

Č.j.: 491/12921/O/2023

V Praze dne 1. 6. 2023

## Posudek disertační práce

Autor práce: **Ing. Jaroslav Štorkán**  
Název práce: **Návrh výpočetních postupů pro redistribuci akustické energie v hlasovém projevu člověka**  
Studijní program: Strojní inženýrství  
Studijní obor: Mechanika tuhých a poddajných těles a prostředí  
Školitel: prof. Dr. Ing. Tomáš Vampola  
Oponent: prof. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.  
ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí  
Datum zadání posudku: 18. 05. 2023

Disertační práci Ing. Jaroslava Štorkána (dále jen autora) jsem posuzoval především z níže uvedených hledisek, která byla striktně předepsána v rámci požadavků na zpracování posudku oponentem.

### ***Dosažení v disertaci stanoveného cíle***

Autor souhrnně i taxativně vyjádřil cíle disertační práce v kap. 3. Za cíl lze pokládat snížení výpočtové náročnosti MKP modelu vokálního traktu na základě tvorby menších modelů. Bylo nutné formulovat element pro metodu konečných prvků, který umožnil sestavit MKP modely s nižším počtem stupňů volnosti. K tomu patří schopnost modelovat vokální trakt včetně připojených kavit. To se však běžně zanedbává. Autor se věnoval sestavení akustických modelů s reálnou geometrií vokálního traktu. Zároveň porovnal MKP model s nově vyvinutým elementem s běžně používanými elementy. Dle mého soudu byly cíle zcela naplněny a oceňuji práci autora u takto složité problematiky především v oblasti teorie.

### ***Úroveň rozboru současného stavu v disertaci řešené problematiky***

Současný stav problematiky autor popsal komplexně, s identifikací zdrojů informací a dosažených poznatků citovaných autorů. Vytvořil přehledný a srozumitelný náhled do současného stavu poznání, jako východiska pro vlastní výzkumnou činnost.

### ***Teoretický přínos disertační práce***

Teoretický přínos považuji za velmi významný. Vážím si rozsahu odvedené teoretické práce autora, což není dnes zcela obvyklý stav. Za hlavní teoretické přínosy této disertační práce lze přijmout formulaci nového elementu pro metodu konečných prvků, který je vhodný pro akustické analýzy vokálních traktů a snižuje velikost úlohy v porovnání s běžnými elementy. Neméně podstatný teoretický počín je potvrzení podmínek vzniku pěveckého formantu.

---

### ***Praktický přínos disertační práce***

Za prokazatelný praktický přínos lze považovat ověření schopností diskretizovat složitou geometrii vokálního traktu odvozenými elementy. Zde bylo vzácné použití modelu jak s paralelními kavitami, tak bez nich. Možným praktickým přínosem může být rovněž využití úspory výpočtových nároků pro výpočet potřebné geometrie vokálního traktu při stálém dosahování požadovaných akustických vlastností. Práce nepřinesla ucelený programový nástroj a ani to nebylo jejím cílem. Všechny jednoúčelové úlohy však mohou nalézt své využití jako zakomponovaný prvek do MKP programu.

### ***Vhodnost použitých metod řešení***

Použité metody považuji za vhodné. Prvním důvodem je fakt, že autorovi pomohly naplnit a bezezbytku splnit cíle disertační práce, druhým pak skutečnost, že se jedná o osvědčené přístupy v dané vědní oblasti.

### ***Způsob, jak byly použité metody aplikovány***

V návaznosti na předchozí požadovaná a zodpovězená kritéria hodnocení (posudku) považuji i způsob aplikace použitých metod za přiměřený a za vhodně zvolený. I zde vidím jako základní kritérium úspěch při naplnění cílů disertační práce.

### ***Zda doktorand prokázal odpovídající znalosti v daném oboru***

S ohledem na již dříve uvedené konstatuji, že autor je schopen samostatné vědecké a tvůrčí práce, je schopen podrobné, složité a soustředěné teoretické práce a dokáže vyhledat a kriticky zpracovat potřebné informace a jejich zdroje. Autor prokázal, že v oblasti, kterou shledal jako málo rozvinutou, posunul úroveň poznání a učinil praktická doporučení.

### ***Formální úroveň práce***

K disertační práci nemám po formální stránce připomínky. Drobné nedostatky a překlepy se najdou v každé publikaci (řídící/řídící parametry; svaly dokážou tlumit/svaly dokáží tlumit; 10%/10 % atp.). Autor řádně identifikuje zdroje převzatých informací, označuje v textu jednotlivé návaznosti a používá přehledné grafy, obrázky a tabulky. Práce je přiměřeně přehledná a má logickou stavbu.

### ***Dílčí poznámky a připomínky***

Je poněkud neobvyklé začínat v prvních kapitolách práce citaci pořadovým číslem 63 ze seznamu literatury. Většinou citační čísla rostou od čísla 1 podle seznamu literatury postupně. Jinými slovy, seznam použité literatury se odpovídajícím způsobem seřadí.

Podkapitolu 2.3 o sluchu bych považoval za vhodnější vypustit, neboť je zde na velmi nepřesných formulacích vidět pouze povrchní nastudování dané problematiky. Např. nelze takto jednoduše uvést, že „Sluchové kůstky přenášejí pohyb na kostěný hlemýžď.“ Hlemýžď (kochlea) je tvořen kostěným labyrintem (labyrinthus osseus), ve kterém se nachází na základní membráně (membrana basialis) Cortiho ústrojí, umožňující přenos signálů do mozku. V hlemýždi se nacházejí tři navzájem kolmé kanálky (canales semicirculares) a přenos vibrací je do nich přenášen pružným spojením třmínku (stapes) s předšišňovým okénkem (membrana vestibuli). Dolní patro pak končí slepě okrouhlým okénkem (membrana tympani secundaria) a pouze se tak prohýbá a uzavírá endolymfu v prostoru vnitřního ucha. Rovněž nelze tvrdit, že „Hladina akustického tlaku je navržena tak, aby 0 dB odpovídalo prahu slyšitelnosti při 1 kHz“. Právě naopak, křivky a prahy slyšitelnosti v Ph vycházejí (jsou navrženy tak, aby vycházely) z fyzikální měřené veličiny, kterou je akustický tlak v Pa a přizpůsobení k vnímání lidského ucha probíhá přes definovanou charakteristiku váhového filtru A, pro který platí výše zmíněné.

---

Nejsem si jist, zda mohu zcela přijmout tvrzení, že „... nosní dutina se prakticky neúčastní akustiky vokálního traktu“. Řek bych, že minimálně ovlivňuje tzv. barvu hlasu a možná i výsledné znění a srozumitelnost vokálů a konsonant. U termínu akustiky bych možná preferoval výrazy stacionární/kvazistacionární namísto statický/kvazistatický stav, což je jistě otázkou přístupu k výkladu celého děje. U seznamu použitých symbolů a zkratk postrádám jednotky.

Disertační práce je natolik srozumitelně napsána, že žádných otázek nemám.

### ***Závěrečné vyjádření***

Dizertant se ve své práci zaměřil na problematiku sestavení matematického aparátu pro analýzu vlastností lidských vokálních traktů s ohledem na rozložení akustické energie v rámci frekvenčního spektra lidského hlasu. Na pozadí uvedeného si vhodně vytkl dílčí cíle, které postupně plnil. Disertační práci považuji za kvalitní a přínosnou. Poznámky a připomínky, které jsem uvedl, nepovažuji v žádném případě za zásadní a snižující význam, úroveň, původnost a ucelenost práce. Disertační práce naplnila stanovené cíle odpovídající a potřebnou měrou. Zároveň velmi oceňuji rozsáhlou vlastní publikační činnost autora.

Disertační práci Ing. Jaroslava Štorkána s názvem: „Návrh výpočetních postupů pro redistribuci akustické energie v hlasovém projevu člověka“

### **doporučuji k obhajobě**

a po jejím úspěšném obhájení navrhuji udělení titulu Ph.D.

V Praze dne 1. 6. 2023

prof. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.