

Závěrečná zpráva o řešení výzkumného záměru

Identifikační kód	MSM 511100001
Název výzkumného záměru	Výzkum vjemu barvy zvuku přirozených zdrojů hudebních signálů ve vztahu k jejich akustické typologii
Příjemce	Akademie múzických umění v Praze
Vykonavatel	Hudební fakulta – Zvukové studio
Řešitel	Prof. Ing. Václav Syrový, CSc.
Doba řešení	1. 1. 1999 – 31. 12. 2004

1. Předpokládané cíle řešení výzkumného záměru

1.1. Cíle řešení výzkumného záměru v letech 1999-2003, strategie jejich dosažení a předpokládané výsledky

Cílem výzkumu bude hledání percepčních struktur barvy zvuku, jejich pojmenování a jejich vysvětlení pomocí fyzikálních veličin. Výzkum bude založen na zjišťování psychoakustických veličin popisujících různé aspekty vnímání barvy zvuku a na hledání jejich vztahu k typologickým znakům, nalezeným v rámci projektu VS 96031 "Akustická typologie přirozených zdrojů hudebních signálů" (dále jen stručně typologie). Předmětem výzkumu tedy bude popis barvy zvuku hudebních signálů, jejichž zdrojem jsou hudební nástroje symfonického orchestru a zpěvní hlas.

V prvních dvou letech bude výzkum probíhat paralelně s výzkumem typologie, proto v této etapě nepožadujeme pro realizaci předkládaného výzkumného záměru samostatné finanční prostředky. Předkládaný výzkumný záměr naopak bude využívat výsledků signální analýzy uskutečněné v rámci výzkumu typologie (viz bod 2. ve struktuře výzkumných projektů popsaných výše v Současném stavu problematiky výzkumného záměru). Jak je z následujícího popisu časových etap výzkumného záměru patrné, budou nejprve výsledné typologické znaky předmětem ověřování jejich percepčního významu. Jako podnětů bude z části použito i signálů pořízených v rámci výzkumu typologie (viz bod 1. výše v Současném stavu problematiky výzkumného záměru), které budou z části doplněny o manipulované signály vytvořené v souladu s hypotézami o barvě zvuku. Přitom očekáváme, že jako jeden z výsledků subjektivních pokusů budou nalezeny i nové percepční atributy, které nebudou mít svůj fyzikální protějšek v systému typologických znaků. Následně tedy budou hledány nové, těmto percepčním atributům odpovídající typologické znaky. Tak bude dána možnost k doplnění typologické sítě, která navíc bude tímto mít percepční oporu, jinými slovy to bude znamenat její větší akceptovatelnost z hlediska sluchové zkušenosti člověka a nebude jen výsledkem čistě fyzikální klasifikace hudebních signálů. Nové poznatky se pochopitelně promítnou i do Akustického atlasu, který je cílovým výstupem výzkumu typologie.

Časové etapy výzkumného záměru:

1. Konfrontace dosavadních výsledků výzkumu barvy zvuku se vznikající typologickou sítí, formulování hypotéz o barvě zvuku na základě typologických znaků (1999).
2. Výběr signálů získaných v rámci projektu typologie resp. sběr doplňkových signálů se zaměřením na poslechové testy pro ověření hypotéz (1999, 2000).
3. Příprava softwareového prostředku pro manipulaci signálů v souladu s hypotézami o barvě zvuku (2000, 2001).

4. Příprava a administrování poslechových testů a vyhodnocení jejich výsledků, formulace nových hypotéz (2001, 2002).
5. Manipulace signálů, příprava testů pro ověření nových hypotéz (2001, 2002).
6. Příprava a administrování poslechových testů s novými soubory signálů a vyhodnocení jejich výsledků (2002, 2003).
7. Interpretace výsledků, hledání doplňujících typologických znaků, promítnutí poznatků do Akustického atlasu (2003).
8. Závěrečná zpráva, formulace navazujících projektů (2003).

První etapou řešení předkládaného VZ bude jeho souběh s pracemi na projektu VS 96031, a to v letech 1999-2000. Výsledky této etapy budou prezentovány jednak ve formě dílčí výzkumné zprávy a jednak v podobě příspěvků na akustických seminářích a konferencích národního i mezinárodního charakteru (např. ISMA, ICA Itálie). Další již samostatnou etapou bude rok 2001 kdy dílčí výzkumná zpráva bude shrnovat výsledky adaptace softwareových prostředků pro manipulaci signálů a vyhodnocení ověřovacích poslechových testů o vnímání barvy zvuku. Výsledky budou prezentovány na některých národních akustických konferencích partnerských evropských pracovišť s obdobným zaměřením (SRN, Francie, Holandsko) a v některém z akustických časopisů (Acta acustica, JAES). Závěrečná zpráva shrnující zásadní výsledky etapy 2002-2003 a celého projektu bude vypracována v závěru roku 2003. Kromě obdobné prezentace na konferencích a v časopisech budou výsledky výzkumu sloužit jak k inovaci výuky v oborech akustika a zvuková tvorba, tak i jako podklad pro budoucí výzkum morfologie zvuku hudebních nástrojů.

1.2. Cíle řešení výzkumného záměru v roce 2004 a předpokládané výsledky

Výzkumné práce v roce 2004 budou sledovat ověření vyvinutých metod subjektivního hodnocení barvy zvuku u varhan, které lze považovat za zvukově nejkomplicovanější hudební nástroj. Varhany představují rozsáhlý soubor výrazně diferencovaných jednoduchých zdrojů zvuku – píšťal, u nichž je těžiště vjemu barvy především ve stacionární části tónu. Vlastnosti tónu píšťaly, zejména pak jeho barvu, určuje konstrukce píšťaly (retná, jazyková), forma (otevřená, krytá), tvar (válcový resp. kvadratický, kuželový, trychtýřový), dále její rozměry – menzura, materiál (dřevo, cín, zinek, měď), nastavení akustického režimu – intonace, včetně tlaku vzduchu ve vzdušnici. Analýza tónu vybraných retných píšťal různých forem a menzur poskytne přehled základního typologického uspořádání frekvenčních složek. Tyto výsledky budou v roce 2004 konfrontovány s výsledky akustické dokumentace varhan in situ a ještě doplněny o podchycení vlivu směrových vyzařovacích vlastností otevřených píšťal, které představují akustický dipól proměnné délky.

Tóny vybraných píšťal nahrávané v různých směrech jak v bezodrazové místnosti, tak in situ budou pak v roce 2004 zpracovány do podoby poslechových testů využívajících vyvinuté metody. Široká variabilita barvy tónu varhanních píšťal, jeho zcela převažující stacionární charakter a současně možnost vyloučení nahodilého vlivu hudebníka na celý proces generace tónu, to vše poskytuje pro účely výzkumu velmi vhodný zvukový materiál jak pro fyzikální měření a subjektivní hodnocení poslechem, tak pro hledání vzájemných vztahů fyzikálních a percepčních veličin. Výsledky budou porovnány s dříve zjištěnými percepčními veličinami barvy zvuku u jednohlasých hudebních nástrojů (např. u houslí). S ohledem na fyzikálně jednodušší a přehlednější strukturu tónu varhanních píšťal lze očekávat potvrzení dosavadních výsledků výzkumu a jejich rozšíření s možností dalšího zobecnění.

2. Dosažené cíle a uplatněné výsledky

2.1. Splnění cílů řešení

Uveďte, zda byly splněny předpokládané cíle řešení výzkumného záměru podle bodu 1, případně odchylky zdůvodněte.

Předpokládané cíle řešení výzkumného záměru byly splněny. Percepce barvy a kvality zvuku byla hodnocena na houslových a varhanních tónech. Výsledkem uskutečnění celé řady poslechových testů a jejich následného vyhodnocení byla konstrukce vícerozměrných percepčních prostorů, představujících hledané percepční struktury. Podle očekávání se tyto percepční struktury ukázaly částečně závislé na studovaných zvukových kontextech. Byly nalezeny a pomocí fyzikálních (zejména spektrálních) veličin vysvětleny tyto dimenze barvy zvuku: ostrost, tmavost, jasnost, úzkost, šustivost, bzílavost a lesk. Dále byl nalezen vztah veličin ostrost, tmavost, jasnost a úzkost se zvukovou kvalitou, a potvrzena možnost její predikce z těchto veličin. Byla popsána závislost barvy a kvality zvuku na směru vyzařování hudebního nástroje v souvislosti s druhem hudebního nástroje, s jeho celkovou kvalitou a s výškou tónu. Tato závislost je východiskem jak pro stanovení optimální polohy mikrofonu při snímání zvuku hudebního nástroje, tak i k vysvětlení vlivu reálného prostoru na šíření zvuku a jeho vnímání.

Nespornými přínosy k metodice psychoakustických experimentů je vývoj nových testovacích metod, umožňujících provádění testů na počítači a spojených s implementací i použitím příslušných programů. Jedná se konkrétně o dvě metody: a) seřaďování a hodnocení zvuků podle slovního atributu (Verbal Attribute Ranking and Rating – VARR), použitou pro hledání vztahů percepčních veličin se zvukovou kvalitou, b) kontextově řízenou redukci hodnocení zvuků (Context-Reduced Rating method – CRR), použitou pro popis závislosti barvy a kvality zvuku na vyzařování nástroje v 98 směrech. Standardní metodika hodnocení výsledků poslechových testů byla rozšířena o metodu vnořování veličin do percepčního prostoru. Použití této metody umožňuje lepší interpretaci percepčního prostoru i vzájemné porovnání různých percepčních prostorů. Zavedení a důsledné používání metodické zásady ověřování hypotéz (formulovaných na základě výsledků poslechových testů) pomocí signálů upravených ve shodě s hypotézou umožňuje ověřit, zda korelační vztahy mezi fyzikálními charakteristikami a psychoakustickými veličinami jsou zároveň i vztahy příčinnými.

2.2. Stručná souhrnná charakteristika dosažených cílů řešení, přínos řešení výzkumného záměru

Stručně popište a zhodnoťte průběh řešení, věcně charakterizujte dosažené cíle. Uveďte zejména, zda a jak (čím) přispělo řešení výzkumného záměru k rozvoji poznání (např. nové poznatky, nové nebo zlepšené materiály, metody, laboratorní a technologické postupy apod.) v oblastech, které byly předmětem řešení výzkumného záměru, z hlediska národního a mezinárodního a charakterizujte dopad řešení na příjemce, resp. vykonavatele (např. v oblasti personálního rozvoje, rozvoje infrastruktury apod. ve srovnání s výchozím stavem).

Východiskem výzkumné činnosti byly výsledky dosažené při řešení výzkumného projektu VS 96031. Z hlediska celkového pojetí se jednalo o pokračování výzkumu komplexní akustické typologie, která byla souhrnně popsána v Závěrečné výzkumné zprávě projektu [viz L1 v literatuře ke kapitole 2.]. Na rozdíl od fyzikálně akustické typologie (metoda klasifikace zvuků, reprezentovaná prostorem zvuků a jejich fyzikálními

charakteristikami – akustickými typologickými znaky), zkoumané v projektu VS 96031, se výzkum soustředil na subjektivně statistickou typologii (metoda klasifikace vjemů hudebních zvuků, reprezentovaná prostorem vjemů a psychoakustickými veličinami jako jeho dimenzemi) a její vztah s fyzikálně akustickou typologií. S ohledem na to, že první dva roky (1999 a 2000) probíhal výzkum v obou projektech paralelně i s ohledem na aktuální potřeby výzkumu, pokračoval i výzkum fyzikálně akustické typologie.

Z hlediska metodického byla hlavní náplní výzkumné činnosti příprava, provádění a hodnocení psychoakustických experimentů, zejména nejrůznějších poslechových testů. Výsledky předchozího projektu byly použity jak při přípravě experimentů (jako stimuly byly mimo jiné používány i záznamy hudebních nástrojů z projektu VS 96031, včetně záznamů jejich směrového vyzařování pořízeného metodou 98 mikrofonů, která byla v projektu VS 96031 vyvinuta [L1]), tak i při hledání vztahů nalezených psychoakustických veličin s fyzikálními charakteristikami (časové a spektrální charakteristiky zvuků spolu s implementací algoritmů jejich výpočtu) [L1, V2 a V3 v seznamu nejdůležitějších výsledků v kapitole 3.]. Metodika psychoakustických experimentů byla doplněna několika původními postupy, které byly popsány v kapitole 2.1.

V následujícím textu je popsán a zhodnocen **průběh řešení** jednotlivých časových etap výzkumného záměru. S ohledem na paralelní průběh prací a zaměření činnosti na Akustickou typologii (projekt VS 96031) byly v letech 1999 a 2000 zahájeny výzkumné aktivity spojené s řešením záměru ve dvou základních směrech studia percepčních struktur:

- a) Zvukové kontexty různých nástrojů a výšek tónů.
- b) Zvukové kontexty spojené se směrovými vlastnostmi vyzařování určitého nástroje.

Hypotézy o barvě zvuku byly v této etapě řešení formulovány pro kontexty typu a) [V33]. V této době bylo též úspěšně završeno studium percepční dimenze šustivosti, u které se podařilo najít a ověřit nejen její spektrální příčinnost, podmínky pro její percepční významnost, ale i souvislost se základními rezonančními módy korpusu houslí [V4, V5]. Při přípravě nezbytných poslechových testů byly použity nejen záznamy zvuku pořízené v projektu typologie, ale i signály získané z nich potřebnou manipulací. K manipulaci se signály byla použita první verze za tímto účelem připravených softwareových prostředků, popsaná spolu s metodikou psychoakustických experimentů v Dílčí výzkumné zprávě [L2].

Od roku 2001 byl již výzkum financován výhradně z prostředků výzkumného záměru. Pokračovalo ověřování hypotéz o barvě zvuku pro kontexty typu a). Jejich ověřování probíhalo za využití druhé (doplněné) verze softwareových prostředků pro manipulaci signálů [V21] a při použití nově vyvinutého testovacího postupu seřadování a hodnocení zvuků podle slovního atributu (VARR) [V18, V13]. Vyhodnocením výsledků série poslechových testů byly vysvětleny vzájemné vztahy percepčních veličin ostrost, tmavost, jasnost a úzkost pro různé kontexty houslových tónů a jejich vztah se zvukovou kvalitou. Dále byla potvrzena možnost predikce zvukové kvality z těchto veličin [V9, V18, V13]. Nalezení spektrální příčinnosti uvedených veličin vedlo k identifikaci nejdůležitějších spektrálních složek, ovlivňujících percepci barvy zvuku houslí: hladina první harmonické, vyšších harmonických a šumových složek [V4, V21, V31], byl vysvětlen mechanismus jejich vzájemného působení v závislosti na výšce tónu [V29, V32].

Pro kontexty typu b) byl v návaznosti na jejich spektrální analýzu [V1, V7, V11, V15] nejprve proveden výběr kontextů pomocí nově vyvinuté metody poslechových testů pro kontextově řízenou redukci hodnocení zvuků (CRR) [V6, V12, V22] a následně byla zkoumána směrová závislost barvy a kvality zvuku [V12, V22] a nalezeny spektrální zdroje dalších percepčních veličin bříkavosti a lesku [V20].

Shrnutí většiny těchto výsledků vedlo k interpretaci houslového spektra pomocí zobecnění výsledků psychoakustických experimentů [V32], přednáška na toto téma byla na konferenci ISMA2004 v japonské Naře zařazena jako vyzvaná úvodní přednáška v sekci Timbre (barva zvuku).

V souvislosti s úspěšným řešením problematiky percepce barvy zvuku, jejich základních atributů a spektrální příčinnosti byla pozornost nově zaměřena na individuální a zejména skupinové modely hodnocení barvy zvuku. Od původních autorů (dr. Winsberg) získané programy na hodnocení výsledků poslechových testů metodou multidimenzionálního škálování [L3], zejména metoda latentních tříd [L4, L5] umožnily novou interpretaci výsledků dřívějších poslechových testů a stanovení skupin hodnotitelů i specifika jejich modelů hodnocení barvy zvuku [V24, V27].

Slovní popis vnímání barvy zvuky a jeho použití pro interpretaci výsledků poslechových testů vedlo k vývoji metody vnoření externí proměnné do percepčního prostoru [V28]. Tato metodika byla s úspěchem použita i při řešení obsahově navazujících projektů a grantů (viz projekty GAČR a CRAFT).

Všechny výše uvedené výsledky představují původní vědecké poznatky, které znamenají nejen příspěvek k poznání barvy zvuku v konkrétních studovaných situacích (zvukových kontextech), ale jsou i příspěvkem k poznání mechanismů lidského vnímání zvuku obecně. Tyto výsledky uvádějí do nových souvislostí fyzikální stránku zvuku hudebních nástrojů studovanou v projektu akustické typologie VS 96031 s principy vnímání hudebního zvuku. Šíře a složitost problematiky vztahu akustických a psychoakustických aspektů hudebního zvuku, náročnost jejího řešení, ale i nezbytnost pro smysluplnou a srozumitelnou prezentaci výsledků akustické typologie vedly k zásadní změně názoru na koncepci vytvoření Akustického atlasu hudebních nástrojů, který nemůže v tomto pojetí být realizován v tištěné podobě, ale toliko na CD ROM nosičích. S ohledem na rozsah potřebné práce bude jeho vytvoření v budoucnu vyžadovat samostatný projekt, jdoucí nad současné kapacity i mimo zaměření výzkumného pracoviště.

Z významnějších publikací o podmínkách vzniku tónu a možnostech měření zvuku hudebních nástrojů nebo jejich dílů jmenujme práce věnované intonačním vlastnostem klarinetů [V14], kmitání houslové kobylky [V16] a porovnání možností měření mikrofony či umělými hlavami [V30].

Současně s vlastním výzkumem percepce barvy zvuku byla činnost zaměřena na výzkum zvuku varhan, v období let 2001 až 2003 spočívající spíše ve zjišťování akustických vlastností varhanního zvuku (diagnostika zvuku nástrojů měřených in situ) a fyzikálních podmínek jeho vzniku v píšťale (laboratorní měření vlastností kmitání vzdušných sloupců na speciálně pro tyto účely vyrobených experimentálních píšťalách). Publikované práce se zabývaly porovnáním spektrálních vlastností plén [V10, V23], výsledky rekonstrukce významných nástrojů na území Čech a Moravy [V8, V19] a rezonančním frekvencím vzdušného sloupce ve válcových trubcích [V17]. V roce 2003 byly již publikovány i první výsledky týkající se subjektivního hodnocení zvuku varhanních píšťal [V25, V26].

Na základě těchto výsledků bylo možno v době prodloužení výzkumného záměru v roce 2004 věnovat rozhodující část výzkumných kapacit na výzkum směřového vyzařování a vnímání barvy zvuku varhanních píšťal. Současně byly na sadách experimentálních píšťal ověřovány základní vztahy mezi menzurací a spektrálními vlastnostmi tónu. Výsledky výzkumu byly z části prezentovány na setkání řešitelů projektu EU CRAFT (viz dále) a přihlášeny na akustické konference 31st DAGA v Mnichově a 4th EAA Forum Acusticum v Budapešti, které se budou konat v roce 2005. Výsledky poslechových testů zvuku varhanních píšťal čtyř druhů varhanních rejstříků (Principál 8', Flétna 8', Salicionál 8' a Oktáva 4') v plné

míře potvrdily dřívější zjištění nejdůležitějších spektrálních složek, ovlivňujících percepci barvy zvuku získané pro houslové tóny (hladina první harmonické, vyšších harmonických a šumových složek) s tím, že závislost jejich vzájemných vztahů na výšce tónu se rovněž mění, ale poněkud jiným způsobem.

Výsledky výzkumu byly průběžně prezentovány formou přednášek, posterů, příspěvků do sborníků a časopisů, a to jak na domácím, tak i v mezinárodním prostředí. Jednalo se zejména o účast na těchto mezinárodních setkáních akustiků:

- 1999 - společná konference německé akustické společnosti (25th DAGA) a americké akustické společnosti (137th ASA) v Berlíně, která byla současně setkáním evropských akustiků (2nd EAA Forum Acusticum)
- 2000 - konference německé akustické společnosti (26th DAGA) v Oldenburgu
 - společná konference francouzské akustické společnosti (5 CFA) a švýcarské akustické společnosti (SFA) v Lausanne - Švýcarsko
- 2001 - mezinárodní akustická konference (17. ICA) v Římě
 - mezinárodní symposium hudební akustiky (ISMA 2001) v Perugii - Itálie
 - konference německé akustické společnosti (27th DAGA) v Hamburku
- 2002 - mezinárodní konference evropských akustiků (3rd EAA Forum Acusticum) v Seville
 - mezinárodní konference evropské akustické společnosti (EAA) v Banské Štiavnici
 - konference německé akustické společnosti (28th DAGA) v Bochumi
 - konference francouzské akustické společnosti (6 CFA) v Lille
- 2003 - mezinárodní konference hudební akustiky (SMAC 03) ve Stockholmu
 - konference německé akustické společnosti (29th DAGA) v Aachen
- 2004 - mezinárodní symposium hudební akustiky (ISMA 2004) v Nara - Japonsko
 - společná konference francouzské akustické společnosti (7. CFA) a německé akustické společnosti (30th DAGA) ve Strasbourgu
 - mezinárodní akustická konference (Acústica 2004) v Guimarães - Portugalsko
 - mezinárodní kolokvium akustiků (8th ACOUSTICS'04) ve Zvolenu

V průběhu řešení výzkumného záměru navázali pracovníci řešitelského kolektivu kontakty s několika zahraničními pracovišti a zapojili se do **řešení mezinárodních projektů**. V rámci dvoustranné mezistátní spolupráce s Francií při řešení projektu č. 97067 v programu Barrande "Studium a realizace programu modelování akustiky průmyslových prostorů" (1997-1999) byly publikovány výsledky získané pomocí implementovaného simulačního modelu prostorové akustiky, zabývající se rozmístěním reproduktorových soustav a srozumitelnosti v akusticky komplikovaných prostorech [V34, V35]. Percepční dopad simulace vlivu akustiky prostoru byl studován při řešení projektu "Digital Audio Effects" programu COST č. OC G6.20 (1997-2001) [V36].

Spolupráce v rámci programu Česko – Slovenské mezivládní vědecko-technické spolupráce v programu KONTAKT s Dřevořádkovou fakultou TU Zvolen (projekty č. 105 v letech 2000-2001, č. 17, 2002-2003 a č. 29, 2004-2005) vedla kromě spoluúčasti na organizování mezinárodní akustické konference evropské akustické společnosti (EAA) v Banské Štiavnici v roce 2002 k řadě prezentací na této konferenci [V14 – V18, V37] i na každoročně pořádaných kolokviích s mezinárodní účastí (např. [V23, V39], ale i další zde neuvedené příspěvky v českém a slovenském jazyce). Řešitelské pracoviště bylo přizváno k řešení projektu EU CRAFT 1999-72438 "Development of an Innovative Organ Pipe Design Method" (2003-2005), ve kterém bylo pověřeno studiem subjektivního hodnocení zvuku inovovaných varhanních píšťal a jejich historických vzorů. Výsledky výzkumu jsou připravovány k publikování.

V letech 2002-2004 byl řešitelskému pracovišti udělen grantový projekt GA ČR č. 202/02/1370 "Percepční prostory barvy hudebního zvuku a jejich slovní popis", který byl úspěšně ukončen [L6]. Jeho částečné výsledky již byly publikovány [V39, V40, V43], další jsou k publikování v současné době připravovány. Metodický přístup ke studiu barvy zvuku uplatněný při řešení tohoto projektu je odlišný od postupů použitých při řešení výzkumného záměru, ale jeho výsledky poskytly nové původní poznatky, které bude možno využít v budoucí práci řešitelského pracoviště.

Významným počinem bylo vydání dvou knih prof. Syrového [V38, V42] i jeho participace na publikaci [V41]. Tyto odborné publikace slouží nejen pro účely výuky na HAMU, FAMU i FEL ČVUT, ale jsou určeny široké odborné akustické i hudební veřejnosti a přinášejí řadu původních poznatků zejména z oblasti barvy zvuku hudebních nástrojů a její fyzikální příčinnosti, které vyplynuly z řešení projektu.

Personální rozvoj zejména mladých vědeckých pracovníků je možno dokladovat následovně: titul Ph.D. získal v roce 2000 Ondřej Moravec za práci v oboru Akustika na FEL ČVUT, v roce 2004 vykonali státní doktorskou zkoušku doktorandi Zdeněk Otčenášek v oboru Akustika na FEL ČVUT, Martin Vrzal a Ondřej Urban v oboru Zvuková tvorba na HAMU.

Pracovní podmínky, zejména pro zabezpečení standardních podmínek pro poslechové testy, byly zajištěny vybudováním laboratoře experimentální psychoakustiky (poslechové místnosti splňující doporučení EBU) a technologickými a akustickými inovacemi laboratoří i dalších poslechových a nahrávacích prostorů.

V průběžném mezinárodním hodnocení byl v roce 2001 projekt ohodnocen jako A – velmi kvalitní. Na výzkum barvy zvuku naváže i projekt "Výzkumného centra hudební akustiky" 1M6138498401, který pracoviště řešitele získalo na období 2005-2009. Kromě Zvukového studia AMU se na řešení budou podílet vědečtí a odborní pracovníci DAMU, akustické firmy Soning Praha a.s. a výrobci hudebních nástrojů Rudolph Fiedler s.r.o. Černošice a Organa s.r.o. Kutná Hora.

Literatura ke kapitole 2.

- [L1] SYROVÝ, V., JAKEŠ, V., MORAVEC, O., OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J., VOLNÝ, P. (2000): Akustická typologie přirozených zdrojů hudebních signálů, Závěrečná výzkumná zpráva projektu 1996 - 2000, Projekt č. VS 96031, HAMU Praha.
- [L2] ŠTĚPÁNEK, J., SYROVÝ, V., OTČENÁŠEK, Z. (1999): Výzkum vjemu barvy zvuku přirozených zdrojů hudebních signálů ve vztahu k jejich akustické typologii, Dílčí výzkumná zpráva za rok 1999, Výzkumný záměr J01/98:511100001, HAMU Praha.
- [L3] MCADAMS, S., WINSBERG, S., DONNADIEU, S., DE SOETE, G., KRIMPHOFF, J. (1995): Perceptual scaling of synthesized musical timbres: common dimensions, specificities, and latent subject classes. *Psychological Research*, 58, 177-192.
- [L4] WINSBERG, S., DE SOETE, G. (1993): A latent class approach to fitting the weighted Euclidean model, CLASCAL. *Psychometrika*, 58, 315-330.
- [L5] WINSBERG, S., DE SOETE, G. (2002): A bootstrap procedure for mixture models: applied to multidimensional scaling latent class models. *Applied Stochastic Models for Business and Industry*, 18, 391-406.
- [L6] ŠTĚPÁNEK, J., MORAVEC, O. (2004): Percepční prostory barvy hudebního zvuku a jejich slovní popis, Závěrečná výzkumná zpráva projektu GA ČR 202/02/1370.

3. Nejvýznamnější výsledky řešení výzkumného záměru

3.1. Výsledky dosažené výhradně řešením výzkumného záměru

Rok 1999

- [V1] OTČENÁŠEK, Z., SYROVÝ, V. (1999): Directivity of violin radiation, CD-ROM of Joint Meeting 137th ASA, 2nd EAA Forum Acusticum 1999, 25th DAGA Berlin, 5aMUb7.
RIV/61384984:51110/99:00000002
- [V2] MORAVEC, O., ŠTĚPÁNEK, J., SYROVÝ, V. (1999): Harmonic and unharmonic components of violin tones in relation to playing techniques, CD-ROM of Joint Meeting 137th ASA, 2nd EAA Forum Acusticum 1999, 25th DAGA Berlin, 5aMUb4.
RIV/61384984:51110/99:00000003
- [V3] VOLNÝ, P., ŠTĚPÁNEK, J., SYROVÝ, V. (1999): Time relations between violin tone harmonics in relation to playing techniques, CD-ROM of Joint Meeting 137th ASA, 2nd EAA Forum Acusticum 1999, 25th DAGA Berlin, 5aMUb3.
RIV/61384984:51110/99:00000004
- [V4] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z. (1999): Rustle as an Attribute of Timbre of Stationary Violin Tones, CASJ - Journal of the CATGUT Acoustical Society (ISSN 0882-2212), Vol. 3, No. 8 (Series II), November 1999, 32-38.
RIV/61384984:51110/99:00000001

Rok 2000

- [V5] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z., MORAVEC, O. (2000): Analytical and Perceptual Detection of Rustle in Stationary Violin Tones, SFA / 5 CFA, (ISBN 2-88074-470-9), Lausanne 2000, 433-436.
RIV/61384984:51110/00:00000011
- [V6] OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2000): Violin Sound Radiation – Directivity of Violin Timbre, DAGA 2000, (ISBN 3-9804568-8-9), Oldenburg, 240-241.
RIV/61384984:51110/00:00000001

Rok 2001

- [V7] MORAVEC, O. (2001): Separation and Analysis of the Musical Signal Noise Components, (ISBN 3-9804568-9-7), DAGA 2001, Hamburg.
RIV/61384984:51110/01:00000001
- [V8] SYROVÝ, V., OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2001): Acoustic Evaluation of the Reconstruction of Heinrich Mundt Pipe Organs in Prague, 17. ICA (ISBN 88-88387-03-X), Rome, CD IV (Music).
RIV/61384984:51110/01:00000002
- [V9] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z. (2001): Psychoacoustic Aspects of Violin Sound Quality and its Spectral Relations, 17. ICA (ISBN 88-88387-03-X), Rome, CD IV (Music).
RIV/61384984:51110/01:00000003
- [V10] SYROVÝ, V., OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2001): Spectral Characteristics of Czech Baroque Pipe Organs, Proceedings of ISMA 2001 (ISBN 88-900646-0-9), Perugia, 477-480.
RIV/61384984:51110/01:00000004
- [V11] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z. (2001): Sound Directivity Spectral Spaces of Violins, Proceedings of ISMA 2001 (ISBN 88-900646-0-9), Perugia, 133-136.
RIV/61384984:51110/01:00000005
- [V12] OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2001): Directional Timbre Spaces of Violin Sounds, Proceedings of ISMA 2001 (ISBN 88-900646-0-9), Perugia, 495-498.
RIV/61384984:51110/01:00000006

Rok 2002

- [V13] ŠTĚPÁNEK, J. (2002): The Study of Violin Timbre Using Spontaneous Verbal Description and Verbal Attribute Rating, Forum Acusticum Sevilla 2002 (ISBN 84-87985-06-8), MUS-06-008.
RIV/61384984:51110/02:00000002

- [V14] JAKEŠ, V., SYROVÝ, V. (2002): Intonation Properties of Clarinets and Methods of Their Measurement, 32nd International Acoustical Conference, European Acoustics Association (EAA) Symposium "ACOUSTICS BANSKÁ ŠTIAVNICA 2002" (ISBN 80-228-1159-9), 105-107.
RIV/61384984:51110/02:00000003
- [V15] MORAVEC, O. (2002): Comparison of Several Methods for Separation of Harmonic and Noise Components of Musical Instrument Sound, 32nd International Acoustical Conference, European Acoustics Association (EAA) Symposium "ACOUSTICS BANSKÁ ŠTIAVNICA 2002" (ISBN 80-228-1159-9), 113-116.
RIV/61384984:51110/02:00000004
- [V16] OTČENÁŠEK, Z. (2002): Comparison of a Bridge Foot Vibrations by Both Natural and Artificial Types of Violin Exciting, 32nd International Acoustical Conference, European Acoustics Association (EAA) Symposium "ACOUSTICS BANSKÁ ŠTIAVNICA 2002" (ISBN 80-228-1159-9), 117-120.
RIV/61384984:51110/02:00000005
- [V17] SYROVÝ, V., JINDRA, R., ŠTĚPÁNEK, J. (2002): Air Column Resonance Frequencies and Their Dependencies in Cylindrical Tubes, 32nd International Acoustical Conference, European Acoustics Association (EAA) Symposium "ACOUSTICS BANSKÁ ŠTIAVNICA 2002" (ISBN 80-228-1159-9), 133-136.
RIV/61384984:51110/02:00000006
- [V18] ŠTĚPÁNEK, J. (2002): Evaluation of timbre of violin tones according to selected verbal attributes, 32nd International Acoustical Conference, European Acoustics Association (EAA) Symposium "ACOUSTICS BANSKÁ ŠTIAVNICA 2002" (ISBN 80-228-1159-9), 129-132.
RIV/61384984:51110/02:00000007
- [V19] SYROVÝ, V. (2002): Ergebnisse der akustischen Vermessung der Teynkirchen-Orgel vor und nach der Restaurierung. Konferenzbericht (ISBN 3-89564-073-5), Prag, 17.-22. Sept. 2000, Edition IME, Band 8, 147-153.
RIV/61384984:51110/02:00000010
- [V20] OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2002): 'Glossy' and 'Buzzing' in timbre of violin sounds, 6 CFA, Lille, 691-694.
RIV/61384984:51110/02:00000011
- [V21] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z. (2002): Spectral sources of selected features of violin timbre, 6 CFA, Lille, 695-698.
RIV/61384984:51110/02:00000012
- [V22] OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2002): Sound quality preference of violin tones and its directional dependence, DAGA 2002, Bochum (ISBN 3-9804568-6-2), 404-405.
RIV/61384984:51110/02:00000013

Rok 2003

- [V23] ŠTĚPÁNEK, J. (2003): Ten years of acoustic documentation of pipe organs in the Czech Republic, Proceedings of the 7th International Colloquium "ACOUSTICS '03", Zvolen – Šachtičky, 43-46.
RIV/61384984:51110/03:00000007
- [V24] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z. (2003): Listener common and group perceptual dimensions in violin timbre, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC 03) (ISBN 91-7283-559-1), Stockholm, 663-666.
RIV/61384984:51110/03:00000005
- [V25] OTČENÁŠEK, Z., SYROVÝ, V., ŠTĚPÁNEK, J. (2003): Influence of duration of tone stationary part on perception of starting transient. Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC 03), (ISBN 91-7283-559-1), Stockholm, 651-653.
RIV/61384984:51110/03:00000004
- [V26] SYROVÝ, V., OTČENÁŠEK, Z., ŠTĚPÁNEK, J. (2003): Subjective Evaluation of Organ Pipe Timbre in the Standard Listener Positions, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC 03), (ISBN 91-7283-559-1), Stockholm, 333-336.
RIV/61384984:51110/03:00000002

- [V27] ŠTĚPÁNEK, J. (2003): Latent listener classes and class models in violin timbre, DAGA 2003, Aachen (ISBN 3-9808659-0-8), 532-533.
RIV/61384984:51110/03:00000001

Rok 2004

- [V28] ŠTĚPÁNEK, J. (2004): Relations between perceptual space and verbal description in violin timbre, Acústica 2004, Guimarães, Portugal, CD ROM, AFP 077-S.
- [V29] ŠTĚPÁNEK, J. (2004): Perception of Sharpness and Narrowness in Violin Tones: Influence of Spectral Components with Changing Pitch, Proceedings of 8th International Colloquium ACOUSTICS'04, Zvolen, 49-51.
- [V30] OTČENÁŠEK, Z., (2004): The Microphone and Artificial Head Sound Pressure Measurement, Proceedings of 7. CFA / 30. DAGA, Strasbourg, 891-892.
- [V31] ŠTĚPÁNEK, J. (2004): Spectral sources of basic perceptual dimensions of violin timbre, Proceedings of 7. CFA / 30. DAGA, Strasbourg, 103-104.
- [V32] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z. (2004): Interpretation of Violin Spectrum Using Psychoacoustic Experiments, CD of Proceedings of the International Symposium on Musical Acoustics (ISMA2004), Nara, Japan, 4-S2-1.

3.2. Výsledky dosažené řešením výzkumného záměru a obsahově navazujících projektů nebo grantů

Rok 1999

- [V33] ŠTĚPÁNEK, J., OTČENÁŠEK, Z., MELKA, A. (1999): Comparison of five perceptual timbre spaces of violin tones of different pitches, CD-ROM of Joint Meeting 137th ASA, 2nd EAA Forum Acusticum 1999, 25th DAGA Berlin, 5aMUb5.
RIV/61384984:51110/99:00000005
- [V34] FILLOL, C., LEGROS, C., ŠTĚPÁNEK, J. (1999): The genetic algorithms for the optimalization of distributed loudspeaker systems, CD-ROM of Joint Meeting 137th ASA, 2nd EAA Forum Acusticum 1999, 25th DAGA Berlin, 5aAA6.
RIV/61384984:51110/99:00000006

Rok 2000

- [V35] FILLOL, C., LEGROS, C., ŠTĚPÁNEK, J. (2000): Etude statistique des parametres fondamentaux decrivant l'intelligibilite de la parole dans des environnements acoustiquement difficiles, SFA / 5 CFA, (ISBN 2-88074-470-9), Lausanne 2000, 518-521.
RIV/61384984:51110/00:00000012

Rok 2001

- [V36] MELKA, A., SYROVÝ, V., MORAVEC, O. (2001), Post-processing of 2-channel stereo audio recordings of classical music with room simulation - a psychoacoustical experiment, Proceedings of the Cost-G6 Conference "Digital Audio Effects", Limerick 2001 (ISBN 187465363-1), 155-159
RIV/61384984:51110/01:00000010

Rok 2002

- [V37] URBAN, O. (2002): Short Overview of Methods of Sound Synthesis, 32nd International Acoustical Conference, European Acoustics Association (EAA) Symposium "ACOUSTICS BANSKÁ ŠTIAVNICA 2002" (ISBN 80-228-1159-9), 237-240.
RIV/61384984:51110/02:00000008

Rok 2003

- [V38] SYROVÝ, V. (2003): Hudební akustika, Akademie múzických umění v Praze, Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU, ISBN 80-7331-901-2.

RIV/61384984:51110/03:00000011

[V39]MORAVEC, O., ŠTĚPÁNEK, J. (2003): Collection of Verbal Descriptions of Musical Sound Timbre in Czech Language, Proceedings of the 7th International Colloquium "ACOUSTICS '03", Zvolen – Šachtičky, 23-26.

RIV/61384984:51110/03:00000009

[V40]MORAVEC, O., ŠTĚPÁNEK, J. (2003): Verbal description of musical sound timbre in Czech language, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC 03), Stockholm, 643-645.

RIV/61384984:51110/03:00000003

Rok 2004

[V41]SYROVÝ, V. (2004): Varhany v moderním sakrálním prostoru, in: Moderní sakrální stavby, Jiří Vaverka a kolektiv, JOTA (ISBN 80-7217-297-2), 44 – 57.

[V42]SYROVÝ, V. (2004): Kapitoly o varhanách, Akademie múzických umění v Praze, Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU, ISBN 80-7331-009-0.

[V43]MORAVEC, O., ŠTĚPÁNEK, J., (2004): Perceptual spaces of verbal attributes used for description of musical sound timbre in Czech language, Proceedings of 7. CFA / 30. DAGA, Strasbourg, 881-882.

4. Náklady na řešení výzkumného záměru

Rok	Inst. podpora ze státního rozpočtu (tis. Kč)	Jiné zdroje (tis. Kč)	Typ jiného zdroje (veřejné jiné než inst. podpora, tuzemské neveřejné, zahraniční)
1999	589	-	-
2000	845	-	-
2001	4709	824	další veřejné zdroje
2002	4985	887	další veřejné zdroje
2003	5367	894	další veřejné zdroje
2004	4600	901	další veřejné zdroje

5. Čerpání finančních prostředků v roce 2004

Institucionální podpora pro rok 2004 v celkové výši 4600 tis. Kč byla rozdělena na následující položky:

	Limit v Kč	Čerpání v Kč
Mzdové prostředky	1 727 000,-	1 726 293,-
Zákonné platby	612 000,-	603 000,-
Ostatní neinvestiční prostředky	2 261 000,-	2 273 988,-
Celkem	4 600 000,-	4 603 681,-

Překročení rozpočtu o 3 681,- Kč bylo uhrazeno z dalších veřejných zdrojů, tj. z dotace AMU vyplývající ze zákona č. 111/1998 Sb.

Mzdové prostředky byly použity na mzdy a odměny řešitelského týmu, dále na odměny spolupracovníkům z hudební fakulty a na úhradu prací konaných mimo pracovní poměr. V souladu s těmi prostředky byly čerpány zákonné platby a pojištění.

Ostatní neinvestiční prostředky byly vynaloženy v následujících položkách:

1. Drobný hmotný majetek (600 až 1000 Kč) – **3 325,- Kč**

Nabíječka k dig. fotoaparátu, minivrtáčka, 2 ks transportní vozík

- | | |
|--|---------------------|
| 2. Drobný hmotný majetek (1001 až 3000 Kč) – | 21 493,- Kč |
| Multimetr, 2 ks vysavač, dovybavení dílny, drobné příslušenství k počítačům | |
| 3. Drobný hmotný majetek (3001 až 40000 Kč) – | 536 792,- Kč |
| Lineární posuny a pojízdný stůl pro vibrometr, měřicí hlava pro housle, doplnění výpočetní techniky: 2 ks PC, 5 ks LCD monitorů, zvukové karty, 1 ks tiskárna, pevný disk, 1 ks notebook, 1 ks digitální osciloskop, 2 ks mikrofonů, 4 ks mikrofonní zesilovače, měřicí stojan, digitální fotoaparát, data projektor, projekční plátno, keramická tabule, MD recorder, laboratorní váhy, pojízdné kontejnery | |
| 4. Spotřební materiál – | 157 585,- Kč |
| Konektory, kabely, elektronické součástky, záznamová média, drobné nářadí, materiál pro přípravky, baterie pro přístroje, náplně do tiskáren, tonery aj. | |
| 5. Drobný nehmotný majetek – software upgrade | 105 703,- Kč |
| MATLAB, Kay Elemetric (pro frekvenční analýzu), STATISTICA, VIAS (pro měření houslí), SoundLab (pro frekvenční analýzu) | |
| 6. Odborná literatura, předplatné časopisů – | 36 106,- Kč |
| Časopisy Keyboard, Computer Music Journal, JASA, CutGat, Music Perception, publikace pro prezentaci výzkumu | |
| 7. Nákup služeb – | 941 726,- Kč |
| Opravy výpočetní a reprodukční techniky, opravy akustických izolací, úpravy intonace a ladění experimentálních varhanních píšťal pro účely měření, akustické a technologické úpravy laboratoří hudební a psychologické akustiky | |
| 8. Cestovné tuzemsko – | 7 867,- Kč |
| Konference VUT Brno, seminář Poněšice, Petrof Hradec Králové, Organa Kutná Hora | |
| 9. Cestovné zahraničí – | 211 307,- Kč |
| Ing. Otčenášek, RNDr. Štěpánek, ing. Moravec – DAGA, Strasbourg (23.-25.3.2004)
Ing. Jakeš, Ing. Moravec, Ing. Urban, MgA. Vrzal – Musikmesse, Frankfurt (30.3-2.4.2004)
RNDr. Štěpánek – ISMA 04, Nara, Japonsko (31.3-3.4.2004)
RNDr. Štěpánek – acústica 2004, Guimarães, Portugalsko (14.-17.9.2004)
Prof. Syrový, Institut für Wiener Klangstil, Vídeň (16.-20.6.2004) | |
| 10. Ostatní služby – | 117 625,- Kč |
| Reinstalace software, tiskařské služby, kopírování, překlady, doprava | |
| 11. Členské a účastnické poplatky – | 7 048,- Kč |
| Samostatně účtované konferenční poplatky, společnost CutGat Acoustical Society | |
| 12. Poštovné, kurzové ztráty, bankovní poplatky – | 11 927,- Kč |

Podpora projektu hrazená z dalších veřejných zdrojů:

Dotace AMU vyplývající ze zákona č. 111/1998 Sb. a dotace na specifický výzkum

Mzdové prostředky včetně zákonných plateb –	136 tis. Kč
Část mzdových nákladů řešitele prof. Syrového	
Věcné náklady na spolupráci doktorandů –	215 tis. Kč
Dovybavení řešitelského pracoviště záznamovou technikou a prostředky zvukové syntézy – specifický výzkum	
Drobný hmotný majetek –	6 tis. Kč
Dovybavení dílen	
Spotřební a režijní materiál –	5 tis. Kč
Elektromateriál, kancelářské potřeby, papír	
Odpisy –	220 tis. Kč
Odpisy zařízení pořízených z rozpočtu hudební fakulty a využívaných pro řešení projektu	
Režijní náklady řešitelského pracoviště –	315 tis. Kč
Alikvótní náklady na el. energii, úklid, vodné a stočné, telefonní poplatky, provoz počítačové sítě, ostraha objektu, inovace vytápění	
Překročení čerpání institucionální podpory	4 tis. Kč
Celkem	901 tis. Kč