

## Oponentní posudek disertační práce

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta strojní

<b>Student DSP:</b>	<b>Ing. Jiří Sika</b>
<b>Název disertační práce:</b>	<b>Predikce hluku s podporou měření a počítačových simulací</b>
<b>Studijní program DSP:</b>	<b>P2301 Strojní inženýrství</b>
<b>Studijní obor:</b>	<b>Stavba strojů a zařízení</b>
<b>Školitel:</b>	<b>doc. Ing. Miloslav Kepka, CSc.</b>
<b>Oponent:</b>	<b>Ing. Luděk Kovář, Ph.D. MECAS ESI, s.r.o., Plzeň</b>

### Obsah práce

Disertační práce obsahuje popis výpočtového postupu pro stanovení hluku v uzavřených místnostech na základě metody akustického vyzařování. Virtuální metodika je ověřena pomocí platformy LabVIEW a na konkrétních provezech porovnává s měřením. V rámci řešení disertační práce vznikl praktický a efektivní nástroj pro predikční výpočty při změnách obložení průmyslových hal s výrazným zdrojem hluku.

Práce je rozdělena do pěti kapitol včetně úvodu a závěru. Ve druhé kapitole je proveden rozbor současného poznání a výpočtových metodik vhodných pro posouzení akustiky uzavřených prostorů. Třetí kapitola je věnována vymezení základních teoretických pojmů pro pochopení zpracované metodiky. Ve čtvrté kapitole je popsán vytvořený softwarový nástroj s popisem testovacích konfigurací. Pro otestování byly zvoleny praktické příklady: místnost ve tvaru L, kancelářské prostory, výrobní hala RTI s vysokotlakou pumpou jako zdrojem hluku a čerpadlová místnost RTI. Všechny testovací konfigurace jsou vhodně voleny s ohledem na postupný vývoj softwarového nástroje. Bohužel, podrobnější popis je podán pouze k posledním dvěma konfiguracím, přestože z pohledu chování softwarového nástroje by bylo zajímavé, podrobně zpracovat také zbývající vtipované konfigurace.

### Aktuálnost tématu

Téma práce je vysoce aktuální, neboť dlouhodobé vystavení nadměrnému hluku prokazatelně negativně působí na lidský organismus a nově je zaváděna celá řada norem pro regulaci tohoto efektu

metodika vhodně spojuje dostupnost a praktičnost a vykazuje dostatečnou přesnost pro vyšetřování hluku ve vnitřních prostorech. Vytvořená výpočetní metodika spolu s adekvátním měřicím vybavením je přímo aplikovatelná při řešení praktických úloh.

### Postup řešení

Z vytipovaných metod pro vyšetřování akustiky v uzavřených prostorech byla pro další zpracování vybrána tzv. metoda akustického vyzařování ARTM (Acoustic Radiance Transfer Method), vhodná pro střední a vysoká frekvenční pásma. Metoda byla v minulosti využívána v jiných oblastech, ale autorem bylo správně posouzeno, že se současným výkonem výpočetní techniky je tato metoda vhodná a efektivní také pro oblast analýzy hluku v uzavřených prostorech. Na straně 26 jsou uvedeny obecné předpoklady, na kterých je metodika založena. Metodika byla zapracována na platformě LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) od National Instruments, čímž se podařilo efektivně vyřešit zdlouhavý vývoj prostředí pre a post-processingu (ušetřena práce celého týmu programátorů). Vytvořený softwarový nástroj byl postupně testován na praktických konfiguracích vnitřních prostorů. Speciálně je třeba vyzdvihnout, že autor disertační práce osobně zajišťoval měření pro získání vstupních parametrů a vytipovaných testovacích konfigurací, včetně realizace protihlukových opatření.

### Význam pro rozvoj vědního oboru a praxi

Z ucelené rešerše existujících výpočtových nástrojů uvedených v kapitole 2, je patrné, že vyvinutá metodika a softwarový nástroj vhodně doplňuje stávající komerční řešení. Z pohledu novosti je nutné vyzdvihnout ověření dostatečné přesnosti implementované metodiky na praktických úlohách, což připravuje dobrý základ pro případný smluvní výzkum. Význam pro praxi záleží na formě komercializace vytvořeného nástroje, nicméně potenciál byl prokázán. V každém případě by bylo vhodné vytvořenou metodiku zařadit do výuky, neboť obsahuje ucelený vývojový řetězec z pohledu návrhu protihlukových opatření ve vnitřních prostorech.

### Formální a jazyková úroveň

Disertační práce je rozdělena do logicky uspořádaných kapitol s dostatečně vysvětleným teoretickým základem. Práce je psána jasně s dobrou grafickou úpravou. K celkovému zpracování doplňují pouze pár drobných připomínek:

- Str. 31: rovnice (3.7) – (3.9): zřejmě postrádají hranaté závorky,
- Str. 31: vlnová rovnice je dána vztahem (3.11) a popis stran je zřejmě přehozen,
- Str. 45: místo „diskreditace“ povrchů je zřejmě míněna „diskretizace“,
- Str. 52-53: nevhodně volené barvy křivek, těžko identifikovatelné.
- Str. 62: přehozeny obrázky pro 3. a 4. a 5. a 6. mikrofon,

### Práce s informačními zdroji

Je patrné, že vzniku disertační práce předcházelo zpracování rozsáhlého portfolia zdrojů, proto je také rozsah referencí značně obsáhlý: Citace jsou uváděny v souladu s citačními zvyklostmi a vždy adekvátně k vysvětlované problematice.

### Publikační aktivity

Z uvedených publikací, je patrné, že se autor problematikou zabývá již řadu let. Výsledky disertační práce byly prezentovány v časopise Akustika.

### Poznámky a připomínky

Metodika a softwarový nástroj vznikly na základě mezioborových znalostí, které nejsou v disertační práci primárně vyzdvíženy. Autor prokázal rozsáhlé zkušenosti s měřením akustických veličin a také tvorbou softwarových nástrojů. Tyto aktivity by bez efektivního přístupu znamenaly několik let celých vývojových týmů.

Disertační práce může posloužit jako učební text pro oblast posouzení hluku v uzavřených prostorech a věřím v potenciál pro oblast smluvního výzkumu.

Na základě uvedeného hodnocení **doporučuji** předloženou Disertační práci k obhajobě a za předpokladu kvalitního zodpovězení doplňujících otázek a úspěšné obhajoby udělení studentovi DSP akademický titul

**„Philosophiae Doctor (Ph.D.)“**

### Doplňující otázky:

1. Je metodika vhodná pro navržení a posouzení koncertních sálů? Jaká má vytvořený softwarový nástroj aplikační omezení?
2. Do jaké míry je přesnost metodiky závislá na zvolené velikosti elementu?
3. Prosím o vysvětlení zohlednění stínícího paravánu. Jaký přenos energie je uvažován za paravánem?
4. Na str. 45 je popisována možnost zavést zdroj zvuku, ale není přesně specifikováno, zda jde o bodový zdroj nebo zda se akusticky výkon roznáší po povrchu připravené sítě. Prosím o objasnění.

V Plzni

10.6.2021



Ing. Luděk Kovář, Ph.D.

## Oponentní posudek disertační práce

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta strojní

<b>Student DSP:</b>	<b>Ing. Jiří Sika</b>
<b>Název disertační práce:</b>	<b>Predikce hluku s podporou měření a počítačových simulací</b>
<b>Studijní program DSP:</b>	<b>P2301 Strojní inženýrství</b>
<b>Studijní obor:</b>	<b>Stavba strojů a zařízení</b>
<b>Školitel:</b>	<b>doc. Ing. Miloslav Kepka, CSc.</b>
<b>Oponent:</b>	<b>Prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D. Fakulta elektrotechnická, ZČU v Plzni</b>

### Obsah práce

Práce se zabývá predikcí hluku v uzavřených místnostech. Jejím cílem bylo vytvořit obecnou metodiku výpočtu a tu následně implementovat ve vlastní aplikaci.

### Aktuálnost tématu

Kapitola 2 poměrně podrobně rozebírá metody a výpočtové nástroje používané v oblasti prostorové akustiky. Autor porovnává vybrané deterministické metody (FEM a BEM) se statickou energetickou analýzou a geometrickou akustikou. Provedl důkladnou rešerši a její výsledky jsou přehledně shrnuty v této kapitole. Je zřejmé, že zvolené téma dizertace je aktuální a není dosud zcela vyřešeno.

### Postup řešení

Jádro disertační práce a vlastní přínos autora je obsažen v kapitole 3 a pak zejména v kapitole 4.

Kapitola 3 shrnuje a popisuje základní pojmy z prostorové akustiky. Je psána kompaktně a autor se zaměřuje na odvození konkrétních rovnic a vztahů s přímou vazbou na téma disertační práce. I když jsou odvozené vztahy správné, je občas obtížné sledovat zda se jedná o skalární nebo

vektorovou veličinu. Preciznější sazba matematických vzorců by zvýšila čitelnost práce.

Hlavní přínos autora spatřuji v kapitole 4. Je převážně aplikačně zaměřena a podrobně popisuje výpočtový program pro predikci hluku. Je rozdělena do několika částí. První z nich popisuje teorii potřebnou k sestavení programu. Následuje popis aplikace a ukázka několika konkrétních modelových příkladů. Vybrané příklady ukazují aplikaci vytvořeného programu v praxi. Autor srovnává vypočtené hodnoty s naměřenými hodnotami s velmi dobrou shodou potřebnou pro praktické předpovědi šíření hluku. Je zřejmé, že navržená metodika má v porovnání s přesným řešením vlnové rovnice své limity. Lze konstatovat, že řešení vlnové rovnice v komplikovaných uzavřených prostorech pomocí metod založených na FEM nebo BEM je výpočetně velmi náročné a často není ani možné. Naproti tomu navržená metoda umožní poměrně rychle s dostatečnou přesností navrhnout změny, které vedou k potlačení úrovně hluku.

### **Význam pro rozvoj vědního oboru a praxi**

Význam dizertační práce spatřuji především ve velké aplikovatelnosti v praxi. Autor na několika modelových i reálných případech prokázal, že navržená metodika predikce hluku implementovaná ve vlastní aplikaci, může sloužit k posouzení a následným úpravám uzavřených prostor. Porovnání naměřených a vypočítaných hodnot se v těchto případech jeví dostatečně shodné. Práce má vysoký aplikační potenciál.

### **Formální a jazyková úroveň**

Práce je psána v českém jazyce a je zpracována velmi pečlivě s minimem překlepů a chyb. Je rozdělena na 5 kapitol, které jsou dále logicky členěny do několika podkapitol. K přehlednosti práce přispívá zařazení seznamů použitých zkratk a symbolů, obrázků, tabulek a čtyř příloh, které obsahují závislosti absorpčního koeficientu, spektra testovací uzavřené místnosti a ukázkou programu v LabVIEW. U matematických vztahů nejsou rozlišeny vektorové a skalární veličiny a je často obtížné sledovat správnost odvození vztahů. Formální úroveň práce považuji za dobrou.

### **Práce s informačními zdroji**

Autor pracuje s 51 publikacemi. Citace jsou převážně v kapitole 2, která se věnuje zhodnocení současného stavu výpočtových nástrojů. Citace na ostatní zdroje vhodně doplňují jednotlivá místa dizertační práce. Informace, které jsou z nich čerpány, jsou v souladu s citační etikou.

### **Publikační aktivity**

Autor v průběhu svého studia publikoval dvě práce v časopise Akustika, který je indexován v databázi Web of Science a Scopus a jednu časopiseckou publikaci indexovanou v databázi Scopus. Dále prezentoval svoji práci ve formě čtyř publikací na konferencích. Je tedy zřejmé, že jádro disertační práce bylo v dostatečné míře publikováno, přičemž celková kvalita publikovaných prací je průměrná. Ohlas na publikace v databázi Web of Science je nulový a v databázi Scopus jsou

především autocitace. H-index je roven nule. Velmi nízký citační ohlas je způsoben praktickým zaměřením dizertační práce. Doporučuji zvýšit publikační aktivitu a vybrané statě práce zaslat do vhodného časopisu s impakt faktorem.

### **Poznámky a připomínky**

Na základě uvedeného hodnocení **doporučuji** předloženou Disertační práci k obhajobě a za předpokladu kvalitního zodpovězení doplňujících otázek a úspěšné obhajoby udělení studentovi DSP akademický titul

**„Philosophiae Doctor (Ph.D.)“**

### **Doplňující otázky**

1. Na straně 41 je uvedeno, že síť je tvořena externím programem. Uveďte, jaké jsou požadavky na vstupní síť. Byl zmíněn program Simcenter. Je možné použít i jiné programy jako například často používaný GMSH?
2. V práci je zmíněna metoda optimalizace sítě. V samotné práci postrádám konkrétní ukázkou. Bylo by možné na konkrétním příkladu zmíněnou metodu ukázat? Obsahuje aplikace automatické sledování přesnosti řešení?
3. Byla na konkrétním příkladu porovnána statická energetická analýza s některou deterministických metod jako FEM nebo BEM?
4. Z obsahu dizertační práce je zřejmé, že vytvořený program umožňuje poměrně pokročilý výpočet šíření akustické energie. Při obhajobě práce by bylo vhodné uvést výčet konkrétních reálných aplikací z průmyslu, při kterých byl program využit.


### **Formální připomínky (není nutná reakce)**

Str. 22, 45, 71 – Standartní => standardní

Str. 30 – Souřadný systém => souřadnicový systém

Str. 35., vztah 3.26 – Druhý člen obsahuje navíc akustický tlak  $p$ .

V Plzni 10.6.2021



**Prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D.**