

# AKUSTICKÉ LISTY

České akustické společnosti

ročník 8, číslo 1

březen 2002

## Obsah

Usnesení Valné hromady České akustické společnosti	2
Akustické semináře - historie jedné české profesionální skupiny <i>Pavel Urban</i>	3
Nová kniha prof. Škvora: Akustika a elektroakustika <i>Josef Merhaut</i>	5
Mezinárodní den boje proti hluku <i>Jan Stěnička</i>	6
65. akustický seminář <i>Jan Kozák</i>	7
Nabídka stáže - EU Doctorate in Sound & Vibration <i>Zdeněk Škvor</i>	7
Výběr českých technických norem týkajících se akustiky <i>Jaromír Čížek</i>	8
Výběr českých technických norem týkajících se stavební akustiky <i>Jaromír Čížek</i>	12
Měření elektrostatických mikrofونů na bázi reciprocity <i>Josef Merhaut</i>	15

## Usnesení Valné hromady České akustické společnosti, konané dne 24. ledna 2002 na Fakultě elektrotechnické ČVUT

Valná hromada ČsAS bere na vědomí:

1. zprávu o činnosti Rady ČsAS,
2. zprávu o výsledcích revize hospodaření společnosti,
3. zprávy o činnosti jednotlivých odborných skupin a o jejich dalším zaměření,
4. zprávu o zahraničních aktivitách společnosti,
5. výsledky voleb do Rady společnosti a výsledky voleb předsedů odborných skupin,
6. zprávu o usnášeníschopnosti Valné hromady,
7. zprávu volební komise o návrhu kandidátky do Rady ČsAS,
8. informaci o změně stanov společnosti.

Pro funkční období roku 2002 byli v jednotlivých odborných skupinách zvoleni:

- A. Obecná a lineární akustika  
předseda - Bednařík            zástupce - Červenka
- B. Ultrazvuk a akustické emise  
předseda - Plocek            zástupce - Malinský
- C. Hluk a vibrace  
předseda - Strnad            zástupce - Kozák
- D. Prostorová, stavební a urbanistická akustika  
předseda - Meller            zástupce - Ryndová
- E. Zpracování a záznam akustických signálů  
předseda - Kadlec            zástupce - Málek
- F. Psychoakustika, fyziologická akustika a akustika hudby a řeči  
předseda - Štěpánek            zástupce - Vokřál
- G. Elektroakustika  
předseda - Kešner            zástupce - Folvarčný
- H. Certifikace pracovníků v akustice  
předseda - Schwarz            zástupce - Pazderka

Valná hromada ČsAS schvaluje:

1. zprávu o činnosti Rady za kalendářní rok 2001 a uděluje Radě absolutorium;
2. zprávu odstupujícího předsedy ČsAS o přípravě kongresu INTERNOISE 2004 v Praze a zásady činnosti organizačního výboru;
3. zprávu o hospodaření společnosti za kalendářní rok 2001;
4. výši členských příspěvků na rok 2002 ve shodné výši jako v roce 2001 (350,-Kč pro členy, 100,-Kč pro studenty a důchodce);
5. činnost Rady a odborných skupin v roce 2001;
6. odměnu hospodáři ČsAS za r. 2001 ve výši 4000,-Kč.

Schválené složení a zásady činnosti organizačního výboru Inter-Noise 2004:

1. Složení organizačního výboru: Josef Novák - General Chairman  
Ondřej Jiříček - Program Committee Chairman  
Helena Špačková, Jan Štěpánek, Jan Stěnička, Karel Vokurka, Pavel Urban, Karel Dedouch, Jindřich Schwarz, Bedřich Votýpka
2. Inter-Noise 2004 bude pořádat ČsAS.
3. Hospodaření konference bude vedeno v rámci společnosti jako samostatné středisko se samostatným účtem. Podpisová práva bude mít předseda ČsAS, Chairman, P-C Chairman.
4. Přípravný výbor je ze své činnosti odpovědný radě ČsAS. Zásadní rozhodnutí právní, programová a finanční budou předkládána radě ke schválení. Ve všech ostatních záležitostech bude přípravný výbor o přípravě kongresu rozhodovat samostatně.

5. Přípravný výbor bude vykonavatelem zaměstnavatelského práva pro pracovní poměry a pro dohody o provedení práce.
6. Na odměny členů přípravného výboru případně polovina zisku kongresu. Zisk bude stanoven revizní komisí po ukončení finančních operací souvisejících s kongresem. Mezi členy přípravného výboru bude odměna rozdělena podle evidence odpracovaných, která bude vedena počínaje 17. 10. 2001.
7. V roce 2002 budou náklady zálohovány z prostředků společnosti až do výše 30 000 Kč a budou započítány do celkových nákladů konference.
8. V letech 2003 a 2004 (do začátku plateb vložného) bude přípravný výbor hledat finanční prostředky cestou půjček a sponzorů.
9. Z prostředků kongresu budou hrazeny cesty J. Nováka a O. Jiříčka na Inter-Noise 2002 a 2003.

*Valná hromada ukládá nově zvolené Radě společnosti na kalendářní rok 2002:*

1. pokračovat v odborné a organizační činnosti i v zahraničních kontaktech, rozvíjení spolupráce s Českou maticí technickou, Slovenskou akustickou společností, společností Elektra, Českou sekcí AES a Českou sekcí IEE a IEEE;
2. věnovat zvýšenou pozornost přípravě konference Internoise 2004 v Praze a hledat vhodné sponzory pro tuto akci;
3. nadále rozvíjet vydávání Akustických listů.

Valná hromada ukládá nově zvoleným předsedům odborných skupin na kalendářní rok 2002: publikovat informace o připravovaných aktivitách skupin v Akustických listech a na www stránce s předstihem tak, aby se zájemci mohli včas na akce přihlašovat.

*Valná hromada doporučuje Radě ČsAS:*

1. pravidelně se zabývat činností a plánem akcí odborných skupin,
2. pravidelně se zabývat plánem a zaměřením konaných akustických konferencí.

*Výsledky voleb do Rady České akustické společnosti*

Počet vydaných platných hlasovacích lístků: 82

Odevzdáno platných hlasovacích lístků: 82

předseda:	V. Kunzl	80
	J. Kozák	1
	O. Jiříček	1
místopředsedové:	J. Kozák	75
	J. Štěpánek	81
	J. Stěnička	2
	J. Novák	1
sekretář:	O. Jiříček	82
hospodář:	O. Kudějová	82
revizní komise:	D. Vápeníková	82
	T. Hellmuth	81
	J. Novák	77

Nově zvolení členové Rady děkují Valné hromadě za vyslovenou důvěru. Valná hromada děkuje odstoupujícímu předsedovi za jeho dosavadní činnost. Valná hromada děkuje za kvalitnu publikovaných akustických listů.

*Návrh usnesení sestavila návrhová komise ve složení P. Urban, M. Meller.*

## **Akustické semináře - historie jedné české profesionální skupiny**

Čeští pracovníci, kteří se profesionálně zabývali problematikou akustiky, založili v roce 1958 pod předsednictvím prof. Dr. J. B. Slavíka svoji první národní akustickou organizaci v rámci tehdejší Československé vědeckotechnické společnosti (ČsVTS). O něco později zahájila svoji aktivitu i Československá akademie věd (ČsAV) - komitét pro fyziku, která ve spolupráci s akustickou organizací ČsVTS uspořádala v roce 1961 prvou, tehdy československou akustickou konferenci (Liblice u Mělníka).

V této době byla vnitropolitická situace v Československu velice složitá, byla velice nepřívětivá pro řadu společenských aktivit a u všech aktivit většího počtu osob byla požadována „společenská angažovanost“ ve smyslu tehdejší politické orientace republiky.

Přesto ale akustika v ČsVTS získala možnost pokračovat ve své zcela apolitické činnosti (motto akustiků bylo: Akustické vlny se šíří nezávisle na současné politické situaci). Základnu akustiků v ČsVTS tvořili mladí inženýři,

kteří byli vysoce zaujati svojí odbornou činností a kteří se snažili využívat k rozvoji své profese veškeré dostupné zdroje.

Počátkem roku 1964 se v Praze konalo setkání řady odborných pracovníků z vysokých škol a z ČsAV k otázkám fyziky a akustiky. Některé z přednášek byly prezentovány velice nesrozumitelně, často až na hranici vědeckotechnické fantazie, přednášející užívali technikům obecně málo srozumitelné pojmy a vazby.

Dva akustikové (J. Ransdorf - hluk strojů, P. Urban - hluk motorových vozidel), byli po ukončení tohoto setkání s jeho formou a se špatnou dostupností vědeckých informací v jejich profesi vysoce nespokojeni. Cestou ze zasedání se proto rozhodli zorganizovat cokoliv, co by mohlo odstranění takového nedostatku informací pomoci<sup>1)</sup>. Pokusili se proto návazně zorganizovat malou skupinu mladých akustických expertů (ve věku 25-35 roků), kteří pociťovali podobný nedostatek informací, potřebných pro další rozvoj jejich profese. Své spolupracovníky vybrali z několika výzkumných, vývojových, konstrukčních i výrobních organizací, později pak i z organizací hygienických a lékařských. Tato malá skupina se rozhodla zorganizovat v rámci akustické skupiny ČsVTS určitý způsob neformálního samostudia a vzájemného poučování.

Tak tedy vznikla idea pořádání později pověstných českých akustických seminářů a tato malá skupina zorganizovala první seminář v říjnu 1964. Mimo vyžádaných přednášek ke stanoveným tématům bylo hlavním cílem organizátorů tohoto prvního semináře (občas nehezky nazývaného „akustika v neglize“): „nesteď se ptát na cokoliv, co ti není jasné a jen doufej, že se najde někdo, kdo ti to vysvětlí - pokud se nikdo takový nenajde, budeme otázku všichni studovat a pokusíme se nalézt odpověď do příště“. Na první seminář bylo proto pozváno asi třicet inženýrů, fyziků a matematiků, kteří se zabývali obecně zpracováváním signálů a měřicími postupy při snižování hluku strojů, ve stavbách a prostorovou akustikou.

Všichni účastníci semináře byli přednesenými příspěvky nadšeni (zvláště příspěvky na téma statistika, statistická dynamika a zpracovávání signálů) seminář rozšířil jejich informovanost a znalosti zvláště v neformálních diskusích, ve kterých byla odbourána většina psychických bariér z neznalosti.

Profesionální úroveň tohoto prvního semináře byla vysoká a ponechávala pole otevřené diskusím do pozdních nočních hodin. Překvapující ale byl i návazný společenský důsledek tohoto semináře - v průběhu čtyř jednacích dní a jejich tří nocí seminář stmelil společenství expertů a vytvořil něco, co se později stalo tradicí a pojmem. V roce 2001 se totiž konal již 63. seminář.

Po úspěšném prvním semináři následovaly pravidelně vždy jeden jarní a jeden podzimní seminář v organizaci akustiků v ČsVTS, po roce 1989 v organizaci dnešní České akustické společnosti (ČsAS) (postupně pod předsednic-

tívím Dr. Ing. J. Němce, Ing. P. Urbana, DrSc., prof. Ing. Z. Škvora, DrSc. a Ing. J. Nováka, CSc.). Organizaci seminářů dnes zajišťuje Rada ČsAS. Neuskutečnily se pouze podzimní semináře v létech, kdy se v republice konaly jiné významné akustické události - rovněž proslulé Československé akustické konference, k tématům snižování hluku, stavební a prostorové akustiky, elektroakustiky, ultrazvuku nebo hudební a fyziologické akustiky. Tyto konference pořádala Akustická komise ČsAV (předseda prof. Ing. F. Kolmer, DrSc), pochopitelně rovněž ve spolupráci s akustikou ČsVTS (po r. 1989 převzala organizaci i těchto konferencí ČsAS).

Až do dnešní doby je každý seminář organizován v podmínkách co možno jednoduchých a nenákladných: vždy rok před každým plánovaným seminářem diskutují účastníci právě probíhajícího semináře o požadavcích na nové informace. Na svém nejbližším zasedání pak Rada ČsAS formuluje téma takového budoucího semináře a pověří vybranou skupinu (2 až 3 členů ČsAS) přípravou přednášek a organizačním seminářem.

Tato pověřená skupina pak musí zahájit odbornou přípravu navrženého semináře, vyhledat vyhovující ubytovací a stravovací podmínky (hotel), pokud možno v zajímavém přírodním prostředí (nikdy v žádném městě), vybraný hotel musí mít alespoň jednu místnost dostatečně velkou pro přednášky, dále místnosti vhodné pro společenská setkání a v okolí nějakou zajímavost, vhodnou pro půldenní turistickou aktivitu. V nedávné minulosti byly v průběhu některých seminářů navíc uspořádány významnými firmami (měřicí přístroje, prostředky snižování hluku) výstavy jejich výrobků a prezentace prací.

V zásadě nebyly dříve za účast na semináři vyžadovány žádné poplatky a pouze na jubilejních seminářích (viz níže) byly vydávány sborníky ze seminářů, při této příležitosti pak byly vybírány konferenční poplatky.

Jarní semináře se zpravidla organizují v prvních týdnech května, podzimní semináře pak v prvních týdnech října. Tyto termíny jsou dobou mezi letními a zimními turistickými a rekreačními sezónami, příroda je opuštěna a počasí bývá zpravidla mírné a stabilní. Počet účastníků semináře se liší, zpravidla ale nikdy neklesl pod 25 účastníků a pouze výjimečně překročil 100 účastníků.

Pohovořme nyní o zaměření a o organizaci seminářů.

Zvláště při prvních seminářích byl každý potenciální účastník plánovaného semináře vyzván, aby pečlivě prostudoval veškerý jemu dostupný materiál k problematice připravovaného semináře (literaturu, výsledky vlastních prací a pod.) a připravil se tak na seminární diskuse.

Organizátoři semináře v předstihu požádali některé ze známých expertů na připravované téma (nikoliv nezbytně z oblasti akustiky), aby pro příslušný seminář připravili k danému tématu pokud možno neformální přednášky. Za přednášky nebyly vypláceny žádné odměny, aktivní účast

<sup>1)</sup>V padesátých a šedesátých letech dvacátého století byly veškeré informace ze „západu“ politicky nežádoucí nejen v Československu, ale v celém tzv. „východním bloku“. Studium angloamerické literatury bylo považováno málem za vlastizradu.

na semináři byla vždy jeho účastníky považována za čest a byla v zájmu prezentace příslušného experta.

Potenciální účastníci navrženého semináře jsou poštou informováni o programu semináře, o místě jeho konání, o umístění hotelu, o jeho cenových relacích a o dostupnosti hotelu (autem, veřejnou dopravou atd.)

Podle obvyklého programu začíná seminář zpravidla v pondělí nebo v úterý v odpoledních hodinách registrací, ubytováním a zahajovacími přednáškami. Pracovní program seminářů je zpravidla časově velice náročný a probíhá celý den, většinou i po večeri, často až do 22 hodin. Pravidlem se stala jediná výjimka: v průběhu semináře připraví organizátoři semináře jednu dvou až tříhodinovou turistickou akci - návštěvu některého turisticky, historicky, umělecky nebo společensky zajímavého místa. Během těchto výletů se zpravidla řeší, a často i vyřeší, mnoho problémů z předchozích oficiálně řízených diskusí - přesto je ztracený čas vždy nahrazován večerním a často i nočním programem - viz níže.

Jednání ke kterékoliv odborné otázce zpravidla zahajuje krátká přednáška výše zmiňovaného vyzvaného experta (dříve nebyly tyto přednášky delší než 15 minut, dnes se často poněkud protahují), po přednášce vždy následovala zcela otevřená diskuse, řízená některým z organizátorů. Kdysi dohodnuté pravidlo pro diskusi (viz začátek tohoto příspěvku) je stále platné, občas se však z novějších seminářů vytrácí - bohužel. Přesto jsou diskuse vždy velice bohaté a pokračují obvykle i po oficiálním jednání při jídle, v průběhu kávových přestávek a pak často i pozdě do noci při sklence vína nebo i něčeho ostřejšího.

V určitých obdobích nesloužily některé ze seminářů pouze samoškolení jejich účastníků, ale posloužily i k vypracování společných stanovisek českých akustiků nejen

např. k návrhům norem ČSN, ISO, IEC, ale i k návrhům ministerských vyhlášek, zákonů a podobně.

Semináře tak pomohly k vytvoření vysoké odborné úrovně českých akustických expertů a k dobrému odbornému postavení českých expertů při jednáních nejrůznějších vládních i nevládních mezinárodních organizací.

Jména účastníků, odborná náplň seminářů, jména přednášejících a organizátorů semináře a jeho uspořádání (místo konání, výlet, případné zvláštnosti nebo příhody na semináři) a často i rozsáhlá fotodokumentace jsou shrnuty do kroniky seminářů, kterou obhospodařuje dnes Rada ČsAS.

Bohužel, někteří z organizátorů a mnozí z účastníků prvních seminářů již nejsou mezi námi. Snad všichni žijící účastníci prvních seminářů jsou dnes již v penzi, někteří emigrovali do zahraničí (mj. i významní členové Acoustical Society of America : prof. J. Tichý, I. Nábělek, P. Weirich).

Na závěr by bylo dobré konstatovat, že účastníci celé postupné řady českých akustických seminářů vytvořili mezi akustiky společnost, která je stále životaschopná, staří experti se sice již seminářů pravidelně neúčastní, do organizace seminářů se ale zapojila generace mladých (nebo spíše mladších) akustiků, kteří tradici seminářů udržují a dále rozvíjejí.

Jubilejní 50., 55. a 60. seminář se staly příležitostí k setkání současných aktivních akustických expertů s dosud žijícími pensionovanými účastníky prvních českých akustických seminářů, tyto semináře se staly nejen formálními společenskými událostmi, ale snad i propojily některá nová hlediska mladších se zkušenostmi těch starších.

Anglický originál vypracován pro publikování v Noise/News International.

Pavel Urban

## Nová kniha prof. Škvora: Akustika a elektroakustika.

Začátkem tohoto roku vyšla v nakladatelství Academia Praha objemná kniha profesora Škvora (522 stránek) s názvem Akustika a elektroakustika, v níž autor, přináší obsáhlý přehled teoretických základů elektroakustiky a akustiky. Kniha má vysokou teoretickou úroveň. Vydáním knihy dochází k vhodnému pokrytí této vědní oblasti novou a moderní českou publikací. Je členěna do pěti kapitol. První kapitola pojednává o akustických polích v tekutinách v kartézských, sférických a cylindrických souřadnicích. Na ni navazuje druhá kapitola pojednávající o akustických polích v pevných látkách, kde jsou popsány vlny v elastickém izotropním prostředí, vlny v poloprostoru, povrchové vlny a vlny ve vlnovodech. V partii o vlnovodech jsou kromě vlnovodu kuželového a vlnovodů hyperbolických popsány též vlnovody sinového a kosinového tvaru. Velký význam pro návrh elektroakustických měničů mají zde uvedená náhradní schémata vlnovodů, která v duální podobě mohou být použita i pro vlnovody v plynech. Ná-

sledující dvě kapitoly rozvádějí látku z předchozích kapitol do popisu kmitajících soustav pomocí ekvivalentních obvodů. Tento přístup je vhodný zcela nesporně pro elektroakustické aplikace, kde vzájemně spolu souvisejí elektrické a mechanické a akustické části. Třetí kapitola je věnována mechanickým soustavám se soustředěnými a rozprostřenými prvky, a to soustavám translačním a rotačním a kmitům destiček a membrán. Náhradní schémata, která jsou zde uvedena, mají praktický význam pro popis elektromechanických měničů, např. čtvercová membrána se poslední dobou používá u miniaturních křemíkových mikrofonů vyráběných mikroelektronickými technologiemi. Obdobně je pojata i čtvrtá kapitola pojednávající o akustických soustavách se soustředěnými a rozprostřenými prvky. Pátá kapitola pojednává o recipročních elektroakustických měničích. V této kapitole je věnována velká pozornost zejména měničům piezoelektrickým. Kniha svým pojetím a metodou popisu navazuje na autorovu níže citovanou publi-

kaci a přináší původní pohled na popis kmitajících soustav v plynech a kapalinách a na elektroakustické měniče, které tvoří v současné době závažnou a velice sledovanou oblast elektroakustiky. Přes teoretickou náročnost je kniha psána přístupnou a srozumitelnou formou a může posloužit nejen specialistům, ale i širší čtenářské veřejnosti. Obsah a pojetí obsahu je podle mého soudu originální nejen v kontextu u nás publikovaných titulů, ale i v cizině. Kniha svoji formou navazuje na moji publikaci Teoretické základy elektroakustiky a její anglickou verzi Theory of Electroacoustics vydanou před léty v nakladatelství McGraw-Hill. Látku zde obsaženou však autor dále doplňuje a rozvádí, a přináší nové původní poznatky např. v popisu akustických vlnovodů, membrán, kvazistatické stability měničů apod., v čemž zejména spočívá originalita díla.

Dílo je pojato tak, že může být vhodnou studijní literaturou pro danou vědní oblast, studijní pomůckou pro bakalářské, magisterské a doktorské studijní programy, právě tak jako vhodnou pomůckou pro studium dalších specializovaných oblastí akustiky. Vzhledem k šíři a interdisciplinaritě oboru kniha poslouží i v příbuzných oblastech:

ve fyziologické akustice, hudební akustice, architekturní akustice, v oblasti hluku a vibrací, ve sdělovací technice, v nauce o životním prostředí apod. V knize je použit fyzikálně - matematický aparát přednášený na technických vysokých školách. Některé partie, např. týkající se náhradních obvodů kmitajících soustav, budou blízké zejména studentům fyzikálně inženýrských a elektrotechnických zaměření a navazují na autorovu publikaci Vibrating systems and their equivalent circuits (Academia - Elsevier, 1991). Vysoce je třeba hodnotit autorovo důsledné požívání analogických schémat, které elektrotechnickým pracovníkům problematiku zpřístupní. K obsahu knihy mám jedinou připomínku, pokud jde vlnovody, zejména akustické, exponenciální. Zde by posloužilo kdyby autor kromě analogických schémat uvedl a odvodil ještě přímý výraz pro vstupní specifickou impedanci zvukovodu konečné délky. Při běžném dnešním použití počítačů by mohl být zde vhodnější než výrazy navazující na analogické schéma. Věřím, že autor tak učiní při příštím vydání knihy, nebo v její případné anglické verzi.

Josef Merhaut

Hudebně ekologické sdružení HUDEKOS - součást České hudební společnosti se letos tak jako v minulých letech, tradičně již od roku 1996 připojuje k výzvě americké Ligy pro sluchově postižené (League for the Heart of Hearing, N.Y.), která vyhlašuje letos pod záštitou Ministerstva Kultury

**Mezinárodní den boje proti hluku 11. 4. 2002**  
International Noise Awareness Day

V tento den 11. 4. 2002 by si lidé měli uvědomit zdravotní rizika dlouhodobého působení hluku na lidský organismus, který zatěžuje naše životní prostředí hudbou reprodukovanou proti vůli nezúčastněných osob, v nevhodných prostředích a nadměrných intenzitách. Dopad hudebního hluku je především v oblasti psychologické. Jde rovněž o kulturu prostředí, zlepšení akustiky veřejných prostor a ochranu jednotlivce v jeho soukromí. Společnost vydala ke dni zvláštní číslo Bulletinu HUDEKO.

Ing. Jan Stěnička, CSc.

předseda hudebně ekologického sdružení HUDEKOS

při České hudební společnosti

Kozí 9, 110 00 Praha 1

tel/fax 02/24923006

Vážené kolegyně a kolegové,

jak jistě víte připravuje ČsAS v letošním roce, ve dnech 21. až 25. října jubilejní **65. akustický seminář**. Jednání semináře se uskuteční v krásném prostředí Českomoravské vysočiny ve Skalském Dvoře. Program zahrne všechny oblasti akustiky, kterým se věnujeme. Očekáváme příspěvky z hudební akustiky, prostorové, stavební a urbanistické akustiky, elektroakustiky, fyzikální akustiky, z oblasti hluku strojů a dopravních prostředků, jeho snižování i z oblasti legislativní (hluková legislativa MZd ČR, legislativa EU, normalizace atd), chceme obsáhnout problematiku působení hluku a vibrací na člověka a komunální i pracovní hygienu.

Předpokládané zahájení je v pondělí v 14.30, zakončení v pátek do 14.00 h.

Věřím, že máte zájem na hladkém průběhu tohoto semináře, že se ho chcete zúčastnit a prezentovat na něm výsledky své práce. Proto Vás prosím, připravujte si již nyní příspěvky. Pro Vaší informaci uvádíme časový harmonogram příprav semináře:

duben až květen - nabídky příspěvků,

červenec - rozeslání pokynů pro vypracování příspěvků,

do 20. září - odevzdání příspěvků pro tisk sborníku, rozeslání přihlášek k účasti,

do 15.října - odevzdání závazných přihlášek k účasti.

O dalších podrobnostech budete průběžně informováni v Akustických listech a na internetové stránce ČsAS: <http://www.czakustika.cz>

Jan Kozák

Jméno a příjmení	titul	Adresa pro zaslání korespondence	Tel., e- mail
Název příspěvku:			
Stručná anotace:			

### Nabídka stáže

na Institut National des Sciences Appliquees-Lyon, Laboratoire Vibrations-Acoustique.

Přetiskuji v původním znění nabídku stáže pro naše PhD studenty, kterou jsem obdržel. Zájemce prosím, aby se mnou spojili telefonicky, anebo e-mailem.

Prof.Ing.Zdeněk Škvor, DrSc.  
tel.+420 2 2435 2110  
skvorzdn@feld.cvut.cz

### Subject: EU Doctorate in Sound & Vibration

Our Laboratory for Vibration and Acoustics at the National Institute of Applied Sciences is a member of 8 universities participating in a EU-sponsored activity called European Doctorate on Sound and Vibration. The objective is to assure mobility of european PhD students by letting them spend one part of their PhD worktime at one of the 8 universities. While abroad, the student continues to work on his/hers thesis under the supervision of his principal supervisor, assisted by the host institution staff. The typical visiting time is 6-12 months. The student should already have his PhD running prior to coming to the host university. The scholarship of Euro 1200/month + travel indemnities are provided by the EC under the Marie Curie grant. The money is available. A number of students have already been exchanged using the grant. The exchange covers EU and associated countries, thus Czech Republic qualifies.

The subject should be vibration / acoustics. While our group is involved in vibration & acoustics in a broad sense, the emphasis is on structural vibration, energy techniques in sound & vibration, sound radiation & transmission, system identification & diagnostics and sound quality.

We would be pleased to host a PhD student from Czech Republic working in acoustics/vibration as our links with your country are not as good as with some closer countries. Any information which could help us in finding a suitable candidate will be appreciated.

## Výběr českých technických norem týkajících se akustiky

Uvedené normy vydal Český normalizační institut (ČSNI) od prosince 2000 do listopadu 2001.

### ČSN EN ISO 3740 Akustika - Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku - Směrnice pro užití základních norem (01 1603)

Norma ČSN EN ISO 3740 uvádí návod pro užití série devíti mezinárodních norem popisujících různé metody určování hladin akustického výkonu všech typů strojů a zařízení.

Série zahrnuje ISO 3741, ISO 3743-1, ISO 3743-2, ISO 3744, ISO 3745, ISO 3746, ISO 3747, ISO 9614-1 a ISO 9614-2. Metody určování hladin akustického výkonu popsané v ISO 3741 až ISO 3747 a ISO 9614-1 a ISO 9614-2 pokrývají v zásadě všechny typy strojů a zařízení.

Normy ISO 3741 až ISO 3747 a ISO 9614-1 a ISO 9614-2 tvoří soubor základních norem, které stanovují používané akustické podmínky a přístroje, popisují postupy a poskytují obecné informace o montáži a provozu zkoušených strojů k určení hladin akustického výkonu.

Výběr norem pro určování hladin akustického výkonu může z praktických důvodů mít důsledky při výběru norem pro určování hladin emisního akustického tlaku (viz ISO 11200) a naopak. Je užitečné vybírat normy souběžně s ohledem na dvě veličiny emise hluku.

Norma ČSN EN ISO 3740 poskytuje:

- stručný výtah z těchto základních norem;
- návod pro výběr jedné nebo více z těchto norem, které jsou vhodné pro každý jednotlivý typ (viz kapitola 5 a příloha D); uvedený návod platí jen pro zvuk šířený vzduchem; užívá se pro vypracování zkušebních předpisů pro hluk (viz ISO 12001) a rovněž při zkouškách hluku, jestliže specifický zkušební předpis neexistuje.

Smyslem této normy není náhrada jakýchkoli podrobností nebo přidání jakýchkoli doplňujících požadavků k jednotlivým zkušebním metodám uvedených v dalších základních normách.

Tyto mezinárodní normy stanovují akustické požadavky pro měření, která jsou vhodná pro různá zkušební prostředí a přesnosti.

Je důležité, aby specifické zkušební předpisy pro hluk různých strojů a zařízení byly vypracovány a používány v souladu s požadavky těchto základních norem. Takové normalizované zkušební předpisy pro hluk budou uvádět detailní požadavky na montáž a provozní podmínky pro vybranou skupinu, do které zkoušené stroje patří, jak je předepisuje základní norma(y).

Pokud neexistují zkušební předpisy pro hluk pro konkrétní typy strojů, použije se tato norma k výběru nejvhodnější základní normy. Ve všech případech musí být montážní a provozní podmínky zkoušeného stroje v souladu s hlavními principy, které jsou dány v základních normách.

**POZÁMKA** Pro popis emise hluku stroje nebo zařízení lze použít dvě veličiny, které se vzájemně doplňují. První je hladina emisního akustického tlaku na stanovených místech a druhá je hladina akustického výkonu. Mezinárodní normy popisující základní metody pro určování hladin emisního akustického tlaku na stanovištích obsluhy a dalších stanovených místech tvoří sérii ISO 11200 až 11204.

Norma ČSN EN ISO 3740 nahrazuje ČSN ISO 3740 ze srpna 1995 a byla vydána v červenci 2001.

### ČSN EN ISO 15667 Akustika - Směrnice pro snižování hluku kryty a kabinami (01 1610)

Kryty a kabiny omezují šíření zvuku vzduchem od stroje (nebo skupiny strojů) k sousedícímu místu obsluhy nebo do okolního prostoru. Norma ČSN EN ISO 15667 popisuje kritéria, která určují akustickou výkonnost krytů a kabin navržených ke snížení hluku s ohledem na funkčnost stroje. Popisuje akustické a funkční požadavky, které musí být společně schváleny dodavatelem, výrobcem i uživatelem krytu či kabiny. Tuto normu lze použít u dvou dále uvedených typů akustických krytů či kabin.

- a) Kabiny pro ochranu obsluhy: požadavky kladené na volně stojící kabiny a kabiny spojené se strojem (například s vozidly nebo jeřáby) se liší.

- b) Volně stojící kryty zakrývající stroj zčásti nebo úplně: kryty s akusticky neupravenou otevřenou plochou menší než 10 % celkového povrchu krytu jsou hlavním předmětem této normy.

Tato norma je zaměřena především na lehké konstrukce. Hmotné masivní konstrukce jako například zdi z cihel nejsou ovšem vyloučeny.

Kryty a kabiny s odkrytou většinou částí než 10 % náleží do skupiny částečných krytů. Takové kryty nejsou předmětem této normy.

Třetí typ krytu, pevně spojený se strojem a tvořící tak nedílnou součást stroje, není předmětem této normy.

Norma ČSN EN ISO 15667 byla vydána v srpnu 2001.



## ČSN EN ISO 3747 Akustika - Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku - Srovnávací metoda *in situ* (01 1612)

Norma ČSN EN ISO 3747 stanovuje metodu určování hladin akustického výkonu zdrojů zvuku *in situ*, zejména nepřemístitelných zdrojů hluku. Používá se srovnávací metoda a vždy se měří v oktákových pásmech. Nejistota měření je závislá na zkušebním prostředí. Hodnota nejistoty měření se určuje porovnáním s indikátorem popisujícím prostorové rozložení zvuku. Přesnost bude odpovídat buď technické metodě, nebo provozní metodě.

Hladina akustického výkonu zkoušeného zdroje se vypočítá ze změřených hodnot hladin akustického tlaku vyzařovaného ve stanovených měřicích bodech zdrojem a referenčním zdrojem zvuku. Hladina akustického tlaku se vypočítá pomocí kalibrovaných hodnot referenčního zdroje a rozdílů mezi hodnotami získanými se zkoušeným zdrojem

a referenčním zdrojem zvuku. Všechny výpočty se provádějí v oktákových pásmech, z výsledků se určuje hladina akustického výkonu A.

Tato norma je použitelná ve všech druzích zkušebních prostředí, která nevyhovují laboratorním podmínkám, ve kterých je zajištěno, že hluk pozadí je dostatečně nízký a hladiny akustického tlaku v bodech měření převážně závisí na odrazech od povrchů místnosti. Norma ČSN EN ISO 3747 je použitelná především pro zdroje vyzařující širokopásmový hluk. Může být rovněž použita i pro zdroje, které vyzařují hluk v úzkých pásmech nebo diskrétní tóny, i když může vznikat nejistota větší než je zde stanovená.

Norma ČSN EN ISO 3747 nahrazuje ČSN ISO 3747 ze srpna 1995 a byla vydána v dubnu 2001.

## ČSN ISO 6926 Akustika - Požadavky na vlastnosti a kalibraci referenčních zdrojů zvuku používaných pro určování hladin akustického výkonu (01 1616)

Referenční zdroje zvuku jsou široce užívány při „srovnávacích metodách“ určování emisí hluku stacionárních zdrojů zvuku. Referenční zdroj zvuku se známým akustickým výkonem je použit pro stanovení číselného vztahu mezi hladinou akustického výkonu v určeném místě v daném akustickém prostředí a prostorově a časově průměrovanými hladinami akustického výkonu sestavy poloh mikrofonů. Jednou určený vztah je v přímém vztahu k velikosti průměrné hladiny akustického tlaku vyzařovaného „neznámým zdrojem“ a k určení akustického výkonu vyzařovaného tímto zdrojem.

Norma ČSN ISO 6926 určuje význačné fyzikální vlastnosti a charakteristiky referenčních zdrojů zvuku a stanovuje postupy jejich kalibrace, zejména vzhledem k určování hladiny akustického výkonu jiných zdrojů zvuku.

Tato norma doplňuje sérii mezinárodních norem, sérii ISO 3740, která popisuje různé metody pro určení hladin akustického výkonu strojů a zařízení. Tato série stanovuje akustické požadavky na měření, které jsou vhodné pro rozdílná zkušební prostředí.

V sérii ISO 3740 je pět mezinárodních norem obsahujících postupy, ve kterých je použit referenční zdroj zvuku: ISO 3741, ISO 3743, ISO 3744, ISO 3746 a ISO 3747. Norma

ISO 3740 uvádí směrnice pro použití všech norem této série.

Mělo by se dbát na to, že akustický výkon referenčních zdrojů zvuku, zejména na nízkých kmitočtech, se bude měnit podle vzdálenosti zdroje od blízkých odrazivých rovin. Údaje o akustickém výkonu referenčních zdrojů zvuku jsou proto platné jen pro polohu použitou během kalibrace.

Kromě využití při určování hladin akustického výkonu srovnávací metodou mohou být referenční zdroje zvuku použity k hodnocení akustického prostředí a k odhadu vlivu akustického prostředí na hladiny akustického tlaku způsobené jedním nebo více zdroji zvuku, umístěnými v tomto prostředí. Příklady mezinárodních norem, které odkazují na takové použití referenčních zdrojů zvuku s jejich použitím jsou v ISO 11690-3 a ISO 14257. V těchto případech je dovoleno uplatnit odlišné požadavky, než jaké uvádí tato norma.

Norma ČSN ISO 6926 nahrazuje ČSN ISO 6926 z října 1993 a byla vydána v prosinci 2000. V říjnu 2001 byla vydána změna ČSN ISO 6926 ZMĚNA Z1, která uvádí shodnost uvedené normy s EN ISO 6926:2001a některá další drobná doplnění.

## ČSN EN ISO 4869-4 Akustika - Chrániče sluchu - Část 4: Měření hladiny akustického tlaku mušlových chráničů sluchu s amplitudově závislým útlumem (01 1640)

Měření útlumu zvuku podle mezinárodní normy ISO 4869-1 je určeno pro konvenční pasivní chrániče sluchu, kde je útlum nezávislý na hladině hluku vně chrániče sluchu. K dispozici jsou také chrániče sluchu s amplitudově závislou činností. Taková funkce je obvykle zajišťována elektroakustickými součástmi. Amplitudově závislá charakteristika takových chráničů sluchu nemůže být určena pomocí postupů uvedených v ISO 4869-1.

Norma ČSN EN ISO 4869-4 poskytuje fyzikální metodu pro určení charakteristiky amplitudově závislých chráničů sluchu s elektroakustickým přenosovým zařízením.

Charakteristika pasivního útlumu zvuku amplitudově závislých chráničů sluchu s elektroakustickým přenosovým zařízením se musí měřit v souladu s ISO 4869-1. Fyzikální měření jsou prováděna s akustickou zkušební konstrukcí (ATF) podle ISO/TR 4869-3 nebo s vhodným simuláto-

rem hlava-tělo (HATS) s vhodnou akustickou izolací (viz kapitola 7). Výsledky těchto zkoušek v kombinaci s výsledky zkoušek podle ISO 4869-1 se mohou použít pro odhad hladiny akustického tlaku A za nasazenými chrániči sluchu s amplitudově závislým útlumem.

Popsaná metoda není vhodná pro měření hladiny akustického tlaku pod mušlovými chrániči v případě impulzního hluku, ani pro mušlové chrániče s aktivním snižováním hluku.

Norma ČSN EN ISO 4869-4 byla vydána v květnu 2001.

### **ČSN ISO 13475-1 Akustika - Stacionární zvuková varovná zařízení používaná ve venkovních prostorech - Část 1: Provozní měření k určení veličin emise zvuku (01 1641)**

Norma ČSN ISO 13475-1 stanovuje zkušební podmínky, při nichž se získává hladina emise zvuku stacionárních zvukových varovných zařízení. Metody jsou použitelné pro sirény používané pro veřejné venkovní varovné systémy a zvuková signalizační zařízení užívaná ve venkovním prostoru. Účelem tohoto zkušebního postupu je schopnost

provádět spolehlivá měření hladiny emise zvuku pro stacionární sirény užívané pro varování ve venkovním prostoru. Tato část normy nezahrnuje mluvené zprávy a neobsahuje žádná doporučení pro specifické varovné signály.

Norma ČSN ISO 13475-1 byla vydána v červenci 2001.

### **ČSN ISO 6393 Akustika - Měření vnějšího hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce - Podmínky stacionární zkoušky (01 1658)**

Norma ČSN ISO 6393 je speciálním předpisem pro stanovené typy zemních strojů.

Tato norma umožňuje stanovení shody s hlukovými limity. Lze jí též použít pro účely vyhodnocení při zkoumání snižování hluku.

V tomto speciálním zkušebním předpisu jsou stanoveny postupy, které umožňují, aby byla emise akustického výkonu určena stacionární zkouškou reprodukovatelným způsobem. Musí být připojeny pracovní prostředky (lopata rypadla, radlice atd.) určené výrobcem pro výrobní verzi, protože se jedná o konfiguraci, která je nejpravděpodobnější při skutečném používání stroje.

V normě je uveden doplňující speciální předpis, který lze použít k určení hluku vyzařovaného zemními stroji, měřeného na stanovišti obsluhy, když stroj nepojíždí, pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku A. Odpovídající měření vnějšího hluku a hluku na stanovišti obsluhy za podmínek dynamické zkoušky jsou popsána v ISO 6395 a ISO 6396.

Norma ČSN ISO 6393 byla vydána v prosinci 2000.

### **ČSN ISO 6394 Akustika - Měření hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce na stanovišti obsluhy - Podmínky stacionární zkoušky (01 1659)**

Norma ČSN ISO 6394 je speciálním zkušebním předpisem pro stanovené typy zemních strojů. Je rozšířením ISO 11201, která obsahuje všeobecné požadavky pro mnoho typů strojů a zařízení.

Tato norma umožňuje stanovení shody s hlukovými limity. Lze jí též použít pro účely vyhodnocení při zkoumání snižování hluku.

V tomto speciálním zkušebním předpisu jsou popsány specifické postupy, které umožňují, aby byla hladina akustického tlaku na stanovišti obsluhy určena reprodukovatelným způsobem. Musí být připojeny pracovní prostředky (lopata rypadla, radlice atd.) určené výrobcem pro výrobní verzi, protože se jedná o konfiguraci, která je nejpravděpodobnější při skutečném používání stroje.

V ISO 6393 je uveden doplňující speciální zkušební předpis. Tento další speciální zkušební předpis lze použít k určení vnějšího hluku vyzařovaného zemními stroji, když stroj nepojíždí, pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku A.

Odpovídající měření vnějšího hluku a hluku na stanovišti obsluhy za podmínek dynamické zkoušky jsou popsána v ISO 6395 a ISO 6396.

Norma ČSN ISO 6394 byla vydána v prosinci 2000.

### **ČSN ISO 6395 + Amd. 1 Akustika - Měření vnějšího hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce na stanovišti obsluhy - Podmínky dynamické zkoušky (01 1660)**

Norma ČSN ISO 6395 + Amd. 1 je speciálním zkušebním předpisem pro stanovené typy zemních strojů.

Skutečné pracovní cykly jsou složité a opakovatelnost může být problematická.

Jako zkušební cyklus je zvolen simulovaný dynamický pracovní cyklus, spíše než skutečný pracovní cyklus. Podmínky dynamické zkoušky poskytují přijatelné hodnoty emise hluku, které jsou opakovatelné a reprezentativní.

V této normě jsou popsány stanovené postupy, které umožňují, aby byla emise akustického výkonu za podmínek dynamické zkoušky určena reprodukovatelným způsobem. Připojeny musí být pracovní prostředky (lopata rypadla,

radlice atd.) určené výrobcem pro výrobní verzi, protože se jedná o konfiguraci, která je nejpravděpodobnější při skutečném používání stroje.

Tato norma umožňuje stanovení shody s hlukovými limity. Lze jí též použít pro účely vyhodnocení při zkoumání snižování hluku.

V ISO 6396 je uveden doplňující speciální zkušební předpis. Tento další speciální zkušební předpis lze použít k ur-

čení hluku vyzařovaného zemními stroji za podmínek dynamické zkoušky, měřeného na stanovišti obsluhy pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku A.

Odpovídající měření hluku vyzařovaného do okolního prostředí a hluku na stanovišti obsluhy za podmínek stacionární zkoušky jsou popsána v ISO 6393 a ISO 6394.

Norma ČSN ISO 6395 + Adm. 1 byla vydána v prosinci 2000.

### **ČSN EN ISO 2922 Akustika - Měření zvuku šířeného vzduchem vyzařovaného plavidly na vnitrozemských vodních cestách a v přístavech (01 1665)**

Norma ČSN EN ISO 2922 stanovuje podmínky pro získání reprodukovatelných a srovnatelných výsledků měření zvuku šířeného vzduchem, vyzařovaného plavidly všech druhů na vnitrozemských vodních cestách a v říčních a mořských přístavech, kromě motorových rekreačních plavidel, jak je specifikuje ISO 14509. Tato norma je použitelná pro malá námořní plavidla, přístavní plavidla, plouvající bagry a všechna plavidla včetně stacionárních lodí, užívaných nebo použitelných pro dopravu pro vodě.

Podle této normy se požívají typové zkoušky plavidel, to jsou měření určená k prokázání, že plavidlo dodané výrobcem, stojící nebo plující, vyzařuje zvuk odpovídající

specifikaci hluku, nebo předepsaným mezím a monitorovací zkoušky plavidel, což jsou kontrolní měření sledující zda je hluk plavidla, stojícího nebo plujícího, stále v rámci předepsaných mezí a zda od schválení plavidla při první dodávce nebo po úpravách nenastaly významnější změny.

Při měření se stanovuje maximální hladina akustického tlaku AS plavidla, což je maximální hladina akustického tlaku během průjezdu plavidla se stanovenými provozními podmínkami zjištěná měřením s kmitočtovým vážením A, při dynamické charakteristice S podle IEC 61627-1, expozice zvuku A a hladina expozice zvuku A.

Norma ČSN EN ISO 2922 byla vydána v říjnu 2001.

### **ČSN ISO 11819-1 Akustika - Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní - Část 1: Statistická metoda při průjezdu (01 1679)**

Norma ČSN ISO 11819-1 popisuje metodu porovnávání dopravního hluku na různých površích vozovek pro různé složení silniční dopravy sloužící k vyhodnocení různých typů povrchů vozovek. Určitému povrchu vozovky jsou přiřazeny hladiny akustického tlaku, reprezentující lehká nebo těžká vozidla jedoucí zvolenými rychlostmi. Metoda je použitelná pro neomezovaný dopravní proud, pohybující se konstantní rychlostí, při povolených rychlostech 50 km/h a vyšších. Pro jiné jízdní podmínky, když dopravní proud je omezován, např. na křižovatkách a při dopravních kongescích, je povrch vozovky méně významný.

Normalizovaná metoda pro porovnávání hlukových charakteristik povrchů vozovek dává orgánům státní správy v oblasti komunikací a životního prostředí nástroj k zavedení běžné praxe nebo limitů pokud jde o použití povrchů splňujících určitá hluková kritéria. Předmětem této normy však není taková kritéria navrhopvat.

Statistická metoda při průjezdu (SPB) je určena k užívání pro dva hlavní účely. Za prvé je dovoleno ji užít při klasifikaci povrchů v obvyklém a dobrém stavu jako typu podle vlivu na dopravní hluk (klasifikace povrchu), za druhé je dovoleno ji užít k vyhodnocení vlivu různých povrchů na dopravní hluk v jednotlivých místech, bez ohledu na stav a stáří. Druhý typ použití může být užitečný např. tehdy, když má být povrch obnoven. Pro ohodnocení změn dopravního hluku následujících po položení nového povrchu jsou požadována měření „před“ a „po“ obnově povrchu. Vzhledem k přísným požadavkům na akustické okolí místa se však nemůže metoda obecně užít pro schválení prací na žádném konkrétním místě.

Norma ČSN ISO 11819-1 byla vydána v srpnu 2000. V prosinci 2001 byla vydána změna ČSN ISO 11819-1 ZMĚNA Z1, která uvádí shodnost uvedené normy s evropskou normou EN ISO 11819-1:2001.

### **ČSN EN ISO 11688-1 Akustika - Doporučené postupy pro navrhování strojů a zařízení s nízkým hlukem - Část 1: Plánování (01 1682)**

Norma ČSN EN ISO 11688-1 je pomocným prostředkem k porozumění základním pojmům snižování hluku strojů a zařízení.

V normě uvedené postupy jsou určeny k tomu, aby pomohly konstruktérům na libovolném stupni vývoje ke snížení hluku konečného výrobku. Metodický vývoj výrobků byl volen jako základ pro strukturu tohoto dokumentu.

Seznam pravidel používaných při vývoji výrobku uvedený v této normě není úplný. Ke snížení hluku během návrhu mohou být užity i jiné technické prostředky, pokud je jejich účinnost stejná nebo vyšší.

K řešení problémů, které jsou mimo předmět této normy, mohou konstruktéři využít bibliografii, která je uvedena v příloze D, kde je prezentován obecný stav akus-

tických příruček v době vydání normy. Dále jsou uvedeny odkazy na četné technické publikace pojednávající o akustických problémech.

Norma ČSN EN ISO 11688-1 nahrazuje ČSN EN ISO 11688 z 2000-03-01 a byla vydána v prosinci 2000.

### **ČSN ISO 10844 Akustika - Specifikace zkušebních drah pro měření hluku vyzařovaného silničními vozidly (01 1683)**

Norma ČSN ISO 10844 stanovuje materiály, typ, skladbu a vlastnosti zkušebního povrchu, aby se minimalizoval rozdíl v měření hluku vozidel na různých tratích.

Typ povrchu uvedený v této normě bude zejména:

- vyvolávat relativně nízké hladiny hluku pneumatika/vozovka v širokém rozmezí provozních podmínek, včetně těch při zkoušení hluku vozidel;
- zajišťovat zanedbatelnou pohltivost hluku z pohonné jednotky vozidla a souvisejících zdrojů;
- v souladu s obecnou praxí stavby silnic (viz příloha B).

Přestože tato norma byla vyvinuta speciálně pro užívání spolu s ISO 362 a ISO 7188, může být užívána obecně pro zkoušení hluku vozidel, pokud je žádoucí dosažení nízké hladiny hluku pneumatika/vozovka během zkoušky.

Tato norma nezahrnuje vliv parametrů týkajících se pouze pneumatik, jako jsou konstrukce pneumatiky, vzorek běhounu, huštění a zatížení pneumatiky, na hluk pneumatika/vozovka. Z toho vyplývá, že přestože není povrch zvláště navržen pro vyvolávání výrazných hladin hluku pneumatika/vozovka, není ani zvláště konstruován pro zkoušení a porovnávání hluku pneumatika/vozovka.

Norma ČSN ISO 10844 byla vydána v listopadu 2001.

## **Výběr českých technických norem týkajících se stavební akustiky**

Uvedené normy vydal Český normalizační institut (ČSNI) od dubna 2001 do ledna 2002.

### **ČSN EN ISO 140-12 Akustika - Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách - Část 12: Laboratorní měření vzduchové a kročejové neprůzvučnosti v horizontálním směru podlah s průběžnou vzduchovou vrstvou (73 0511)**

Norma ČSN EN ISO 140-12 uvádí laboratorní metodu pro stanovení vzduchové a kročejové neprůzvučnosti v horizontálním směru podlahy s průběžnou vzduchovou vrstvou, která není přerušena v rovině příčky mezi dvěma místnostmi. Průběžná vzduchová vrstva slouží k rozvodu instalací a vytváří vedlejší cestu přenosu zvuku. Norma definuje charakteristické veličiny, uvádí postup měření, specifikuje uspořádání zkušební laboratoře a stanoví způsob vyjádření naměřených výsledků.

Metoda používá laboratorní prostor uspořádaný tak, že simuluje dvojici horizontálně oddělených běžných kanceláří nebo místností se společným systémem podlahy s průběžnou vzduchovou vrstvou a dělicí stěnou. Dělicí stěna probíhá od stropu k horní straně podlahy, která je v místě styku buď spojitá, nebo přerušená.

Měřenými veličinami jsou vzduchová a kročejová neprůzvučnost mezi dvěma místnostmi zkušební laboratoře, kde přenos zvuku jinými cestami než podlahou a průběžnou vzduchovou vrstvou je zanedbatelný. Tyto veličiny se nazývají normovaný rozdíl hladin pro boční přenos a normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku pro boční přenos.

Metoda může být rozšířena na sledování dodatečné zvukové izolace, kterou lze docílit pomocnými systémy jako např. materiály použitými buď jako přepážky v dutině, nebo jako zadní strany podlahy nebo její části.

Norma ČSN EN ISO 140-12 nahrazuje ČSN EN ISO 140-12 z ledna 2001 a byla vydána v listopadu 2001.

### **ČSN EN 12354-1 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi (73 0512)**

Norma ČSN EN 12354-1 popisuje výpočetní modely určené k odhadu vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách, především na základě změřených hodnot charakterizujících přímý nebo nepřímý přenos vedlejšími cestami příslušnými stavebními prvky a teoreticky odvozených metod šíření zvuku ve stavebních prvcích.

Je popsán podrobný model výpočtu v kmitočtových pásmech; z výsledků výpočtů lze určit jednočíselné hodnocení. Je odvozen zjednodušený model s omezeným rozsahem použití, který výpočtem přímo stanoví jednočíselné hodnocení z jednočíselných hodnocení prvků.

Tato norma popisuje zásady výpočetního schématu, uvádí důležité veličiny a stanovuje jeho použití a ome-

zení. Je určena akustickým odborníkům a poskytuje rámec k tvorbě aplikovaných dokumentů a nástrojů pro další uživatele v oboru stavebnictví při respektování místních zvyklostí.

Výpočetní modely popisují použití nejobecnějšího přístupu pro provozní účely s jasnou vazbou na měřitelné veličiny, které tvoří vlastnosti stavebních prvků. V normě jsou popsána známá omezení těchto výpočetních modelů. Uživatelé by si ovšem měli být vědomi, že existují i jiné

výpočetní modely, každý s určitou použitelností a omezeními.

Modely jsou založeny na zkušenostech s predikcí v obytných domech; mohou být též použity pro jiné typy budov za předpokladu, že se konstrukční systémy a rozměry prvků příliš neliší od obytných domů. V normě je uvedena národní příloha, která obsahuje slovník použitých výrazů. Ve slovníku jsou uvedeny pro srovnání české ekvivalenty anglických termínů a dříve používané české termíny.

Norma ČSN EN 12354-1 byla vydána v dubnu 2001.

## ČSN EN 12354-2 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 2: Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi (73 0512)

Norma ČSN EN 12354-2 stanovuje výpočetní metody určené k odhadu kročejové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách, především na základě změřených hodnot charakterizujících přímý nebo nepřímý přenos bočními cestami příslušnými stavebními prvky a teoreticky odvozených metod šíření zvuku ve stavebních prvcích.

Popsán je podrobný model výpočtu v kmitočtových pásmech; z výsledků výpočtů lze určit jednočíslné hodnocení budov. Z toho je odvozen zjednodušený model s omezeným rozsahem použití, který výpočtem přímo stanoví jednočíslné hodnocení z jednočíslných hodnocení prvků.

Tato norma popisuje zásady výpočetního schématu, uvádí relevantní veličiny a stanovuje jeho použití a omezení. Je určena akustickým odborníkům a poskytuje rámec k tvorbě aplikovaných dokumentů a nástrojů pro další

uživatele v oboru stavebnictví při respektování místních zvyklostí.

Výpočetní modely popisují použití velmi obecného přístupu pro provozní účely s jasnou vazbou na měřitelné veličiny, které stanovují vlastnosti stavebních prvků. V normě jsou popsána známá omezení těchto výpočetních modelů. Uživatelé by si ovšem měli být vědomi, že existují i jiné výpočetní modely, každý s určitou použitelností a omezeními.

Modely jsou založeny na zkušenostech s predikcí v obytných domech; mohou být též použity pro jiné typy budov za předpokladu, že se konstrukční systémy a rozměry prvků příliš neliší od obytných domů.

Norma ČSN EN 12354-2 byla vydána v dubnu 2001.

## ČSN EN 12354-3 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 3: Vzduchová neprůzvučnost vůči venkovnímu zvuku (73 0512)

Norma ČSN EN 12354-3 popisuje výpočetní metody určené k odhadu neprůzvučnosti nebo rozdílu hladin akustického tlaku pro fasádu nebo jiný vnější povrch budovy. Výpočet je založen na neprůzvučnostech různých prvků, z nichž je fasáda složena, a zahrnuje přímý a boční přenos. Výpočet poskytuje výsledky přibližně odpovídající výsledkům měření v budovách podle normy ČSN EN ISO 140-5. Počítat je možno v kmitočtových pásmech nebo jednočíslné hodnocení.

Výsledky výpočtu jsou též použitelné k výpočtu vnitřní hladiny akustického tlaku vyvolané například silniční dopravou.

Norma popisuje principy výpočetního modelu, uvádí důležité veličiny a stanovuje jeho použití a omezení. Je určena akustickým odborníkům a poskytuje rámec k tvorbě aplikovaných dokumentů a nástrojů pro další uživatele v oboru stavebnictví při respektování místních zvyklostí.

Modely jsou založeny na zkušenostech s predikcí v obytných domech; mohou být též použity pro jiné typy budov za předpokladu, že se konstrukční systémy a rozměry prvků příliš neliší od obytných domů.

Norma ČSN EN 12354-3 byla vydána v červnu 2001.

## ČSN EN 12354-4 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 4: Přenos zvuku z budovy do venkovního prostoru (73 0512)

Norma ČSN EN 12354-4 popisuje výpočetní model pro hladinu akustického výkonu zvuku vyzařovaného pláštěm budovy, vyvolaného zvukem šířeným vzduchem uvnitř budovy, především pomocí změřených hladin akustického tlaku uvnitř budovy a změřených údajů charakterizujících přenos zvuku příslušnými prvky a otvory pláště. Tyto hladiny akustického výkonu, spolu s hladinami vyvolanými

jinými zdroji zvuku v plášti budovy nebo před ním, tvoří základ výpočtu hladiny akustického tlaku ve zvolené vzdálenosti od budovy jako míry zvuku šířeného z budovy.

Predikce hladin akustického tlaku uvnitř budovy na základě znalostí vnitřních zdrojů zvuku a predikce šíření zvuku ve venkovním prostoru není předmětem této normy.

Norma popisuje principy výpočetního modelu, uvádí důležité veličiny a stanovuje jeho použití a omezení. Je určen akustickým odborníkům a poskytuje rámec k tvorbě

aplikovaných dokumentů a nástrojů pro další uživatele v oboru stavebnictví při respektování místních zvyklostí. Norma ČSN EN 12354-4 byla vydána v červnu 2001.

### **ČSN ISO 2603 Kabiny pro simultánní tlumočení - Obecné charakteristiky a vybavení (73 0503)**

Norma ČSN ISO 2603 stanovuje základní specifikace, které je třeba zahrnout do počátečních záměrů stavby nebo rekonstrukce vestavěných kabin pro simultánní tlumočení v nových nebo existujících budovách.

Je použitelná pro všechny typy vestavěných kabin s vestavěným nebo přenosným zařízením.

Při projektování nových budov by měly kabiny být optimálně integrovány do stavby, aby konferenční sál a kabiny tvořily dobře vyváženou jednotku. Projekt by měl též zajistit denní světlo pro konferenční sál i kabiny.

Požadavky normy se používají pro kabiny s vestavěným zařízením a pro kabiny s přenosným zařízením.

Rozměrové požadavky se používají i pro polostálé kabiny, všechny ostatní požadavky se použijí podle možností.

Mimo konstrukčních a projekčních údajů tato norma stanoví ty části typického konferenčního vybavení, které tvoří pracovní prostředí tlumočnicků.

Norma ČSN ISO 2603 byla vydána v lednu 2002.

### **ČSN ISO 4043 Mobilní kabiny pro simultánní tlumočení - Obecné charakteristiky a vybavení (73 0504)**

Základní požadavky na kabiny pro simultánní tlumočení jsou uvedeny v normě ISO 2603. Tato norma, která je označena jako ČSN ISO 4043 je přizpůsobena ISO 2603, aby vyhovovala potřebám dopravy a manipulace s mobilními kabinami používanými v sálech, které nejsou vybaveny vestavěnými kabinami.

Hlavním znakem mobilních kabin, odlišujícím je od vestavěných, je možnost jejich rozebrání, stěhování a sestavení uvnitř konferenční místnosti.

Kabiny, které lze stěhovat, ale jsou používány v rámci budovy a uskladněny blízko konferenčních místností, nejsou předmětem této normy. Mají být navrženy tak, aby co nejvíce odpovídaly vestavěným kabinám, jak je stanoveno v ISO 2603.

Norma ČSN ISO 4043 byla vydána v lednu 2002.

Jaromír Čížek

# Měření elektrostatických mikrofonů na bázi reciprocity

Josef Merhaut

Dvouletky 341, 110 00 Praha 10  
email: jos.merhaut@worldonline.cz

A method for the frequency response measurement of electrostatic microphones, based on the reciprocity theorem is described. An electrostatic microphone, used as a driving transmitter and the measured microphone, are separated by a small cavity. The driver is acted electrically and the output voltage of the measured microphone is measured. The frequency response of the driving transducer is first calibrated with the known electrostatic method by means of an outer electrode, as a microphone.

## 1. Úvod

Měření frekvenční charakteristiky elektrostatických mikrofonů se obvykle provádí v bezodrazové komoře za použití kalibrovaného mikrofonu. Uspořádání takového měření ovšem není zcela jednoduché a může působit jisté potíže, zejména jde-li o časté ověření jejich frekvenční charakteristiky. To je důvod pro který může být výhodnější provádět měření frekvenční charakteristiky způsobem zde popsaným. Použijeme při tom dva mikrofony podobného typu, z nichž jeden je buzen na svorkách elektrickým napětím a působí jako vysílač (na bázi reciprocity) a druhý - jehož frekvenční charakteristiku zjišťujeme, jako přijímač. Oba mikrofony jsou při měření odděleny malou dutinou (obráčeny membránami proti sobě). Frekvenční charakteristika vysílače je před vlastním měření je zjištěna elektrostatickou metodou - buzena jako mikrofon, pomocí vnější děrované elektrody.

## 2. Popis a teoretický rozbor vlastního měření

Při tomto měření je vysílající měnič buzen na elektrické straně elektrickým napětím  $u_1$  a měří se výstupní napětí měřeného mikrofonu  $u_x$ . Oba měniče - vysílač i přijímač jsou odděleny malou dutinou objemu  $V_d$ . Analogické schéma spojení elementů při tomto uspořádání je na obr.1. Obsahuje části elektrické, akustické i mechanické.

V tomto schématu jsou použity pro vysílací měnič mechanické prvky  $m_1, r_1, c_1$  - hmotnost, odpor a poddajnost membrány, a pro obdobné mechanické veličiny měniče přijímajícího, jehož frekvenční charakteristiku měříme  $m_x, r_x, c_x$ . Jsou zde dále zobrazeny příslušné negativní poddajnosti  $c_{n1}$  a  $c_{nx}$  těchto měničů. Jejich hodnota je dána výrazy

$$c_{n1} = \frac{C_{01}}{k_{b1}^2}, \quad (1)$$

$$c_{nx} = \frac{C_{0x}}{k_{bx}^2}. \quad (2)$$

Akustická poddajnost dutiny mezi oběma měniči je značena  $c_{ad}$ . S touto dutinou je paralelně spojen akustický

odpor  $r_{ad}$  respektující její eventuelní netěsnost.  $C_{01}$  zde představuje elektrickou kapacitu měniče vysílače a  $C_{0x}$  měniče přijímajícího.  $k_b$  je transformační poměr mezi jeho elektrickou a mechanickou částí. Jeho hodnota je pro vysílač

$$k_{b1} = \frac{\epsilon_0 S_e E_{01}}{h_1}, \quad (3)$$

přičemž  $\epsilon = 8,854 \cdot 10^{-12}$  značí permitivitu vakua,  $S_e$  je ekvivalentní plocha membrán měničů,  $E_0$  intenzita elektrického pole v jeho vzduchové mezeře a  $h_1$  značí vzdálenost membrány od protielektrody tohoto měniče. Obdobný vzorec, ale s indexy  $x$  místo 1 platí pro  $k_{bx}$  měniče přijímajícího, jehož frekvenční charakteristiku měříme.

Velikost akustického odporu šterbiny (vlivem netěsnosti)  $r_{ad}$  je dána vzorcem

$$r_{ad} = 12\mu \frac{l}{bh^3}, \quad (4)$$

kde  $\mu = 1,84 \cdot 10^{-5}$  značí viskozitu vzduchu,  $l, b, d$  délku, šířku a tloušťku šterbiny. Akustická poddajnost dutiny mezi oběma měniči nazveme  $c_{ad}$ . Její hodnota je

$$c_{ad} = \frac{V_d}{c_0^2 \rho}. \quad (5)$$

Zde  $c_0$  značí rychlost zvuku ve vzduchu a  $\rho$  jeho specifickou hmotnost. Budící elektrické napětí soustavy je  $u_1$  a  $u_x$  představuje měřené napětí vstupní resp. výstupní celého řetězce.

Pro další postup uvedeme na obr.2 schéma čistě mechanické, v němž jsou akustické hodnoty prvků  $c_{ad}$  a  $r_{ad}$  převedeny podle známých vztahů na veličiny mechanické:

$$r_d = r_{ad} S_e^2, \quad (6)$$

$$c_d = \frac{c_{ad}}{S_e^2}, \quad (7)$$

přičemž  $c_d$  je poddajnost mechanická,  $r_d$  mechanický odpor dutiny a  $S_e$  znamená ekvivalentní plochu příslušné membrány.

V schématu na obr.2 je dále kapacita  $C_{0x}$ , doplněná o kapacitu měřícího zařízení  $C_{mx}$  z výstupní strany, převe-

dena na mechanickou poddajnost  $c_z$ . Pro její hodnotu tedy platí

$$c_z = \frac{C_{0x} + C_{mx}}{k_{bx}^2}. \quad (8)$$

$F_1$  zde značí sílu odpovídající budicímu napětí  $u_1$ ,  $F_2$  je síla na poddajnosti dutiny mezi měniči a síla  $F_3$  odpovídá na mechanické straně napětí  $u_3$ . Pro poddajnost zátěže na výstupu vysílajícího měniče tedy dostaneme výraz

$$Y = j\omega c_d + \frac{1}{r_d} + \frac{1}{j\omega m_x + r_x + \frac{1}{j\omega c_x} + \frac{1}{j\omega c_z} - \frac{1}{j\omega c_{nx}}}. \quad (9)$$

Přenos vysílajícího měniče je tedy:

$$K_1(\omega) = \frac{F_2}{F_1} = \frac{\left| \frac{1}{Y} \right|}{\left| \frac{1}{Y} + j\omega m_1 + r_1 + \frac{1}{j\omega c_1} - \frac{1}{j\omega c_{n1}} \right|}. \quad (10)$$

(Pokud není třeba netěsnost vazební dutiny uvažovat, člen  $s r_d$  v rov. (9) ovšem odpadá.) Pro přenos měřeného mikrofonu dostáváme vztah

$$K_x(\omega) = \frac{F_3}{F_2} = \frac{\left| \frac{1}{j\omega c_z} \right|}{\left| j\omega m_x + r_x + \frac{1}{j\omega c_x} - \frac{1}{j\omega c_{nx}} + \frac{1}{j\omega c_z} \right|}. \quad (11)$$

Pro přenos celého řetězce na obr.1 pak platí

$$\frac{u_x(\omega)}{u_1(\omega)} = \frac{k_{bx} F_3}{k_{b1} F_1} = \frac{k_{bx}}{k_{b1}} K_1 K_x. \quad (12)$$

### 3. Kalibrace vysílacího měniče

Frekvenční charakteristiku vysílacího měniče je možno zjistit recipročním způsobem, tedy jeho měřením jako mikrofonu. Frekvenční charakteristiku tohoto měniče lze cejchovat známou elektrostatickou metodou, při které je jeho membrána mechanicky buzena střídavým elektrickým napětím  $u_{gr}$  (současně se stejnosměrným napětím značně větším) pomocí trvale namontované elektricky izolované děrované protielektrody. Při tom na jeho elektrické straně měříme odevzdané elektrické napětí  $u_{1r}$ . Příslušné analogické schéma tohoto měření je znázorněno na obr.3. Pro tento případ dostaneme pro recipročný přenos tohoto měniče vztah

$$K_{1r} = \frac{u_{1r}}{B u_{gr}} = \frac{\left| \frac{1}{j\omega c_{zr}} \right|}{B \left| \frac{1}{Y} + j\omega m_1 + r_1 + \frac{1}{j\omega c_1} + \frac{1}{j\omega c_{zr}} - \frac{1}{j\omega c_{n1}} \right|}. \quad (13)$$

V rov. (13) je  $B$  konstanta určená vzdáleností vnější kalibrovací elektrody a stejnosměrným polarizačním napětím a dále

$$c_{zr} = \frac{C_{01} + C_{mr}}{k_{b1}^2}, \quad (14)$$

přičemž  $C_{mr}$  je opět kapacita příslušného měřicího zařízení.

Pro přenos měřeného mikrofonu  $K_{xm}$  popisovanou metodou zjištěného pak z uvedených vztahů plyne

$$K_{xm} = B \frac{k_{bx}}{k_{b1}} \frac{K_1(\omega) K_x(\omega)}{K_{1r}(\omega)} = \frac{u_x(\omega) u_{gr}(\omega)}{u_1(\omega) u_{1r}(\omega)}. \quad (15)$$

Protože při vlastním měření i při kalibraci jistě použijeme tónový generátor dávající napětí nezávislé na frekvenci, stačí při měření zjistit při vlastním měření zjištěný frekvenční průběh  $u_x(\omega)$  a při kalibraci průběh  $u_{1r}$ . Rozdílem těchto průběhů je pak zjištěná frekvenční charakteristika měřeného mikrofonu. Průběh jeho frekvenční charakteristiky je (až na konstantu) dán výrazem

$$\eta(\omega) = 20 \log(u_x) - 20 \log(u_{1r}), \quad (16)$$

tedy rozdílem obou charakteristik.

### 4. Příklad aplikace popsané metody

Na ukázkou a pro podmínky při použití popsané metody zvolíme určité parametry obou měničů. Zavedeme tyto hodnoty: Předpokládejme, že oba měniče mají stejný vnější průměr 23 mm, průměr membrány 16 mm, membrány o plošné hmotnosti 0,022 kg/m<sup>2</sup>, že vysílací měnič má rezonanční frekvenci 14000 Hz a činitel jakosti  $Q = 1,2$ . Pro měřený mikrofon pak zvolíme  $f_r = 10000$  Hz a  $Q = 0,8$ . (Záměrně různé.) Vzdálenost měničů při měření (axiální délka vazební komůrky) byla zvolena 6 mm a štěrba (netěsnost komůrky) okolo měničů o délce 5 mm. Vzdálenost membrány od vlastní elektrody byla volena 60  $\mu$ m u vysíláče a u mikrofonu, jehož frekvenční charakteristika má být zjišťována, je 40  $\mu$ m. Pro přídavnou kapacitu měřicího voltmetru byla předpokládána u obou měničů hodnota 4  $\times$  vyšší než má ten který měnič.

Při uvedené volbě parametrů byly zjištěny pro vlastní měření frekvenční charakteristiky vysílacího měniče znázorněné na obr.4. Zde horní křivka byla vypočtena pro radiální netěsnost vazební dutiny 0,04 mm a dolní byla zjištěna pro netěsnost 0,1 mm. Na obr.5 jsou nakonec pro porovnání uvedeny vypočtené frekvenční charakteristiky měřeného mikrofonu - skutečná a touto metodou zjištěná. (Tentokrát pro zcela utěsněnou vazební komůrku.)

### 5. Závěr

Metoda v tomto článku popsaná představuje zřejmě rychlý, ale při tom velice přesný postup pro ověřování frekvenční charakteristiky tlakových měřicích mikrofonů. Její výhoda spočívá především v tom, že pro ní není potřebná speciální místnost bez akustických odrazů a vyžaduje pouze měření elektrická. Jak se při provádění podrobných výpočtů ukázalo, její přesnost prakticky nezávisí ani na kapacitě, ani na jiných elektrických hodnotách měřicího voltmetru. Jediná věc zde musí být dodržena a to je dostatečné utěsnění vazební dutiny, jak vyplývá z křivek na obr.4.

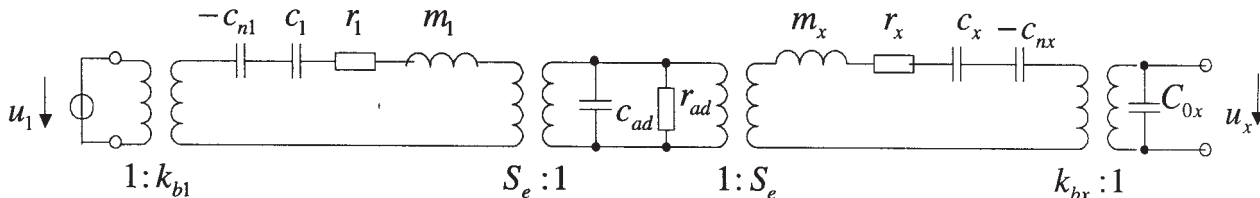


**Poděkování**

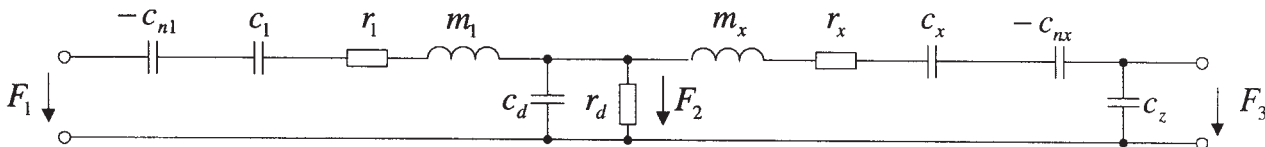
Práce vznikla v rámci mé práce na grantovém projektu číslo 102/00/1661 České republiky. Věřím, že najde v praxi ekonomické i vědní uplatnění. Děkuji především prof. Dr. Zdeňku Škvorovy za vedení těchto prací a cenné pokyny.

**Reference**

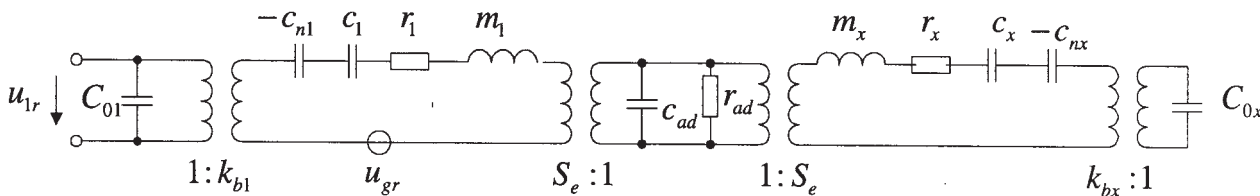
- [1] Škvor, Z.: *Vibrating Systems and theirs Equivalent Circuits*, Academia, Praha 1991.
- [2] Merhaut, J.: *Teoretické základy elektroakustiky*, Academia, Praha 1985.



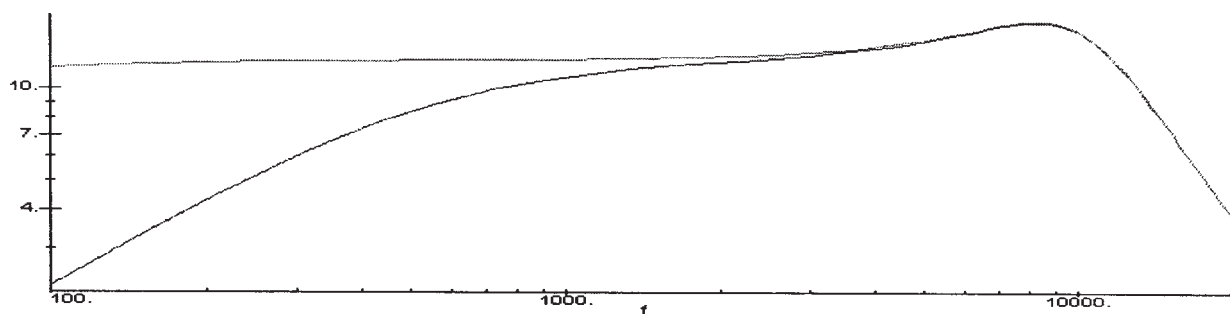
Obrázek 1: Analogické schéma soustavy při vlastním měření.



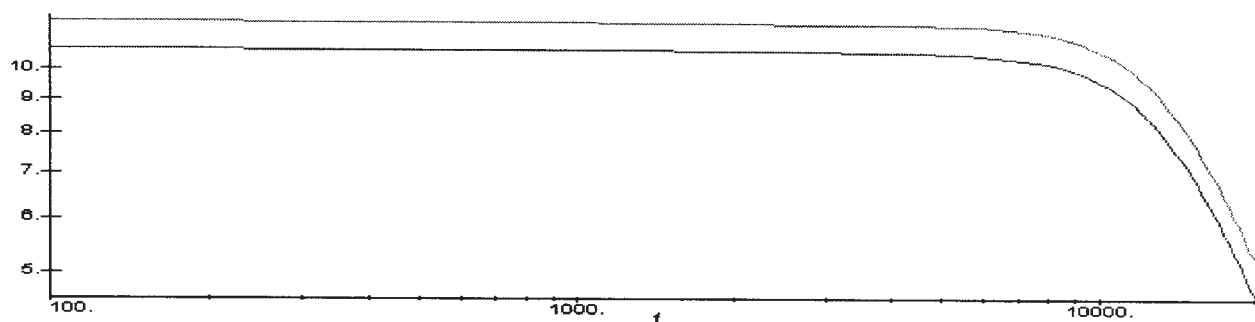
Obrázek 2: Analogické schéma soustavy z obr.1, jehož části elektrické a akustické jsou převedeny do části mechanické.



Obrázek 3: Analogické schéma při reciproké kalibraci vysílajícího měniče.



Obrázek 4: Frekvenční charakteristika vysílacího měniče. (Horní křivka netěsnost dutiny 0,04 mm, dolní 0,1 mm.)



Obrázek 5: Porovnání frekvenčních charakteristik - dolní křivka je vypočtena pro měřený měnič z analogického schématu, horní odpovídá teoreticky touto metodou zjištěné.



---

Akustické listy: ročník 8, číslo 1            březen 2002  
Vydavatel: Česká akustická společnost, Technická 2, 166 27 Praha 6  
Počet stran:20                            Počet výtisků: 200

Číslo připravili: Marek Brothánek, Ondřej Jiříček, Jan Kozák

Příspěvky nejsou redakčně upravovány. Za jazykovou úpravu odpovídají jejich autoři.  
Uzávěrka příštího čísla Akustických listů je 24. května 2002.

ISSN: 1212-4702

Vytisklo: Ediční středisko ČVUT

© ČsAS

NEPRODEJNÉ!