

Laboratorní cvičení předmětu
Ekologie v elektrotechnice
úloha č.1 Tvorba hlukové mapy v GISu

Zadání:

1. Seznamte se s obsluhou a se základními funkcemi přístroje pro měření hluku Acoustilyzer NTI AL1.
2. Pomocí přístroje AL1 proměřte hlukovou mapu laboratoře. Jako zdroj hluku použijte vrtačku. Ověřte, zda nejsou překročeny při práci s vrtačkou hygienické limity hluku v pracovním prostředí.
3. Pomocí přístroje AL1 si zkuste změřit dobu dozvuku v laboratoři. Zde jako zdroj hluku použijte obyčejné nafukovací balónky. Ověřte, zda vámi naměřené hodnoty odpovídají teoretické vypočtené hodnotě pomocí Sabinova vzorce.
4. V geografickém informačním systému ArcGIS desktop 9.2 si nakreslete mapy a pomocí nadstavby Spatial Analyst vykreslete hlukovou mapu a mapu doby dozvuku pro předchozí měření.
5. Získané poznatky a všechny dosažené výsledky zpracujte do přehledné zprávy o měření.

Úvod:

Ne každý zvuk je nám příjemný, ale naopak může být nepříjemný dokonce i nebezpečný. Takový zvuk se pak označuje jako hluk. Hluk definujeme jako zvuky, které jsou pro člověka nepříjemné, nežádoucí, rušivé nebo nebezpečné. V první řadě má na nás negativní vliv po stránce zdravotní, psychické a společenské. Je nutné podotknout, že hluk není určen pouze svými fyzikálními parametry, ale také hodně záleží na subjektivním vnímání každého jedince. Například pro některé je metalová hudba příjemnou záležitostí, naopak pro jiné je to nepříjemný hluk.

V oblasti kmitočtů 4000-6000 Hz se začínají projevovat poruchy sluchu profesionálního charakteru, které se projevují nevratným posuvem sluchového prahu. Při tom není vůbec důležité, zda hluk obsahuje tyto kmitočtové složky v převážné míře nebo ne. K poruše sluchu může dojít stejně tak dobře při dlouhodobém vystavení hluku, jako při krátkém impulsním hluku. Za nejnebezpečnější hluky považují impulzní hluk, hluk s vysokými kmitočty a ultrazvuk.

Hluk je nebezpečný jev, který se v dnešní době snažíme co nejvíce potlačit nebo aspoň zmírnit různými prostředky. Proto se ustanovují limitní hodnoty hluku pro různá místa působení a také proto se hluk měří.

Strategická hluková mapa je tedy mapa, určená pro globální posuzování zatížení hlukem z různých zdrojů v dané oblasti nebo pro souhrnné predikce pro takovou oblast.

Veličinou, sloužící k popisu a hodnocení zvuku, je amplituda odpovídající změně tlaku. Nejslabší zvuk zaznamenaný nepoškozeným lidským sluchem je $20\mu\text{Pa}$, který vyvolá nepatrnou výchylku ušního bubínku. Z toho je jasné, že vyjadřovat amplitudy zvuku pomocí základních jednotek akustického tlaku je nepřehledné a nevhodné, proto se běžně používá logaritmická stupnice a s ní související hladiny s jednotkami dB.

Dále je hodnocení zvuku ovlivněno jeho trváním. Zvuky nepřesahující dobu 1 s, se nazývají impulsovémi. Zvuk nepřesahující dobu 70 ms je vnímán s menší hlasitostí než déle trvající, při tom se stejným akustickým výkonem. Pro déle trvající zvuk s proměnou hlasitostí je zaveden pojem **ekvivalentní trvalé hladiny**.

$$L_{AeqT} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{T} \cdot \int_0^T ((p_{Ai}/p_0)^2 \cdot dt) \right) \quad [\text{dB}; \text{dB}, \text{dB}] \quad (1)$$

kde: T..... je dílčí časový interval

p_{Ai} akustický tlak změřený pomocí váhového filtru A

p_0 referenční hodnota akustického tlaku $20\mu\text{Pa}$

Pro přiblížení měřených veličin vlastnostem lidského ucha byly do zvukoměrů, spolu se základním lineárním průběhem (*lin*), zařazeny tzv. **váhové filtry**, které se snaží napodobit měřenou kmitočtovou charakteristiku ke křivkám hladin stejné hlasitosti. V dnešní době se využívá zejména filtr A a lineární průběh. Pokud používáme váhové filtry, potom se do označení hladin přidává písmeno nebo index A např. L_{Aeqt} .

Čas dozvuku je doba, během níž intenzita zvuku klesá o 60 dB. Krátký čas dozvuku umožňuje nejjasnější a nejvýraznější příjem zvuků, vysokou zřetelnost řeči a snížení hladiny rušivého hluku. Naopak dlouhá doba dozvuku ne typická pro místnosti, v nichž se nachází mnoho tvrdých povrchů, snižuje zřetelnost řeči a posiluje intenzitu hluku v interiéru. Optimální doba dozvuku se pohybuje od 0,3s např.: v kinech vybavených moderním ozvučovací systémem, do asi 7s např.: ve velkém kostele.

Teoretický výpočet doby dozvuku podle Sabinova vzorce:

$$T = 0,164 \cdot \frac{V}{\alpha \cdot S} \quad [s; \text{m}^3, -, \text{m}^2] \quad (2)$$

kde: T doba dozvuku

V..... objem místnosti

α střední činitel pohltivosti

S..... celková ohraničující plocha

Postup měření:

1. Prostudujte si manuál k přístroji Acoustilyzer NTI AL1. U přístroje se seznamte zejména s funkcí pro měření akustického tlaku, používáním váhového filtru a s funkcí RT60 pro měření doby dozvuku.

2. Načrtněte si orientační plánec místnosti a to hlavně rozměry všech stěn a výšku místnosti. Do plánu si zakreslete alespoň deset bodů měření. Zdroj hluku, tedy vrtačku, umístěte kdekoliv v místnosti, a to nejlépe do rohu místnosti, aby se projevíly změny intenzity akustického tlaku.

Před samotným měřením si změřte hluk pozadí a zjistěte jeho odstup od velikosti hluku vydávaného námi měřeného zdroje hluku (vrtačky). Pokud je odstup větší jako 10 dB, hluk pozadí neovlivňuje námi naměřené hodnoty, je-li rozdíl mezi 4-6 dB, odečtou se od změřených hladin hluku 2 dB. Měření hluku se neprovádí, pokud je jasné, že je mnohem nižší než měřený hluk.

Při zapnutí vrtačky se v každém měřicím bodě změní hodnota akustického tlaku za použití váhového filtru typu A.

Dosažené výsledky okomentujte a posuďte, zda v laboratoři došlo při vrtání k překročení hygienických norem.

3. Použijte orientační plánec místnosti z předchozího měření a do něj si zakreslete alespoň šest bodů měření.

Zde jako zdroj hluku budou použity obyčejné nafukovací balónky. Po domluvě bude jedna osoba nafouklý balónek pomocí ostrého předmětu propichovat. Je vhodné tento zdroj hluku umístit někam na kraj místnosti, abychom viděli rozdíl v době dozvuku vzhledem ke vzdálenosti od zdroje. Tento postup se použije pro každý bod měření.

Pro dobu dozvuku má měřicí přístroj speciální funkci RT60. Tato funkce nám dovoluje měřit dobu dozvuku v oktávových pásmech (63 Hz – 8 kHz). Pro každé frekvenční pásmo je zobrazen ukazatel, který nám ihned ukáže výslednou dobu dozvuku. Pro jednoduchost dobu dozvuku měřte pouze jenom na kmitočtech 250 Hz; 500 Hz; 1 kHz; 2 kHz.


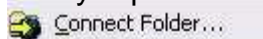
V každém z měřicích bodů si spočítejte střední hodnotu z naměřených výsledků. Tato hodnota bude později použita pro tvorbu mapy dozvuku. Poté si stejným způsobem spočítejte z těchto vypočítaných hodnot celkovou střední hodnotu doby dozvuku \bar{x} .

Porovnejte střední dobu dozvuku \bar{x} vypočítanou z naměřených hodnot s hodnotou vypočítanou pomocí Sabinova vzorce.

$$T = 0,164 \cdot \frac{V}{\alpha \cdot S}$$

Jako střední činitel pohltivosti pro místnost s tvrdými stěnami a částečně vybavenou nábytkem použijte hodnotu $\alpha = 0,15$. V závěru okomentujte dosažené výsledky a posuďte, jak se liší hodnota doby dozvuku naměřená a vypočítaná.

4. Pro vytvoření mapy si nejdříve musíte v programu ArcCatalog vytvořit a nadefinovat všechny vrstvy, které bude mapa obsahovat (okna, stěny, stoly, nábytek, hranice měření, měřící body,...).

Na ploše nebo ve startu si spustíte program pomocí ikony ,  ArcCatalog zde si vlevo na disku vytvoříte složku, která bude později obsahovat všechny vrstvy. Tuto složku si připojíte pomocí ikony v panelu nástrojů pro snadnější manipulaci. 

Pro vytvoření nové vrstvy si v levé části najdete vytvořenou složku a pomocí pravého tlačítka myši na ni kliknete. Z nabízených možností vyberete **New** → **Shapefile (vrstva)**. Objeví se tabulka, ve které si můžete pojmenovat vrstvu dle libosti a hlavně určit jakého typu bude vrstva. Vložte si postupně vrstvy pro všechny požadované objekty, které mají být zakresleny (stěny, okna, stoly, nábytek, měřící body pro hluk a dobu odezvy a hranici měření).


Pro **měřící body** si zvolte vrstvu typu **point (bod)**, pro **stěny a okna** si zvolte vrstvu typu **polyline (úsečka)**, pro **stoly, nábytek, hranici měření** si zvolte vrstvu typu **polygon (mnohoúhelník)**.


Jakmile budete mít všechny vrstvy vytvořené, je nutné některým z nich nadefinovat, jaké budou obsahovat atributy a jakého budou typu. To se týká hlavně měřících bodů. Později by tyto atributy již nebylo možné přidat.

Pravým tlačítkem myši klikneme na vrstvu s měřícími body pro hluk vrtáčky a vybereme **Properties (vlastnosti)** → **Fields (pole)**. Zde již vidíte předem tři nadefinované atributy (FID, Shape, Id). Pod nimi vyplňte jméno nového atributu např. **aku_tlak** a v poli **Data type** zvolte **Flow**. To vše potvrďte a stejný postup použijte u vrstvy pro měřící body doby dozvuku.

Tím jste si vytvořili a nadefinovali všechny potřebné vrstvy a můžete pokračovat kliknutím na ikonu programu ArcMap  ArcMap , která je umístěná v horní liště panelu nástrojů. Program ArcCatalog si nechte otevřený.

V programu ArcMap zvolte vytvoření nové prázdné mapy. Program ArcCatalog si zmenšete, označte si vytvořené vrstvy a jednoduchým přetáhnutím si je vložte do prostředí ArcMap. Jednotlivé vrstvy se vám zobrazí v levé části pod sebou. Můžete je mezi sebou přehazovat a měnit tak prioritu jejich zobrazení. Nejvýše umístěná vrstva má nejvyšší prioritu a bude překrývat vrstvy pod sebou. Dále je můžete nastavit jako viditelné nebo ne, pouhým zaškrtnutím políčka u názvu. Navíc můžete změnit jejich symbol, kterým budou vykreslovány na mapě.

Před samotným kreslením je nutno si nastavit dobré měřítko, aby kreslená mapa byla ve správných jednotkách. V horní liště vybereme **View (zobrazení)** → **Data Frame Properties (nastavení rámce dat)** → **General (obecné)** a v poli **Units (jednotky)** a v obou lištách nastavíme **meters (metry)**. A v poli **Reference Scale (měřítko)** nastavíme vhodné měřítko. Nastavení si můžeme ověřit pomocí nástroje pro měření délky  , kde si nastavíme zobrazovanou jednotku metry.

Pro kreslení mapy vyberte **Editor** → **Start Editing**. Nyní jste v módu pro editaci mapy. V poli **Target** vyberte vrstvu, kterou budete editovat. Editace se provádí pomocí nástroje pro kreslení . Pomocí něj nakreslete mapu měřené místnosti. Pro editaci jiné vrstvy si ji nezapomeňte přehodit v poli **Target**.

Po zakreslení všech vrstev a vytvoření požadované mapy místnosti, se zapíše naměřené hodnoty vámi předem nadefinovaných atributů. Pravým tlačítkem myši klikněte vlevo na vrstvu s měřenými body pro hluk a zvolte položku **Open Attribute Table**. Objeví se tabulka, kde uvidíte pole nadefinované vámi již v programu ArcCatalog (např. aku_tlak). Zde pro každý bod měření zapíšete naměřenou hodnotu akustického tlaku.

Pro zobrazení hodnot na mapě kliknete pravým tlačítkem na vrstvu a vyberete **Properties (vlastnosti)** → **Labels (označení)**, kde zaškrtnete možnost **Labels features in this layer** a v poli **Text string (textový řetězec)** zvolíte nadefinovaný atribut (např. aku_tlak).

Pro vykreslení hlukové mapy přes celou místnost, můžete využít vrstvy nazvané např. „hranice_měření“. Tuto vrstvu nakreslete tak, aby pokrývala úplně celou místnost. Poté vyberte v menu nadstavbu **Spatial Analyst** → **Options (nastavení)** → **Extent (rozsah)** a zde vyberte možnost **Same as Layer „hranice_měření“** a potvrďte.

Dále zvolte opět **Spatial Analyst** → **Interpolate to raster** → **Spline**. Objeví se tabulka, ve které nastavíte pole **Input Points** vámi požadované vstupní data (tedy vrstvu s měřícími body pro hluk nebo doby dozvuku) a v poli **Z value fields** nastavíte atribut, podle kterého má být mapa vykreslena (např. aku_tlak) a potvrďte. Pokud je vše v pořádku vykreslí se hluková mapa (mapa doby dozvuku) a v levé části se zobrazí nová vrstva.

Pro lepší zobrazení mapy klikněte pravým tlačítkem na nově vytvořeno vrstvu a vyberte **Properties (vlastnosti)** → **Symbolology (symbolika)** zde změňte barvu zobrazení (zelená přechází směrem doprava v červenou). V poli **Classification (klasifikace)** ponechte **Classes (třída)** na hodnotě 9. Na konec klikněte levým tlačítkem myši v tabulce na políčko **Label** → **Format Labels** a v kategorii **Numeric** v poli **Rounding (zaokrouhlení)** změňte hodnotu **Nuber of signifiant digits** na 3 a potvrďte. Tím jste dosáhli, že se na mapě budou zobrazovat hodnoty zaokrouhleny na tři platné číslice.

Vytvořené mapy si uložte pomocí **File (soubor)** → **Export Map**, kde zvolte formát JPEG nebo si ji můžete uložit pomocí PrintScreen a vložit do malování.

5. Všechny naměřené výsledky a poznatky zpracujte do přehledné zprávy o měření.

Použité přístroje a pomůcky:

- Acoustilyzer NTI AL1 pro měření hluku a doby dozvuku
- Počítač s nainstalovaným softwarem ArcGIS desktop 9.2
- Ruční vrtačka
- Nafukovací balónky
- Manuál k obsluze přístroje AL1