

Měření hladiny intenzity zvuku ve školním prostředí

VÍT BEDNÁŘ – JIŘÍ TESAŘ – VLADIMÍR VOCHOZKA

Pedagogická fakulta JU, České Budějovice

Teoretická východiska

Akustická informace se šíří pomocí podélné zvukové vlny, projevujícím se střídavým zhušťováním a zředováním částic daného prostředí. Okamžitou akustickou výchylku lze charakterizovat pomocí vztahu (1), kde A je amplituda vlnění, ω úhlová frekvence a x vzdálenost od zdroje zvuku [1, s. 3–13]

$$u(t, x) = A \sin \omega \left(t - \frac{x}{c} \right). \quad (1)$$

Podle Weberova–Fechnerova zákona existuje logaritmická závislost mezi objektivními veličinami a subjektivním vjemem člověka. Má-li zvuk intenzitu I , pak v logaritmické stupnici lze vyjádřit hladinu intenzity zvuku L vztahem (2)

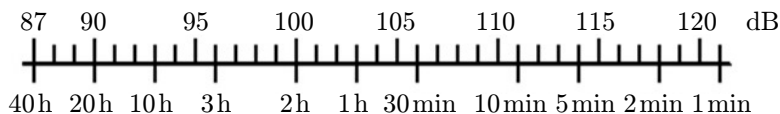
$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{I_0}. \quad (2)$$

Použitím funkce logaritmus se rozsah prahových intenzit snižuje na 12 dílů, resp. 120 při vyjádření v decibelech. Někdy se lze setkat s jednotkou dBA, což je jednotka, která má v sobě obsaženo označení pro použitý tzv. „váhový filtr A“. V tabulce 1 jsou hodnoty hladin intenzit zvuků a konkrétní příklady zvuků [2].

Tabulka 1 Příklady zvuků dané hladiny intenzity

Hladina intenzity zvuku [dB]	Příklady zvuku
0	Práh slyšitelnosti lidského ucha
10	Šelest listí
20	Šum listí
30	Šepot, velmi tichý byt
40	Tlumený hovor, malý šum v bytě
50	Zapnutý televizor
60	Silně frekventovaná silnice
70	Křik, tunel metra
80	Silně reprodukováná hudba
90	Jedoucí vlak, motorová vozidla
100	Maximální hluk motorky
110	Diskotéka
120	Startující letadlo
130	Práh bolestivosti
140	Akustické trauma

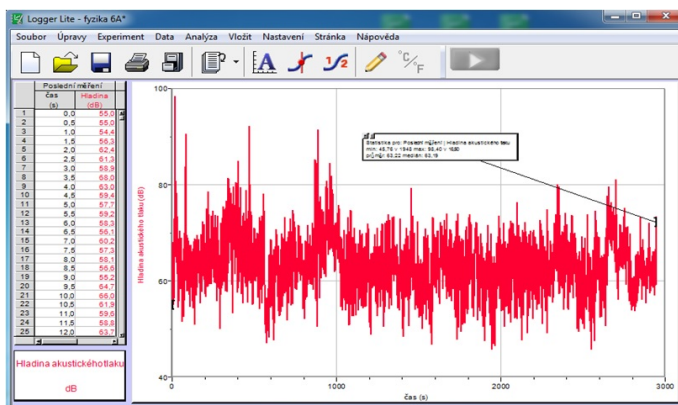
Srozumitelnost mluveného slova je ovlivněna akustikou daného prostoru. Tato problematika je v souvislosti se školním prostředím řešena Nařízením vlády 502/2000 Sb [3]. Zvuk, který se stává pro organismus záteží, se nazývá hluk. Na obr. 1 je znázorněno nejvyšší doporučené týdenní zatížení sluchového orgánu v závislosti na hladině intenzity zvuku, aby nedošlo k poškození sluchu. Rizikem poškození není jen samotná hladina intenzity zvuku, ale i doba, po kterou je člověk této energii vystaven.



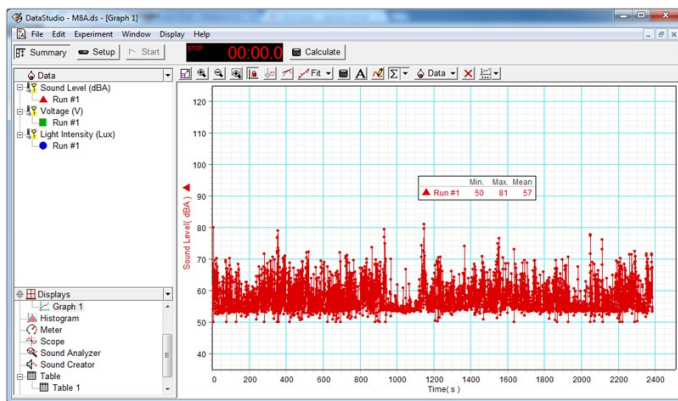
Obr. 1 Nejvyšší týdenní zatížení sluchu v závislosti na hladině intenzity zvuku

Měření hladiny intenzity zvuku – akustické imise

Měření byla prováděna pomocí senzoru *Sound Level Meter* od firmy Vernier [4] a senzoru *General Science MultiMeasure* od firmy Pasco [5]. Senzory byly umístěny dle vyhlášky č.13/1977, tzn. 1,2 m až 1,5 m nad podlahou, uprostřed místnosti, dveře i okna byly zavřeny. Základní možností, jak připojit měřicí senzory, je připojení pomocí USB Linku do PC. Na výběr jsou ale i další alternativy propojení. Vyhodnocování naměřených hodnot probíhalo v software *LoggerLite* [6], resp. v software *DataStudio* [7].



Obr. 2 Záznam hladin intenzity zvuků pomocí systému Vernier



Obr. 3 Záznam hladin intenzity zvuků pomocí systému Pasco

První měření si kladlo za cíl změřit hodnotu akustických imisí v prázdných učebnách různých škol. Měření probíhala na čtyřech odlišných místech. Cílem bylo vybrat takové školy, které se od sebe liší geografickým umístěním v závislosti na možnostech ovlivnění měření okolními akustickými imisemi. Taková měření musí být realizována v době, kdy uvnitř budovy nejsou studenti.

V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty akustických imisí učeben různých vzdělávacích institucí. K měření byla použita vzorkovací frekvence $f = 1$ Hz a senzor Sound Level Meter. Tento senzor byl pro všechna měření nastaven pro tzv. frekvenční vážení v poloze A [4]. Na senzoru je žádoucí nastavit měřicí rozsah 35–90 dB. Vzhledem k tomu, že naměřené hodnoty akustických imisí prázdných učeben se mohou pohybovat okolo spodní hranice měřicího rozsahu senzoru, je zapotřebí pak takové hodnoty brát spíše za orientační, nežli za přesně určující. Výsledná hodnota hladiny intenzity zvuku, tzv. ekvivalentní hladina, je hodnota odpovídající průměru všech naměřených hodnot.

Tabulka 2 Měření akustických imisí prázdných učeben

Základní škola	L_{Aeq} [dB]
ZŠ a MŠ Lišov	34
KAFT, Pedagogická fakulta JU	36
Jazyková škola České Budějovice	35
ZŠ Planá nad Lužnicí	37

Z tabulky vyplývá, že nejlépe je na tom ZŠ a MŠ Lišov, což odpovídá geografickému umístění školy – velmi klidné místo na okraji malého města s téměř nulovou okolní dopravou. Největší hodnota akustických imisí působících zvenčí do prostoru učeben byla naměřena na ZŠ Planá nad Lužnicí. Škola je umístěna velmi blízko velmi vytížené komunikace České Budějovice–Praha.

Jedno z dalších měření bylo zaměřeno na zjištění ekvivalentní hladiny intenzity zvuku při výuce samotné. Ekvivalentní hladina je určena jako průměr všech hodnot získaných při měření, měření probíhalo při výuce jednoho pedagoga, různých předmětů a odlišných tříd. Dané hodnoty byly získány pomocí senzoru Sound Level Meter.

Tabulka 3 Měření ekvivalentní hladiny intenzity zvuku – stejný pedagog

Základní škola, předmět, vyučující	L_{Aeq} [dB]
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika 6.A, Bednář	63
ZŠ a MŠ Lišov, matematika 8.A, Bednář	55
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika 9.A, Bednář	57
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika 9.B, Bednář	60

Naměřené výsledky přesně odpovídají poznatkům z dané školy. Vyučujícímu se vždy třída 8.A jevila jako ta nejméně „hlučná“. Naopak v 6.A se pravidelně setkává s větší hlučností ze stran žáků. Obdobná měření byla provedena na ZŠ Planá nad Lužnicí. Naměřené hodnoty jsou výsledky měření při hodinách fyziky ve stejné učebně při výuce dvou různých pedagogů. Měření bylo provedeno pomocí senzoru General Science MultiMeasure, který zaznamenává hodnoty v rozmezí 50–100 dBA [5].

Tabulka 4 Měření hladin intenzity zvuku při výuce fyziky různými pedagogy

Základní škola, předmět, vyučující	L_{Aeq} [dB]
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 6.A, Vochozka V.	64
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 6.B, Vochozka V.	58
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 9. roč., jiný pedagog	58
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 8.A, jiný pedagog	56

Z tabulky je vidět, že ekvivalentní hladina intenzity zvuku je při výuce fyziky pro všechny třídy v rozmezí mezi 56–58 dBA. Vyšší hodnota byla pouze ve třídě 6.A.

V tabulce 5 jsou změřeny ekvivalentní hladiny intenzity zvuku pro učebny fyziky na ZŠ a MŠ Lišov a ZŠ Planá nad Lužnicí v čase, kdy probíhala přestávka mezi výukou, a žáci byli přítomni v učebnách. Měření na ZŠ a MŠ Lišov bylo prováděno pomocí senzoru od firmy Vernier [4]. Měření na ZŠ Planá nad Lužnicí bylo prováděno pomocí senzoru od firmy Pasco [5].

Tabulka 5 Měření hladin intenzity zvuku v učebnách fyziky

Základní škola, učebna	L_{Aeq} [dB]
ZŠ a MŠ Lišov, učebna fyziky	68
ZŠ Planá nad Lužnicí, učebna fyziky	64

Vzhledem k tomu, že měření byla prováděna buď senzorem Sound Level Meter od firmy Vernier, nebo senzorem General Science MultiMeasure od firmy Pasco je žádoucí porovnat naměřené výsledky danými senzory mezi sebou. V tabulce 6 jsou uvedeny hodnoty změřené pomocí uvedených senzorů. Pro toto měření byly senzory zapojeny paralelně do jednoho PC a mohly tak nezávisle na sobě zaznamenávat měřená data.

Tabulka 6 Porovnání naměřených hodnot senzorů Sound Level Meter a General Science MultiMeasure

Název instituce	Vernier – L_{Aeq}	Pasco – L_{Aeq} [dB]
PF JČU, fyzikální praktika	58	59
ZŠ a MŠ Lišov, matematika	55	57
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika	63	62
ZŠ a MŠ Lišov, tělesná výchova	69	71

Ze vzájemného porovnání naměřených hodnot daných senzorů lze říci, že výsledky se od sebe liší minimálními hodnotami. Jednotlivé senzory tedy i jimi naměřené hodnoty lze tak považovat za srovnatelné.

Závěr

Cílem příspěvku bylo nastínit možnosti měření akustických imisí ve školním prostředí. Z hodnot zjištěných při měření je zřejmé, že v současné době hodnoty hladin intenzity zvuku ve školním prostředí zatím nedosahují takových hodnot, aby docházelo při dlouhodobějším setrvání v takovýchto prostorách k porušení sluchového ústrojí. Pozitivní informací je, že současné naměřené hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami naměřenými v roce 2003 (viz [1]).

Literatura

- [1] *Capúrka, D.*: Měření hlučnosti na různých typech škol. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2003.
- [2] *Reichl, J., Všetická, M.*: Encyklopedie fyziky. (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/208-zakladni-definice>.
- [3] *Zdraví a zdravotnictví*: Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (502/2000 Sb.) (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://www.zdrav.cz/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=1902>.
- [4] *Vernier*: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/slm-bta/>.
- [5] *Pasco*: Science education (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: http://www.pasco.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=161&Itemid=1.
- [6] *Vernier*: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>.
- [5] *Pasco*: Science education (online). (cit. 2013-04-21). Dostupné z: www.pasco.cz.

Matematické modelovanie na počítači vo vyučovaní fyziky

VERONIKA TIMKOVÁ¹ – ZUZANA JEŠKOVÁ¹ – JAN VÁLEK²

¹Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice, SLOVENSKO

²Pedagogická fakulta MU, Brno

Úvod

S nástupom školskej reformy na Slovensku roku 2008 došlo vo vzdelávaní k značným zmenám, na ktoré väčšina škôl nebola pripravená. Zmeny zasiahli nielen obsah, ale aj metódy výučby, ktoré boli doposiaľ viac orientované na získavanie poznatkov a hlavným cieľom boli výstupné teoretické vedomosti žiakov. Cieľom reformy je preniesť ťažisko výučby orientovanej na obsah vzdelávania smerom k rozvoju spôsobilostí a zručností žiakov. Veľký dôraz sa kladie na uplatňovanie interaktívnych metód vo vzdelávaní a aktívneho žiackeho učenia.