

## Výzkumné centrum hudební akustiky

1M6138498401

Redakčně upravená roční zpráva za rok 2005

Řešení projektu Výzkumného centra hudební akustiky probíhalo v roce 2005 v souladu s výzkumnými cíli dle Návrhu programového projektu. Na úvodním setkání pracovníků Centra v lednu 2005 v Poněšicích byly vyměněny informace o dosavadním odborném zaměření členů týmu, diskutovány úkoly Centra a představy jejich řešení, a také způsoby vzájemné komunikace a koordinace práce Centra.

Jedinou investiční položkou, realizovanou z účelových prostředků, bylo pořízení pulsního laserového interferometru ESPI Q-600 od firmy Dantec-Ettemeyer (dnes Dantec Dynamics) pro zviditelnění a analýzu kmitů hudebních nástrojů a jejich částí. Interferometr byl dovezen a a uveden do chodu v květnu 2005 a pro zajištění jeho funkčnosti a bezpečnosti provozu byly provedeny nezbytné adaptační úpravy vyčleněného prostoru. Bylo nutné též vyrobit přípravky pro definovatelné uchycení hudebních nástrojů nebo jejich dílů a realizovat systém buzení pro účely měření jejich mechanického kmitání. Vlastní měření však mohla být zahájena až koncem srpna z důvodu probíhající adaptace budovy fakulty. Základní metodika měření byla ověřena nejprve na jednoduchých deskách a membránách a pak na houslích, kdy byly použity dva způsoby akustického buzení: plošným nebo směrovým reproduktorem a mechanickým buzením magnetodynamickým měničem podle Dünnwalda. Metodika byla aplikována na podrobném měření houslí vyrobených kolegy z TU Zvolen v rámci projektu dvoustranné Česko–Slovenské vědeckotechnické spolupráce v programu KONTAKT. První výsledky byly s úspěchem zveřejněny na mezinárodní konferenci uživatelů produktů firmy Dantec v Ulmu (prof. Syrový). Spolu s interferometrem byl v Laboratoři fyzikální akustiky umístěn též dvoupaprskový laserový vibrometr, který slouží zejména k referenčním měřením mechanického kmitání a zjišťování frekvence rezonančních módů. Pro ovládání vibrometru byl adaptován automatizovaný systém lineárních posunů řízený originálně vyvinutým softwarem (ing. Žikovský) s možností frekvenční analýzy rezonanční charakteristiky. Další fyzikální měření na houslích systémem VIAS byla prozatím realizována pouze na vybraných vzorcích. Doplnková měření (např. klimatických podmínek při akustických měřeních) byla realizována při analýze tónu varhanních píšťal v rámci přípravy diplomové práce posluchačky FEL ČVUT a HAMU E. Bejčkové. Samostatně byla v rámci disertační práce ing. Dlaska zpracovávána teorie kmitání vzdušných sloupců a realizována analýza základních zvuků japonské flétny shakuhachi doktorandem MgA. Bidlem.

Z metodiky měření i prvotního zpracování dat interferometrem a vibrometrem vyplynuly možné formáty dat pro databázi fyzikálních veličin popisujících podmínky tvorby tónu. Z původní metody měření a záznamu zvuku hudebních nástrojů (včetně jejich směrového vyzařování) vyvinuté v minulých letech při řešení výzkumného záměru byl stanoven formát databáze záznamů zvuku hudebních nástrojů. Doplnění formátu výstupů signálové analýzy záznamů zvuku vedlo k návrhu vytvoření integrované databáze, která bude zahrnovat datové propojení všech původně zamýšlených databází, týkajících se hudebních nástrojů (data popisující fyzikální veličiny podmínek tvorby tónu, záznamů zvuku a signálové analýzy i psychoakustických veličin z programu B&K Sound Quality - ing. Moravec).

Provedením strukturální a programové analýzy byla zahájena příprava na implementaci softwarového systému pro psychoakustické testy (PSYLAB). Navržený systém má tři základní části, které umožňují: 1. plánování psychoakustického experimentu, 2. realizaci psychoakustického experimentu (provedení testů), 3. inspekci a předzpracování výsledků psychoakustického experimentu. Ve strukturální analýze jsou zahrnuty: základní struktura systému (statická) i funkční (dynamická), datové soubory a návrh uživatelského rozhraní. Programová analýza zahrnuje modulární strukturu programu, která po implementaci bude zajišťovat funkčnost a rozšiřitelnost systému, a také popis datových struktur. Systém je

postupně implementován v jazyce C++, výstupem 1. části (plánování psychoakustického experimentu) je popis experimentu v jazyce MQML, který byl pro účely vytváření systému PSYLAB definován na bázi metajazyka XML. Realizace experimentu a předzpracování výsledků byly definovány jako specializované interprety tohoto jazyka. Doposud byly implementovány základní programovací nástroje a bylo z nich sestaveno jádro systému, dále byla implementována 1. část, z testovacích metod potom párový test nepodobnosti. Technická dokumentace systému odráží strukturní a programovou analýzu a je průběžně doplňována a upřesňována. Současně s implementací je vytvářena i uživatelská dokumentace.

Pro účely subjektivního testování barvy zvuku hudebních nástrojů byla ustavena poslechová skupina tvořená pěti podskupinami: 1. hráči na smyčcové nástroje, 2. hráči na dechové nástroje, 3. hráči na klávesové nástroje, 4. skladatelé a dirigenti a 5. zvukovými režiséry a designéry. Členové poslechové skupiny byli seznámeni s cíli výzkumu, obdrželi publikaci o výsledcích projektu GAČR jako přípravu na poslechové testy a procházejí základním audiologickým vyšetřením na pracovišti Medical Healthcom, s.r.o. Většina členů poslechové skupiny se v minulosti zúčastnila experimentů v projektu GAČR, v jejichž rámci byla ověřena jejich reliabilita. V rámci disertační práce ing. Otčenáška byla navržena metodika sledování a kvantifikace vlivu fyzikálních (geometrických i akustických) vlastností vnějšího ucha na individuální sluchové dispozice.

Pro zvýšení efektivity psychoakustického výzkumu barvy zvuku s možností současného řešení praktických problémů technologie výroby smyčcových nástrojů byly po dohodě s partnerskou firmou Rudolph Fiedler s.r.o. plánované poslechové testy houslových zvuků posunuty na rok 2006. Dalšími důvody tohoto kroku byla čtyřměsíční rekonstrukce Lichtenštejnského paláce znemožňující zajistit nezbytnou akustickou pohodu respondentům poslechových testů, ale také možnost realizovat specifické poslechové experimenty v roce 2006 již za použití systému PSYLAB. Činnost v oblasti poslechových testů a hodnocení jejich výsledků se zaměřila na problematiku záznamu a reprodukce signálů pro poslechové testy (viz disertační práce ing. Otčenáška) a na prohloubení metod analýzy výsledků a možností interpretace dříve uskutečněných poslechových testů houslových tónů. Nalezení obecného modelu subjektivního hodnocení barvy zvuku houslí a fyzikální příčinnosti jeho dimenzí bylo založeno na této metodice a následně publikováno (přednáška RNDr. Štěpánka na CIM05 v Montrealu a vyzvaná přednáška na konferenci 16<sup>th</sup> ESSP v Praze).

V rámci dalších disertačních prací byla řešena problematika vlivu elektroakustického řetězce včetně editování zvuku na jeho subjektivní kvalitu (MgA. Vrzal), metodologické otázky zvukové syntézy a metodika samplingu zvuku píšťalových varhan (Ing. Urban).

Výzkum zpěvného a mluvného hlasu na pracovišti DAMU (MgA. Szymiková a MgA. Černý) byl zahájen výběrem testovací skupiny 20 hlasových profesionálů, kteří začali postupně nahrávat vzorky hlasu pro následnou analýzu. Vzorky budou podrobeny analýze (systém Kay MultiSpeech a Spectral Lab) v roce 2006. Problematika prostoru a barvy zvuku, kterou řeší firma Soning (Ing. Fleischman, Ing. Mikeš a Ing. Vondrášek), vycházela v první řadě z vytipování 30 nejvýznamnějších prostor v ČR s hudebním určením (koncertní sály, kostely, studia). Byla použita metoda měření impulzové odezvy neobsazeného prostoru pomocí MLS signálu a signálu logaritmicky přeladovaného binaurálně zaznamenaného umělou hlavou Cortex a později hlavou GRAS. Hodnocení objektivních kritérií kvality měřených prostor vycházelo z metodiky Hidakiho a Beránka. Výsledky měření byly shrnuty do databáze. Současně byla řešena inovace měření činitele pohltivosti zvuku. Samostatně byla zkoumána souvislost mezi dynamickou elasticitou a tloušťkou rezonanční desky houslí a možnost podpěry měřených desek vzduchovým polštářem (ing. Skala). Firma Rudolph Fiedler vyvinula programy pro návrh a přesné frézování klenby houslových desek a zavedla postup jejich ladění dle Hutchinsové (Ing. Mihok). Současně byl vyroben soubor 12 kopií historických modelů houslí pro fyzikálně akustické měření a subjektivní testování, které

proběhne v roce 2006. Firma Organa zkompletovala měřicí varhanní positiv a intonovala jej pro umístění v nahrávacím studiu HAMU, dále vyrobila referenční rejstřík s Töpferovou menzurou na výměnné píšťalnice a sady měřících píšťal pro výzkum vlivu menzury na barvu tónu. Také byla založena databáze menzur, a to dokumentací geometrie píšťalového materiálu tří restaurovaných romantických nástrojů (V. Kadeřábek).

Plnění dílčích úkolů v roce 2005 probíhalo podle stanoveného harmonogramu projektu, a to přes značné omezení provozu hlavního řešitelského pracoviště na hudební fakultě z důvodu adaptace budovy Lichtenštejského paláce (červenec-říjen 2005). Proto byla realizace nahrávání zvukových vzorků hudebních nástrojů a realizace psychoakustických poslechových testů přesunuty do roku 2006.

Pracovníci Centra publikovali v roce 2005 celkem 18 publikací v písemné podobě a celkem 9 samostatných přednášek s prezentací výsledků výzkumu. Složení řešitelského týmu doznalo v průběhu roku 2005 minimálních změn a zcela splňovalo specifické podmínky programu. Centrum se aktivně podílelo na uskutečňování doktorských programů, celkem 5 pracovníků mělo na různém stupni rozpracováno své disertační práce (3 na FEL ČVUT, 2 na HAMU), ve 3 případech byl školitelem odpovědný řešitel projektu prof. Syrový, jeden pracovník dočasně přerušil doktorské studium, na řešení projektu se aktivně podílel také doktorand katedry teorie a dějin hudby HAMU MgA. Bidlo (analýza zvuku etnických hudebních nástrojů) a studentka FEL ČVUT a HAMU E. Bejčková (diplomová práce na téma Akustická měření varhanních píšťal). Na řešení projektu též aktivně spolupracovali posluchači HAMU a DAMU při pořizování zvukových vzorků a jako členové testovacích skupin. Prof. Syrový a RNDr. Štěpánek přednášeli v doktorském studiu oboru Akustika na FEL ČVUT.

Splnění dotace projektu z neveřejných zdrojů ve výši 10 % uznaných nákladů, tj. 1750 tis. Kč bylo realizováno formou nákupu přístrojů a zařízení (ve výši 1600 tis. Kč) pro potřeby řešení projektu a formou poskytnuté slevy při nákupu přístrojů (ve výši 150 tis. Kč). Nákup přístrojů byl zabezpečen sdruženými prostředky všech tří spolupříjemců, přístroje jsou evidovány v majetku spolupříjemce - firmy Soning.

Přidělené prostředky na řešení projektu v roce 2005 byly beze zbytku vyčerpány, příjemce i spolupříjemci dodrželi rozpočtovou skladbu ostatních neinvestičních nákladů v položkách osobních nákladů, provozních nákladů a doplňkových (režijních) nákladů.