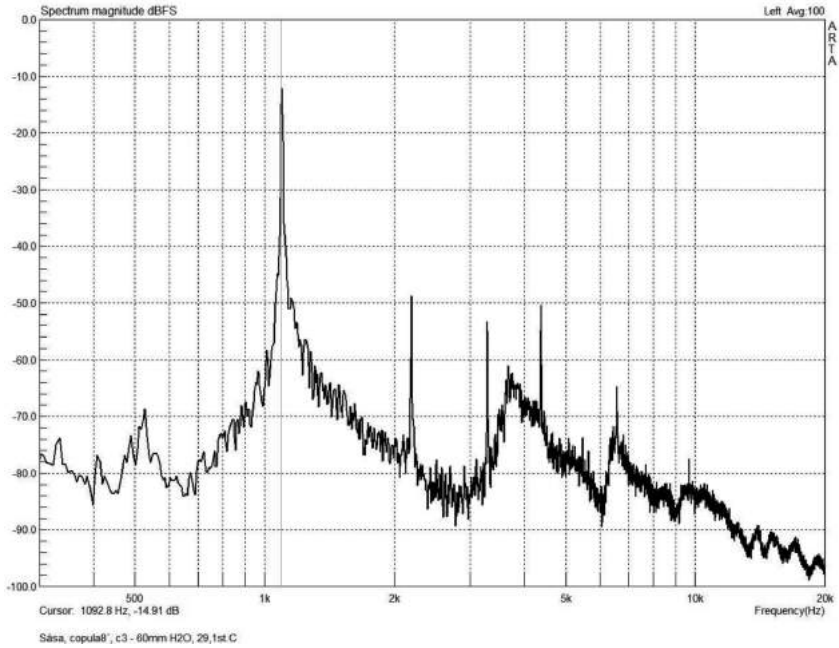
Intonácia a ladenie

Z pohľadu kvality zvuku tohto nástroja môžeme uviesť niektoré frekvenčné spektrá zvuku registrov, ktoré poukážu na chyby spôsobené niekdajším zásahom alebo vonkajšími faktormi. Kvalitné frekvenčné spektrá zvuku nám môžu slúžiť ako vzor pre následné reštaurovanie chybných píšťal a registrov a ich návrat do ich „pôvodnej" zvukovej podoby. Nasledujúci Graf 1 prezentuje chybné frekvenčné spektrum drevenej krytej píšťaly z registra Copula 8´.

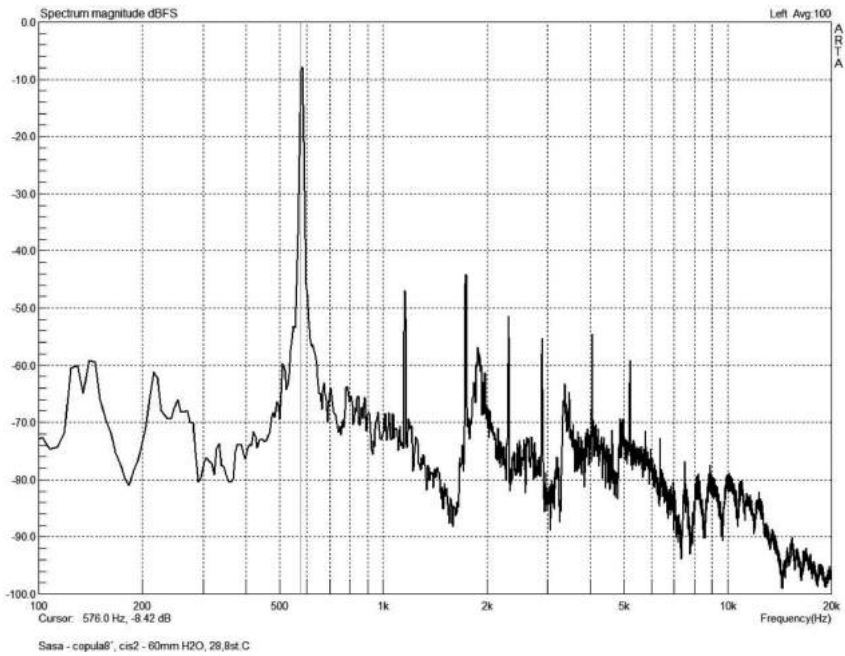
Pri drevených registroch dochádza k strate harmonických tónov (Graf 1), ak je píšťala poškodená, nedokáže udržať kvalitný vzduchový stĺpec potrebný na vznik a udržanie kvalitného tónu. Naproti tomu uvádzame kvalitné frekvenčné spektrum zvuku pri nepoškodenej píšťale, Graf 2.

Kvalitné frekvenčné spektrum zvuku (Graf 2) registra Copula 8´pri tomto organe predstavuje približne 10 harmonických tónov, v tomto konkrétnom prípade ich iden-

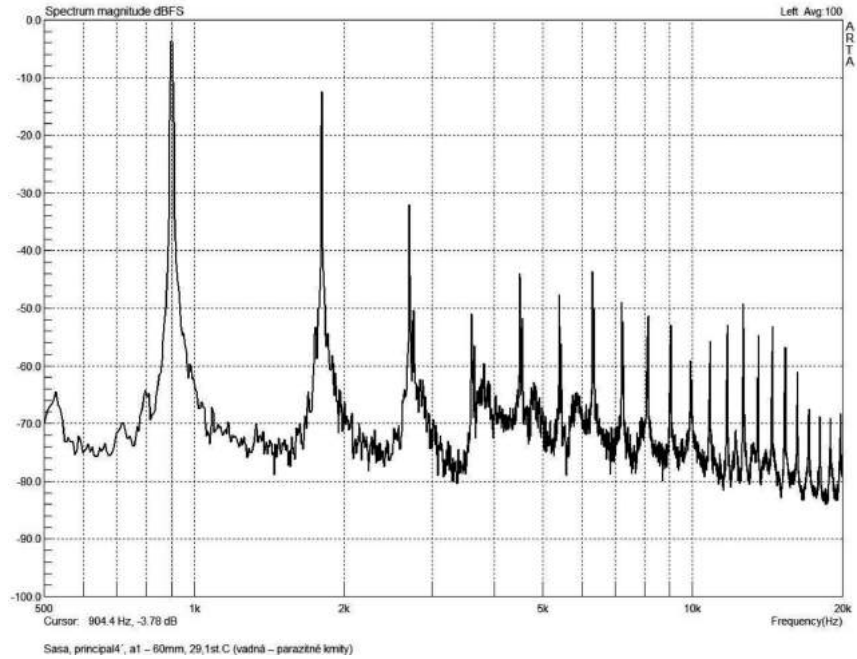
Graf 1: Chybné frekvenčné spektrum zvuku



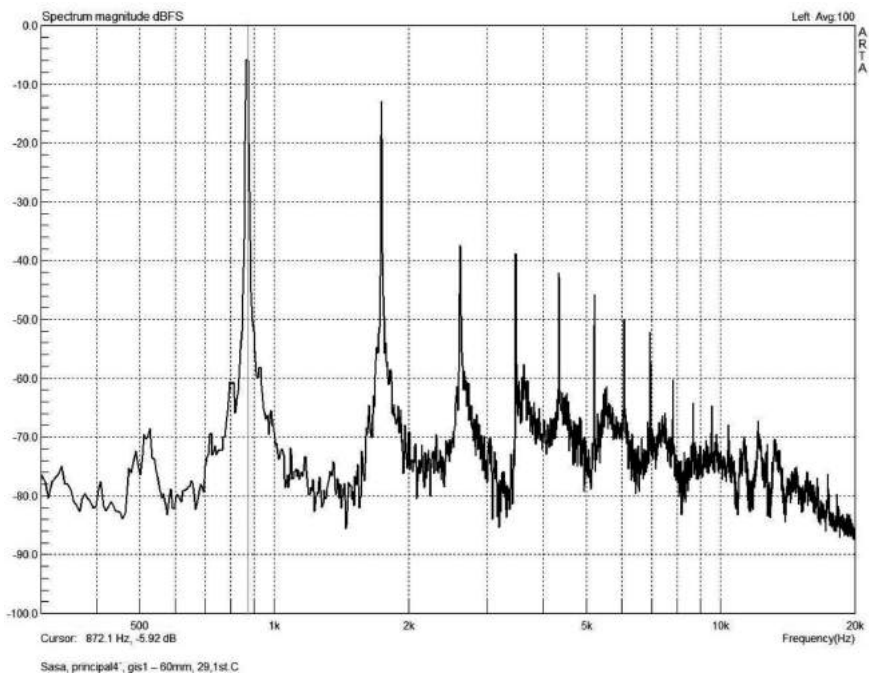
Graf 2: Kvalitné spektrum



Graf 3: Chybné spektrum



Graf 4: Kvalitné spektrum



tifikujeme 12. Táto intonácia nám môže slúžiť ako vzor na stabilizáciu sekundárnej (romantizovanej) intonácie pri tomto nástroji.

Pri kovových registroch sa zlá funkčnosť píšťaly prejavuje predovšetkým príliš veľkým množstvom harmonických tónov.

Ako ukážka nekvalitného spektra (Graf 3) nám poslúži píšťala a^1 z registra Principal 4´ a jej frekvenčné spektrum zvuku, ktoré obsahuje parazitné kmity a isté zdvojovanie harmonických tónov, objavujúce sa na grafe spektra. Naproti tomu nasledujúci graf prináša kvalitné spektrum od nepoškodenej píšťaly, ale s romantizovaným výrezom.

Kvalitné frekvenčné spektrum zvuku (Graf 4) zromantizovanej píšťaly registra Principal 4´ obsahuje pri tomto nástroji až do 15 identifikovateľných harmonických, bez zdvojovania harmonických tónov alebo bez parazitných kmitov. Na základe uvedených ukážok môžeme jasne identifikovať poškodené a nepoškodené píšťaly a tým ich frekvenčné spektrum zvuku.

Ladenie tohto nástroja bolo evidentne korigované z pravdepodobne pôvodných 415 Hz na súčasných 440 Hz.[22] Korekcie je vidieť hlavne na kovových píšťalách, pretože niektoré boli zrezané na ústí len čiastočne, alebo boli zastrihávané, mnohé však majú znížený korpus píšťaly vcelku. Týmto spôsobom bol znížený aj vzduchový stĺpec píšťal, čím sa zvýšila ich vyššie uvedená frekvencia. Pri tomto úkone sa zrejme menil aj typ ladenia, ktoré pôvodne mohlo byť buď ešte strednotónové ladenie, alebo temperované podľa Vallotiho či Kirnbergera, na súčasné rovnomerne temperované ladenie.[23] Zisťovanie konkrétneho typu dobového ladenia je pri tomto nástroji v podstate nemožné z dôvodu veľkého množstva kovových píšťal zrezaných po celom obvode ústia.

Záver

Komplexný organologický výskum organa v Sáse priniesol mnoho poznatkov, ktoré obohacujú základný výskum a predstavujú významné, a predovšetkým nové poznatky v danom obore. Zároveň musíme povedať, že počas celého procesu boli tieto jednotlivé čiastkové poznatky inšpiráciou aj pre aplikovaný výskum a jeho realizáciu. Jednotlivé poznatky môžeme zhrnúť do nasledovných bodov:

- Nové poznatky v oblasti autorstva a roku stavby sa síce úplne nepodarilo získať, až na isté sumarizácie, komparácie a pod., avšak aj poznatok, že Josef Mooser opravoval tento nástroj, je poznatkom prínosným, pretože z historického hľadiska vieme, že tento organár zasiahol aj do vývoja historických organov na strednom Gemeri.[24]
- Z oblasti dispozície nástroja sme zistili poznatky o pôvodnosti a celosti píšťalového fondu, ako aj kvalitu a druh materiálu, či už dreveného alebo z organového kovu.

---

[22] V histórii organov máme zaznamenané rôzne absolútne výšky ladenia ako a^1 435 Hz (Anglicko), 370 Hz, 410 Hz (Francúzsko), nemecké štandardy z 18. storočia podľa Mandela: 415 Hz (hlboký kammerton), 440 Hz (vysoký kammerton) a 480 Hz (chorton) podľa HALÁSZ, Peter: a^1 = ?, alebo zmeny absolútnej tónovej výšky v 17. a 18. storočí. In: *Slovenská hudba*, roč. 21, 1995, č. 3, s. 325-333.

[23] ORTGIES, Ibo: *Die Praxis der Orgelstimmung in Norddeutschland im 17. und 18. Jahrhundert und ihr Verhältnis zur zeitgenössischen Musikpraxis.* Göteborg : Göteborgs Universitet, 2004, s. 98.

[24] Podľa našich predošlých zistení tento organár prestavoval či rozširoval organ napríklad v Šiveticiach.

Analýza priniesla poznatky o nepoužívaní rezonančného dreva, až na drevené píšťaly registra Principal 4´ a niektoré veľké píšťaly z ostatných drevených registrov. Naopak, autor použil množstvo nekvalitného a hrčavého dreva. Vysokú kvalitu sme však zachytili pri píšťalniciach, kde autor nepoužil pri všetkých tzv. španielske jazdce. Analýza organového kovu nepotvrdila aktívnu koróziu, čiže organ je v tomto zmysle vo vyhovujúcich podmienkach. Zliatina obsahuje ~ 65 % cínu a ~ 35 % olova, čo znamená, že organár pri tomto nástroji použil kvalitnejší materiál. V tomto prípade je zaujímavé zistenie, že rovnaký staviteľ pri organe v Lukovištiach zrejme použil odlišný pomer v zliatine organového kovu, pretože tu sa centrálna píšťala v prospekte zrútila, zrejme pre veľké množstvo olova a málo cínu. Tento rozpor bude ale zaujímavým prínosom pre poznanie voľby technológie a výberu kvality použitej zliatiny.

- Výskum organových menzúr sme už síce publikovali, ale aj komplexnejšia analýza potvrdila naše doterajšie zistenia (organár na stavbu píšťal použil pomer 5:8). Zároveň tieto poznatky slúžia na dopracovanie nových kópií píšťal, pretože niektoré, hlavne pri registri Copula 4´ a Sedecima 1´, chýbajú. Analýza potvrdila aj náš predpoklad o sekundárnych zásahoch do horných labií, čím sa výrazne zmenil zvukový charakter tohto nástroja. Zároveň sme túto skutočnosť demonštrovali frekvenčnou analýzou zvuku skúmaných píšťal, ktoré boli buď s primárnym výrezom, alebo so sekundárnym výrezom.
- Podmienky uloženia nástroja úzko súvisia s jeho technickým stavom, ktorý sa prejavuje hlavne pri jeho materiáloch. Negatívne sa zatiaľ prejavuje len pri dreve nástroja, ktoré je výrazne napadnuté drevokazným hmyzom, v najväčšej miere ho identifikujeme nie pri smreku obyčajnom, ale buku lesnom. V súčasnosti je teplota na priemernej úrovni 20,8 °C a relatívna vlhkosť vzduchu sa pohybuje na priemerných hodnotách 61,2 %, pričom namerané údaje sme získali pri extrémne suchých podmienkach počas dlhého obdobia. Za týchto podmienok má podľa Čulického diagramu drevo rovnovážnu vlhkosť cez 11 %, čo je dostatok vlhkosti na rozmnožovanie drevokazného hmyzu. Z toho dôvodu je nevyhnutné pre ochranu tohto nástroja znížiť vlhkosť a zároveň ošetriť tento nástroj proti drevokaznému hmyzu chemickou cestou.
- Intonácia nástroja je momentálne v zlom stave, čo sa pri kovových registroch dá v podstate bez veľkých problémov riešiť, až na prípady, keď je jadrová časť a horné labium nejako poškodené. Pri drevených registroch ide o väčší problém, lebo sekundárny zásah sa nedá len tak jednoducho odstrániť. S týmto súvisí aj výška ladenia, ktorá bola pôvodne na úrovni 415 Hz a tlaku cca 52 mm H_2O. Po zvýšení výrezu bol v nástroji tlak veľmi nízky, čo vytváralo frekvenčné spektrum zvuku s malým množstvom harmonických tónov, takže muselo dôjsť k zvýšeniu tlaku na úroveň dnešného tlaku 60 mm H_2O. Aj pri ladení došlo k zmene, a to od strednotónového, temperovaného, k rovnomerne temperovanému ladeniu. Kvôli uvádzaným zmenám došlo hlavne pri kovových registroch k úprave dĺžky samotného tela píšťal, čo je v podstate ireverzibilný krok.

Takto sústredené a analyzované poznatky sú veľkým prínosom pre slovenskú organológiu, pretože komplexné výskumy našich nástrojov v podstate neexistujú. Práve táto štúdia má poukázať na istú nevyhnutnosť tohto základného výskumu, ktorý významne prispieva nielen k sumarizácii poznatkov o našich organoch, ale je aj jedineč-

ným impulzom pre nové aplikačné výskumy, ktoré sa následne zameriavajú na vytváranie nových technologických postupov. Tieto majú pomôcť odstrániť nedostatky historických organov a podporiť ich obnovu.

Príspevok je súčasťou grantových projektov VEGA č. 2/0078/12 Kontexty hudby pre klávesové nástroje na Slovensku: osobnosti, štruktúra, funkcia, VEGA č. 2/0097/15 Zvukové vlastnosti historických organov na Slovensku, riešených v Ústave hudobnej vedy SAV, a grantového projektu Ministerstva kultúry SR Organológia v kontextoch III.

Použitá literatúra

ČUNDERLÍK, Igor: *Štruktúra dreva*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2009.

HALÁSZ, Peter: a^1 = ?, alebo zmeny absolútnej tónovej výšky v 17. a 18. storočí. In: *Slovenská hudba,* roč. 21, 1995, č. 3, s. 325-333.

HAVLÍNOVÁ, Alena – ŠILHOVÁ, Alena – SELUCKÁ, Alena (eds.): *Konzervování a restaurování kovů*. Brno : Technické muzeum v Brně, 2011.

BEDNÁŘ, Marek – FRAŇKOVÁ, Věra – SCHINDLER, Jiří – SOUČEK, Andrej – VÁVRA, Jiří (eds.): *Lékařská mikrobiologie.* Praha : Marvil, 1996.

MAYER, Marian Alojz, CEPKO, Marek: *Organy a organári na Slovensku 1651 – 2006, DVD.* Bratislava : Hudobné centrum, 2013.

ORTGIES, Ibo: *Die Praxis der Orgelstimmung in Norddeutschland im 17. und 18. Jahrhundert und ihr Verhältnis zur zeitgenössischen Musikpraxis.* Göteborg : Göteborgs Universitet, 2004.

REINPRECHT, Ladislav: *Ochrana dreva*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2008.

ŠTAFURA, Andrej: *Historické organy stredného Gemera. Konštrukcia a reštaurovanie historických organov*. [Dizertačná práca.] Bratislava : Ústav hudobnej vedy SAV, 2013.

ŠTAFURA, Andrej – NAGY, Štefan: Vplyv hrúbky hrany horného labia na frekvenčné spektrum zvuku píšťaly. In: *Nové trendy akustického spektra.* Red. Martin Čulík, Anna Danihelová. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2014.