



Hladina hlasitosti – závislost na vzdálenosti od zdroje zvuku

Pomůcky

Čidlo zvuku Vernier GDX-SND, venkovní prostranství (louka, hřiště), mobilní telefon, soubor *white-noise.mp3*, který lze stáhnout na www.vernier.cz/299, pásmo nebo metr.

Teorie

Při popisu míry hluku je využíván tzv. Weberův-Fechnerův zákon, podle kterého lidé nevnímají podněty přímo úměrně jejich intenzitě, ale přímo úměrně logaritmu intenzity. I velké změny působících podnětů tak mohou způsobit relativně malé změny počitků.

Nejnižší intenzita zvuku, kterou dokáže člověk vnímat, je přibližně $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Přesná hodnota je ale 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 veličina 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 telefonních vedení.

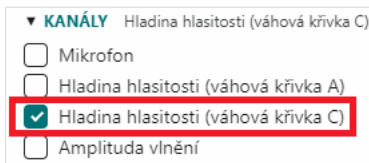
Nárůst veličiny o 1 bel znamená její zvýšení na 10násobek původní hodnoty, nárůst o 2 bely na 100násobek atd. Nárůst o N belů tedy znamená, že poměr mezi novou hodnotou a původní hodnotou je 10^N . Když hodnota veličiny poklesne o 0,6 B (tj. 6 dB), znamená to pokles na $\frac{1}{4}$ původní hodnoty ($10^{-0,6} \approx 0,251 \approx \frac{1}{4}$).


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 $10^{-17} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Akustický výkon vydávaný všesměrovým zdrojem zvuku se rovnoměrně rozprostře na povrch myšlené koule. Při zdvojnásobení vzdálenosti od zdroje zvuku se povrch koule zvětší čtyřnásobně a intenzita zvuku proto v daném místě klesne na $\frac{1}{4}$ původní hodnoty. V souladu s výše uvedeným tak hladina hlasitosti poklesne o 6 dB.

Provedení experimentu

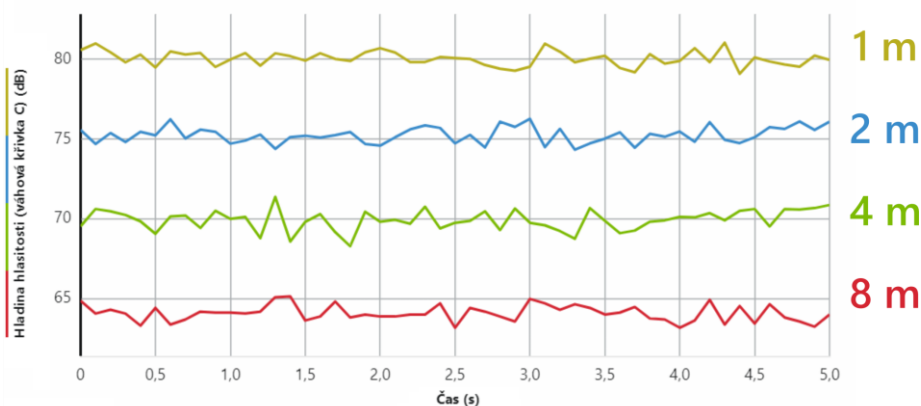
1. Spustíte aplikaci *Graphical Analysis* a připojíte čidlo zvuku ([návod](#)). Během připojování rozklikněte položku *Kanály* a vyberte *Hladina hlasitosti (váhová křivka C)*.
2. Spustíte v mobilu na nejvyšší hlasitost soubor s šumem *white-noise.mp3*.



- Zatímco osoba s šumícím mobilem stojí na místě a drží mobil ve výšce prsou, druhá osoba s čidlem zvuku se postaví do vzdálenosti 1 m od zdroje zvuku a čidlo drží ve stejné výšce jako šumící mobil.
- Tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** zahajte záznam dat a počkejte, až se měření dokončí.
- Zopakujte měření (kroky 3 a 4) postupně i pro vzdálenosti 2 m, 4 m a 8 m.
- Klikněte na popisek svislé osy *Hladina hlasitosti* a nechejte zobrazit všechny datové řady současně do jednoho grafu. Tlačítkem  upravte automaticky měřítko grafu.

Ukázka naměřených dat

Graf níže ukazuje, jak se postupně s narůstající vzdáleností mezi čidlem a zdrojem zvuku měnila hladina hlasitosti.



Závěr

Zdvojnásobení vzdálenosti od zdroje zvuku způsobilo pokles hladiny hlasitosti o přibližně 5 až 6 decibelů, což je v souladu s teorií.

Poznámky

- Při měření je dobré držet zdroj zvuku ve výšce prsou, nenechávat ho ležet na zemi. Omezí se tím pohlcování zvuku v trávě a další nežádoucí jevy. Měření mohou ovlivnit i odrazy od okolních stěn, zaparkovaných automobilů, stromů či lidí.
- Čidlo musí být ve stejné výšce jako zdroj zvuku, abyste mohli vzdálenost snadno měřit pásmem či metrem položeným na zemi.
- Rozdíly mezi měřeními málokdy u tohoto experimentu vyjdou přesně 6 dB, protože ohlídat všechny nežádoucí jevy je velmi obtížné. Experiment ale i tak přesvědčivě ukazuje, že při zdvojnásobení vzdálenosti nedochází ke snížení hodnoty hladiny hlasitosti na polovinu, ale jen o nějakou přibližně konstantní hodnotu.
- Podívejte se též na návod na měření závislosti hladiny hlasitosti na počtu zdrojů zvuku: www.vernier.cz/300