

PVC Instrument

E. Šubert, J. Tomsa

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

edasubert@gmail.com, janik.tomsa@gmail.com

Abstrakt

Zabývali jsme se tvorbou a fungováním dechových hudebních nástrojů. Článek pokrývá i základní poznatky o zvuku a historii měření jeho rychlosti. Dále vznik tónu a ladění přirozené i temperované.

1 Zvuk

Zvukem nazýváme mechanické vlnění látkového prostředí, které je člověk schopný vnímat sluchem. Takové vlnění se nemůže šířit bez látkového prostředí a mnohé jeho vlastnosti závisí na částicích látky umožňujících přenos. To je důvodem nešíření ve vakuu, nebo rozdílné rychlosti ve vzduchu a ve vodě. Zvuk vymezujeme frekvencemi 16 a 20000 Hz. Vlnění s nižší frekvencí nazýváme infrazvuk, s vyšší ultrazvuk. Dále můžeme zvuky dělit na tóny a hluky podle tvaru závislosti na čase. Historie měření rychlostizvuku. Měření rychlosti zvuku byla v minulosti jistě velmi zábavná. Klíčovou roli v experimentu totiž vždy sehrál kanón či alespoň menší střelná zbraň. Jedno z prvních kvalitních měření provedl Henri Regnault, který měřil rozdíl mezi rychlostí zvuku a rychlostí elektrického signálu. K experimentu použil pistoli a pružnou blánu, kterou zachytil dorazivší zvuk. Naměřil rychlost $v = 339 \text{ ms}^{-1}$.

2 Tón

Tón vzniká harmonickým chvěním například struny či vzduchového sloupce. Chvět se může buď celek, pak výsledná vlnová délka je dvojnásobkem délky celku. Může vzniknout také několik uzlů a jím příslušícím kmiten, výsledná vlnová délka je pak příslušným násobkem délky celku, takto vzniklé tóny nazýváme vyšší harmonické. Vlastnosti tónu jsou výška (frekvence), síla (amplituda), barva (vyšší harmonické tóny) a délka.

3 Ladění

Způsoby ladění můžeme dělit na čisté (přirozené) a temperované. Čisté ladění udržuje poměry frekvencí v oboru racionálních čísel. Tedy například Pythagorijské ladění, které patří mezi čistá, má na oktávě poměr 2:1 a na kvintě 3:2. Temperované ladění naopak udržuje stejné rozestupy mezi tóny a půltóny, díky tomu lze snadno přecházet mezi tóninami.

4 Dechové hudební nástroje

Tóny jsou v dechových hudebních nástrojích vyluzovány dělením vdechovaného vzduchu na kvanta. Nástroje tedy dělíme podle způsobu tohoto dělení. První skupinu tvoří nástroje s mechanickým plátkem, kde k dělení dochází vibracemi slabého plátku, například saxofon. Další skupinu tvoří nátrubkové nástroje, vzduch dělí vybrace rtů hudebníka v nátrubku, například trubka. Poslední jsou nástroje, které využívají odrazu vlnění na otevřeném konci, například flétna nebo právě pvc instrument.

5 Zásady dechových hudebních nástrojů s odrazem na otevřeném konci

Platí několik pravidel. Pro určení frekvence musíme nástroje rozdělit podle jednoho nebo dvou otevřených konců. U dvou máme uprostřed uzel a na krajích dvě kmitny, vlnová délka tónu je tedy $\lambda = 2L$, kde L je délka. Pro jeden otevřený konec máme uzel u uzavřeného konce a kmitnu o otevřeného, vlnová délka tónu odpovídá $\lambda = 4L$. Při odrazu na otevřeném konci dochází ke koncovému efektu. To znamená, že se vlna odrazí až vně trubky a vlnová délka tónu je tedy ve skutečnosti delší. Proto zavedeme korekci $L_k = 2 \cdot 61 \% \cdot R$, kde R je poloměr, kterou odečteme od spočítané délky. Při upravování tónu pomocí děr v tubusu se užívá pouze empirických znalostí, neexistuje spolehlivá analytická metoda. Spolehnout se můžeme na to, že díra zkrátí vlnovou délku a že díra o stejném poloměru jako tubus zkrátí vlnovou délku až ke své pozici.

6 Naše nástroje

My jsme se pokusili sestavit 2 funkční PVC nástroje. Jeden velký, s rozměry přibližně 1,5x1x0,3 m a druhý menší, akorát do ruky. Větší nástroj by sestaven z dřevěného rámu, do kterého bylo zasazeno 12 PVC trubek. Jejich délky jsme nastavili tak, aby zvuky, které vydávají, pokryly celou oktávu. První trubku jsme nastavili podle výpočtů a ladičky v mobilním telefonu, další už jsme doladřovali podle sluchu. Druhý, menší nástroj měl vzhled trochu jako malá ruční harfa, byl složen z několika užších a kratších PVC trubek. Do těchto trubek jsme udělali po celé délce několik děr, které jsme zakryli posuvným pístem. Rozsah tohoto nástroje plynule navazoval na první nástroj, pokrýval svým rozsahem celou následující oktávu. Píst sloužil k tomu, abychom na jedné trubce mohli zahrát více tónů pro pokrytí celé oktávy. Píst vždy nějaké díry zakryl a nějaké otevřel, tím se měnila efektivní délka trubky a ta pak vydávala odpovídající tón. Řekl bych, že se nám nástroje celkem povedli a jsou ke shlédnutí ve fyzikálním praktiku na naší fakultě.

7 Reference

- [1] <http://devices.natetrue.com/pvc/pvc.htm>
- [2] <http://www.instructables.com/id/PVC-Instrument-1/>
- [3] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lad%C4%9Bn%C3%AD>
- [4] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvuk>