



Hladina hlasitosti – závislost na počtu zdrojů zvuku

Pomůcky

Čidlo zvuku Vernier GDX-SND, čtyři mobily jako generátory zvuku, soubor *white-noise.mp3*, který lze stáhnout na www.vernier.cz/299.



Teorie

Při popisu míry hluku je využíván tzv. Weberův-Fechnerův zákon, podle kterého lidské tělo nevnímá podněty přímo úměrně jejich intenzitě, ale přímo úměrně logaritmu intenzity. Nejnižší intenzita zvuku, kterou dokáže vnímat zdravý mladý člověk, je přibližně $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Přesná hodnota je individuální pro každého člověka a zhoršuje se s věkem.

Veličina *hladina hlasitosti* se udává v decibelech (dB), přičemž decibel je desetina belu (B). Bel je bezrozměrná jednotka používaná v mnoha oblastech fyziky (tedy nikoliv pouze v akustice) pro porovnání hodnot fyzikálních veličin. Poprvé ji začali používat inženýři v roce 1923 v Bellových laboratořích k udávání útlumu signálu telefonních vedení.

Nárůst veličiny o 1 bel znamená její zvýšení na 10násobek původní hodnoty, nárůst o 2 bely na 100násobek atd. Nárůst o N belů tedy znamená, že poměr mezi novou hodnotou a původní hodnotou je 10^N . Když hodnota veličiny vzroste o 0,3 B (tj. 3 dB), znamená to nárůst na dvojnásobek původní hodnoty ($10^{0,3} \approx 1,995 \approx 2$).

Hodnota 0 dB odpovídá domluvenému prahu slyšitelnosti $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Práh bolesti je přibližně 130 dB, což odpovídá intenzitě $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Rozsah intenzit vnímaných lidským uchem je tedy obrovský. Lze uvažovat i záporné hodnoty, například hodnotě -50 dB by odpovídala intenzita zvuku $10^{-17} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

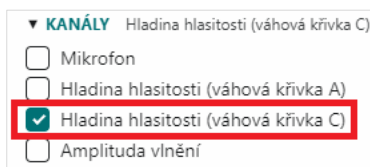
Pokud zdvojnásobíme počet zdrojů zvuku, zdvojnásobíme tím akustický výkon, tedy také intenzitu zvuku. V souladu s výše uvedeným se tak hladina hlasitosti zvýší o 3 dB.

Příprava měření

1. Spustíte aplikaci *Graphical Analysis* a připojíte čidlo zvuku ([návod](#)). Během připojování rozklikněte položku *Kanály* a vyberte *Hladina hlasitosti (váhová křivka C)*.


2. Mobily mohou být umístěny kdekoli v třídě.

Během přípravy měření a samotného experimentu se už nic ve třídě měnit nesmí, tj. mobily, čidlo, žáci i učitel by měli být na jednom místě.



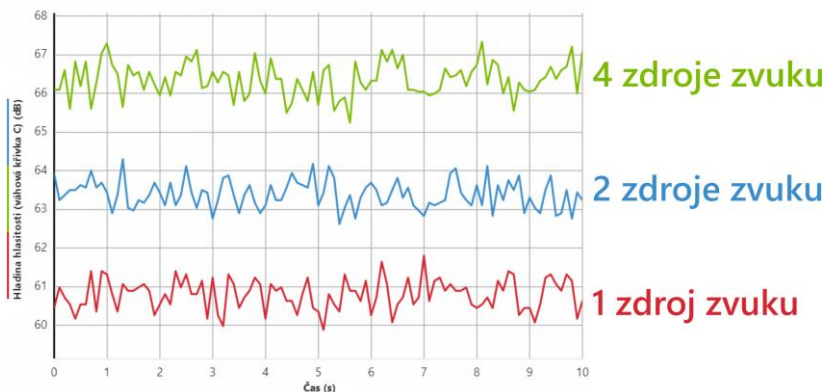
- Spustíte na prvním mobilu soubor *white-noise.mp3* a nastavíte hlasitost reproduktoru tak, aby displej v pravém dolním rohu aplikace Graphical Analysis ukazoval hodnotu co nejbližší 60,0 dB. Poté zvuk zase vypnete.
- Zopakujete krok 2 postupně i pro zbylé tři mobily (pro každý zvlášť).

Provedení experimentu

- Spustíte zvuk na mobilu a tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** zahajete záznam dat.
- Jakmile se měření dokončí, zapnete zvuk na druhém mobilu (aniž byste první ztlumovali), takže nyní budou šumět dva mobily současně.
- Tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** opět zahajete záznam dat a počkejte, až se měření ukončí.
- Nakonec spustíte a změřte zvuk u všech čtyř mobilů šumících současně.
- Klikněte na popisek svislé osy *Hladina hlasitosti* a nechteje zobrazit všechny datové řady současně do jednoho grafu. Tlačítkem  upravte automaticky měřítko grafu.

Ukázka naměřených dat

V námi provedeném měření byly hodnoty při jednom zdroji zvuku mezi 60 a 61 decibely, při dvou zdrojích mezi 63 a 64 decibely a při čtyřech zdrojích mezi 66 a 67 decibely.



Závěr

Zdvojnásobení počtu zdrojů zvuku způsobilo nárůst hladiny hlasitosti o přibližně 3 dB, což je v souladu s teorií.

Poznámky

- Používání tzv. bílého šumu (soubor *white-noise.mp3*) potlačí vznik kmiten a uzlů stojatého vlnění, které by ve třídě vzniklo v případě použití čistého tónu.
- I kdyby rozdíly mezi měřeními nevycházely přesně 3 dB, experiment přesvědčivě ukazuje, že nedochází ke zdvojnásobení hodnoty hladiny hlasitosti.
- Závislost hladiny hlasitosti na vzdálenosti popisuje návod www.vernier.cz/206.