

# LABORATORNÍ ÚLOHA

## Měření na ladičkách a varhanních píšťalách

Josef Petřík, Fakulta pedagogická ZČU v Plzni

### Úkol

Ověřte měřením délku stojaté vlny vznikající v korpusu ladičky a varhanní píšťale. Výsledek porovnejte se skutečnou délkou obou korpusů.

### Potřeby

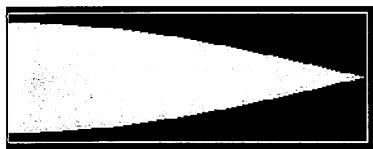
Měření bude prováděno pouze s pomocí běžné zvukové karty do počítače, s programovým vybavením vyvinutým na KOF ZČU v Plzni a dostupným ihned pro případné zájemce.

### Výklad

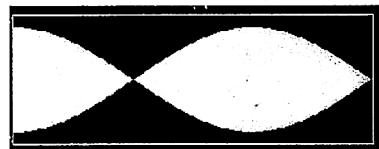
Tónem nazýváme zvuk, vznikající v klasických hudebních nástrojích periodickým kmitáním pružných dřevěných plátků (klarinety), kovových listových pružin (harmonika, ladičky), hudebníkových rtů (trubky), strun (housle, klavíry, kytry), umělých či přírodních blan (tympanány) atd. Tóny vznikají i nárazem proudu vzduchu na ostrou hranu otvoru (píšťaly u varhan).

Na vzniku a trvání tónu se u klasických hudebních nástrojů podílejí další fyzikální děje jako mechanická rezonance ozvučných skříněk nástrojů, stojaté vlnění vznikající v trubicích dechových nástrojů a Helmholtzovy rezonátory. Tyto fyzikální děje zesilují některá pásma kmitočtů (formanty).

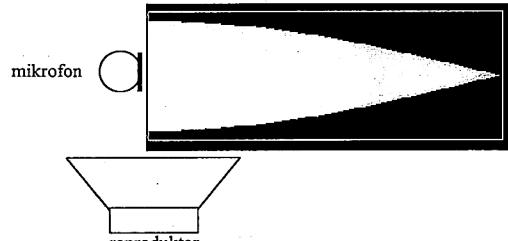
U běžné samotné kovové ladičky tvaru U je při rozechvění gumovým kladívkem vydávaný tón velmi slabý a brzy zaniká. Zasunutím ladičky do příslušné ozvučné skřínky dojde k mnohonásobnému zesílení vydávaného tónu. Tento jev je způsoben částečně přenesením mechanických kmitů ladičky na korpus skřínky, ale hlavně vznikem stojaté vlny uvnitř korpusu. Ten bývá obvykle navržen jako trubice uzavřená na jednom konci. Vlivem odrazu na tzv. pevném konci bodové řady vzniká stojatá vlna, jejíž největší délka odpovídá čtyřnásobku délky trubice (obr. 1). V trubici může vzniknout odrazem na pevném konci i stojatá vlna znázorněná na obr. 2 i další liché násobky čtvrtin vlnové délky.



Obr. 1



Obr. 2



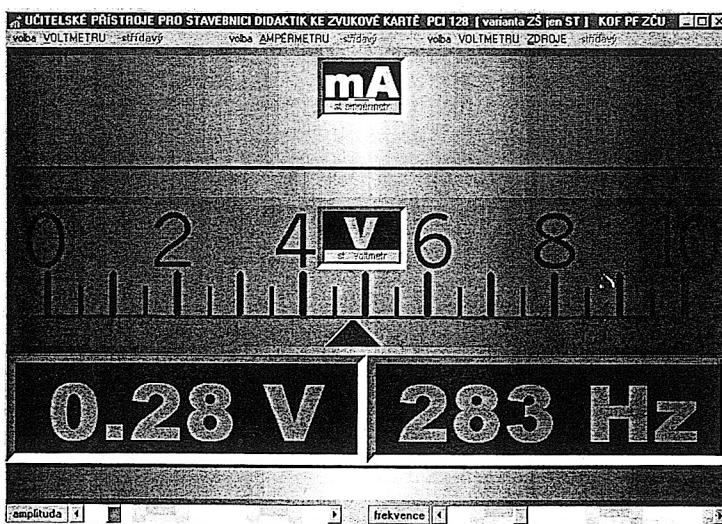
Obr. 3

Stojaté vlny v korpuu ladičky je možné vybudit i pomocí reproduktoru, napájeného z generátoru konstantní amplitudy a proměnné frekvence, jak je ukázáno na obr. 3.

Podobný jev je možné vyvolat i u uzavřené varhanní píšťaly a opět vybudit stojaté vlny pomocí reproduktoru místo třecích tónů u skutečných varhan.

### Postup měření

Měření provádime pomocí zvukové karty a programového vybavení vytvořeného na katedře, které využívá zvukovou kartu jako analogový voltmetr měřící výstupní napětí z mikrofonu a jako výkonový generátor harmonického průběhu nastavitelné amplitudy a frekvence na (viz obr. 4).



Obr. 4

1. Ověřte lineární závislost výstupního napětí mikrofonu (a tedy i intenzity zvukového pole) na frekvenci budíčího generátoru v rozsahu frekvencí 100 Hz až 500 Hz, přibližně tedy v pásmu, kde mají ležet maxima stojatých vln.
2. Na reproduktor položte korpus ladičky a měňte frekvenci generátoru v rozsahu cca 400 Hz až 500 Hz a nalezněte maximum. Vypočtěte vlnovou délku pro toto maximum a porovnejte ji s rozměry korpusu.
3. Měření opakujte pro uzavřenou varhanní píšťalu a frekvenci měňte v rozsahu 150 Hz až 300 Hz. Opět nalezněte maximum a provedte stejný výpočet a porovnání.
4. Měření se pokuste zopakovat i pro stejnou píšťalu otevřenou a provedte diskusi naměřených hodnot.

### Příklad tabulky naměřených hodnot

$f$ (Hz)	$U_{mikrof}$ – ladička	$U_{mikrof}$ – píšťala uzavřená	$U_{mikrof}$ – píšťala otevřená