

Porovnání rychlosti zvuku ve vzduchu a ve vodě.

Tomáš Hofrichter, Gymnázium a sportovní gymnázium Jablonec nad Nisou

Príspevek je popisem přibližného měření rychlosti zvuku pomocí školního počítačového systému IP COACH.

Metody měření rychlosti zvuku ve školské fyzice jsou založeny většinou na měření vzdáleností uzlů a kmiten stojatého vlnění, které vzbudí v rezonátoru tón známé frekvence. Toto měření vyžaduje již poměrně dobrou znalost vlastností zvukového vlnění a bývá tudíž zařazeno ke konci kapitoly z akustiky.

S pojmem rychlosti zvuku v různých prostředích se však student setkává již v prvních hodinách akustiky. Na otázku, jak ji změřit, většinou navrhneme odměřit jistou vzdálenost, vyslat zvukový signál a změřit dobu, za kterou signál vzdálenost urazí. Tato „přímá“ metoda samozřejmě v praxi naráží na problém přesného měření krátkých časů nebo velkých vzdáleností.

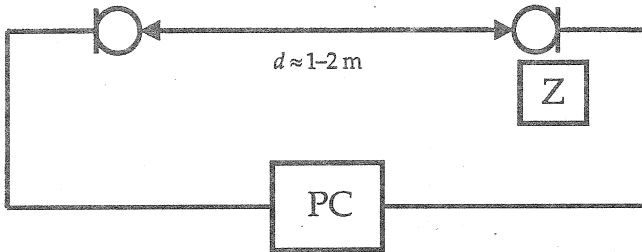
Úlohu relativně přesných stopek v tomto jednoduchém experimentu plní počítač s vhodným měřicím programem (IP COACH, ISES). Dva snímací mikrofony umístíme do co největší vzdálenosti (limitováno připojovacími vodiči a citlivostí mikrofonu M_2) cca 1–2 m (viz obr. 1). Měřicí prostředí nastavíme tak, aby mikrofon M_1 spouštěl záznam časového průběhu akustického tlaku na obou mikrofonech. Jako zdroj Z akustického signálu je vhodné volit co nejkratší impuls. Zároveň, chceme-li měřit touto metodou i pod vodou, musí být zdroj schopen vydávat zvuk i v tomto prostředí. Jako funkční a snadno dostupné se osvědčily dvě kávové lžičky, které při úderu tlumíme prsty.

V bezprostřední blízkosti mikrofonu M_1 vyšleme zvukový impuls. Ten ho zaznamená a spustí celé měření. Mikrofon M_2 impuls zaznamená s jistým zpožděním, které je možno z časových průběhů odhadnout (viz obr. 2). Změříme vzájemnou vzdálenost mikrofonů a dopočítáme odhad rychlosti zvuku. Pro měření ve vzduchu na obdrážku 2 je $d = 133$ cm a $\Delta t = 4$ ms, tedy $v = 330$ m \cdot s⁻¹.

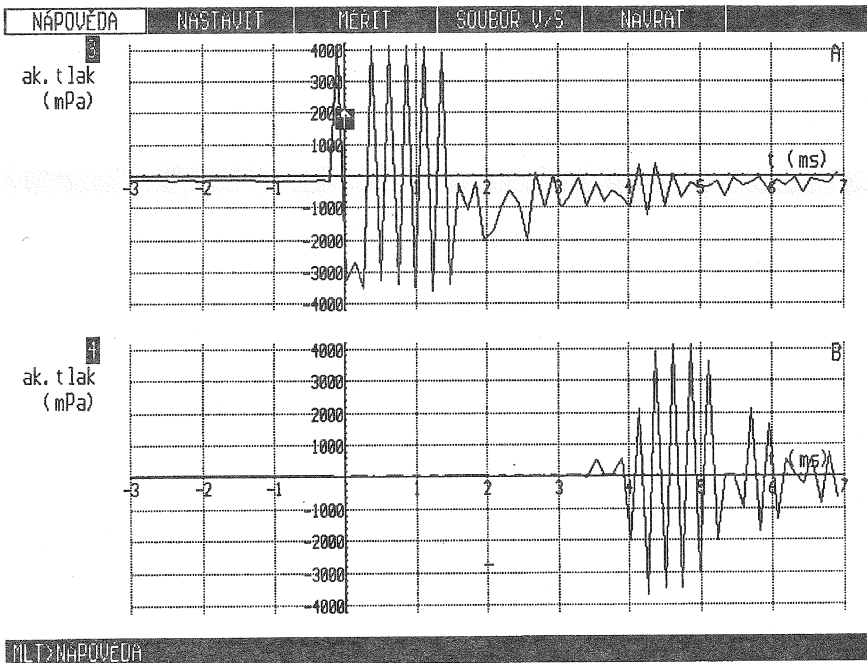
Stejně měření provedeme i pod vodou. Mikrofony je potřeba chránit před vlhkostí a přitom nesnížit jejich citlivost, k čemuž postačí dětské gumové nafukovací balónek. Vzhledem ke schopnostem systému IP COACH by měla být nádoba na vodu dlouhá alespoň 1 m, aby naměřený čas byl alespoň 1 ms. Dovolují-li to rozměry nádoby, je dobré měřit ve vzduchu i vodě ve stejné vzdálenosti mikrofonů (viz obr. 3). Pro vodu obdržíme hodnoty $d = 133$ cm, $\Delta t = 1$ ms, tedy $v = 1300$ m \cdot s⁻¹.

Řádový rozdíl mezi rychlostí zvuku ve vzduchu a vodě je tedy poměrně průkazný. Zároveň lze se žáky nad časovými průběhy rozvinout diskuzi o změnách tvaru signálu na mikrofonu M_2 nebo útlumu zvukového vlnění při šíření prostředím.

Obrázek 1:



Obrázek 2:



Obrázek 3:

