

MÝTY A PRAVDY O VETERNÝCH ELEKTRÁRŇACH Z POHLADU AKUSTIKA

Michal Bugala¹ a Ján Šimo¹

¹Klub ZPS vo vibroakustike s.r.o., Vojtecha Tvrdého 23, SK 010 01 Žilina

vibroakustika(at)vibroakustika.sk

Abstract Noise as the biggest myth in green energy was not created by disgruntled citizens but by the proponents of EIA's intentions. If in the course of 15 years, almost 100 plans for wind farms have been submitted and each future power plant must go through a strict approval process, during which the expert committee also evaluates the impact on people and the environment, then the question arises as to what the expert committee evaluates, when none of the submitted the basic principles of EIA assessment, namely the comparison of the zero variant with the variant after implementation, are not followed. After 15 years of colorful graphic presentations of calculation models, which represent the prediction of the effect of noise in the environment, not its objectification by measurement, it is time to move to a serious assessment in compliance with the principles of EIA, taking into account the inhabitants who will be forced to live in new conditions around wind farms. The preventive approach is not only purely scientific and asks the question "when do we know enough to be did they act as if something were causal?"

Abstrakt Hluk ako najväčší mýtus v zelenej energetike nevytvorili občania, ale predkladatelia zámerov EIA. Pokiaľ v priebehu 15 rokov bolo doposiaľ predložených takmer 100 zámerov na veterné parky a každá budúca elektrárň musí prejsť prísny schvaľovacím procesom, pri ktorom odborná komisia hodnotí aj vplyv na človeka a životné prostredie, tak sa natíska otázka čo odborná komisia hodnotí, keď ani v jednom predloženej zámere nie sú dodržané základné princípy posudzovania EIA a to porovnanie nulového variantu s variantom po realizácii zámeru. Po 15-tich rokoch farebných grafických prezentácií výpočtových modelov, ktoré predstavujú predikciu pôsobenie hluku v životnom prostredí, nie jeho objektivizáciu meraním je načase prejsť k serióznemu posudzovaniu pri dodržaní princípov EIA s prihliadnutím na obyvateľov, ktorí budú donútení žiť v nových podmienkach v okolí veterných parkov. Preventívny prístup nie je len čisto vedecký a kladie si otázku „kedy vieme dosť na to, aby sme konali, ako keby niečo bolo kauzálne?“

Úvod do problematiky

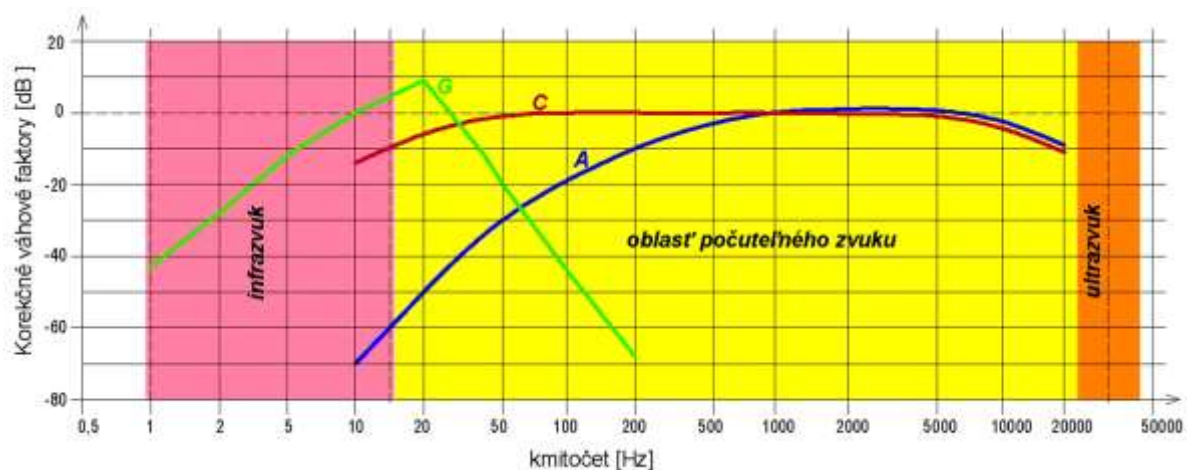
V Slovenskej republike požiadavky na ochranu zdravia upravuje (1) a (2). V zmysle uvedených predpisov je ochrana zdravia pred hlukom zabezpečená, ak posudzované hodnoty určujúcich veličín hluku, infrazvuku a vibrácií nie sú vyššie ako prípustné hodnoty ustanovené pre vonkajšie a vnútorné prostredie budov pre deň, večer a noc. Dopad hluku, infrazvuku a vibrácií v záujmovom území je potrebné vyhodnotiť v rozsahu povinného hodnotenia v každom prípade osobitne v schvaľovacom konaní v zmysle (3).

Vibroakustická štúdiá v rozsahu hodnotenia navrhovanej činnosti musí minimálne obsahovať:

- projekty ročných monitoringov pre všetky zložky životného prostredia u ktorých sa predpokladá dopad na ľudí, žijúcich v záujmovom území
- projekty ročných monitoringov pre všetky zložky životného prostredia u ktorých sa predpokladá dopad na flóru a faunu v záujmovom území
- namerané hodnoty pre zdroje a intenzitu hluku a vibrácií

- metodiku merania použítú pri monitoringu, ktorá musí umožniť verifikovať merania pred a po inštalácii navrhovanej činnosti.
- výsledky merania vykonaného v zmysle metodiky odborne spôsobilými osobami prostredníctvom akreditovaných laboratórnych pracovísk podľa STN EN ISO/IEC 17025 s požadovaným rozsahom činnosti.
- návrh opatrení na základe výsledkov monitoringov na elimináciu nepriaznivých účinkov veternej elektrárne s preukázaním opatrení v etape výstavby aj v etape prevádzky navrhovanej činnosti.
- záznam o oboznámení občanov o zámere pred jeho zverejnením
- objektivizáciu hluku meraním nulového variantu v záujmovom území vo vonkajšom prostredí s doloženou metodikou merania na základe ktorej bude možné namerané hodnoty hluku, infrazvuku a vibrácií pred výstavbou v záujmovom území porovnať s hodnotami po výstavbe veternej elektrárne.
- informatívne hodnoty určujúcej veličiny hluku vo vonkajšom prostredí určené predikciou vo frekvenčnom pásme stredných frekvencií tretinooktávových pásiem v rozmedzí od $f_i = 63$ Hz do $f_i = 8,0$ kHz, ktoré majú pre účely vyhodnotenia ochrany a podpory verejného zdravia informatívny charakter.
- objektivizáciu zvuku a infrazvuku meraním vo vnútornom prostredí budov. Pri hodnotení infrazvuku sa súbežne zaznamenáva rýchlosť vibrácií vo frekvenčnom rozsahu infrazvuku na povrchoch, ktoré obklopujú hodnotenú miestnosť metódou skúmania s využitím stabilného a premenlivého faktora vyžarovania.
- projekt monitoringu hluku, infrazvuku a vibrácií v zmysle naplnenia povinnosti zo zákona č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých predpisov v § 39 ods. 1 ten kto vykonáva navrhovanú činnosť posudzovanú podľa tohto zákona, je povinný zabezpečiť jej sledovanie a vyhodnocovanie.
- hodnoty hluku, infrazvuku a ultrazvuku na faunu v záujmovom území veterného parku musia byť zaznamenané v rozsahu požadovaných frekvenčných bez aplikácie váhových filtrov.

Základné pojmy



Obr. 1 Frekvenčné váhové charakteristiky pre počuteľný zvuk, filter A, C a pre infrazvuk, filter G

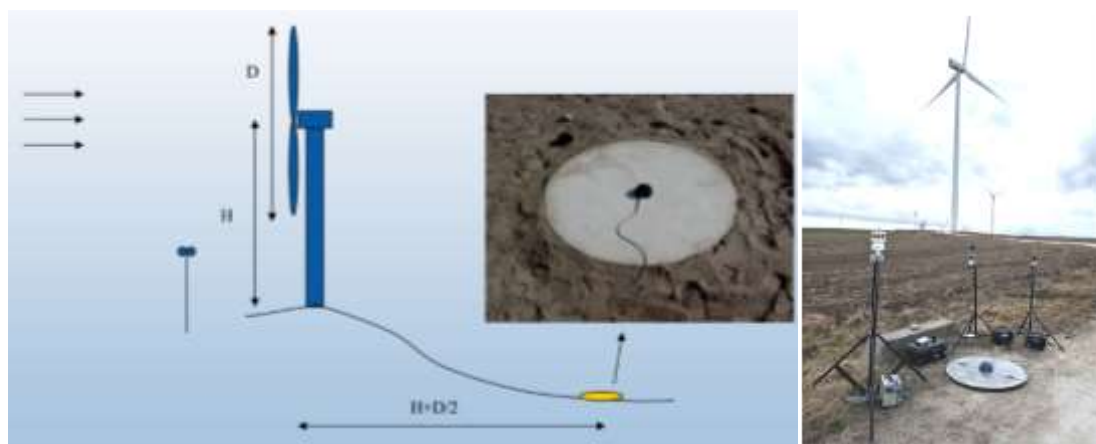
- Hluk, infrazvuk a vibrácie sa merajú určenými meradlami s použitím postupov , ktoré umožnia stanoviť posudzované hodnoty určujúcich veličín,
- počuteľný zvuk je zvuk vo frekvenčnom rozsahu tretinooktávových pásiem s menovitými strednými frekvenciami od 20 Hz do 20 kHz,
- infrazvuk je zvuk vo frekvenčnom rozsahu tretinooktávových pásiem s menovitými strednými frekvenciami pod 16 Hz,
- určujúca veličina je fyzikálna veličina, ktorá charakterizuje hluk, infrazvuk alebo vibrácie a používa sa na hodnotenie nepriaznivých účinkov hluku, infrazvuku alebo vibrácií z hľadiska ochrany verejného zdravia,
- prípustné hodnoty určujúcich veličín sú dohodnuté úrovne určujúcich veličín, ktorých neprekráčovanie sa považuje za dostatočné zabezpečenie ochrany verejného zdravia podľa súčasného stavu poznania a ekonomickej úrovne spoločnosti,
- posudzovaná hodnota je hodnota, ktorá sa porovnáva s prípustnou hodnotou. Je to nameraná hodnota alebo z nameranej hodnoty odvodená hodnota určujúcej veličiny zväčšená o hodnotu neistoty merania a v prípade potreby upravená korekciami a stanovená vzhľadom na referenčný časový interval. V prípade predikcie hluku je to predpokladaná hodnota určujúcej veličiny vrátane príslušnej neistoty, (2)
- rýchlosť vibrácií efektívna alebo maximálna hodnota zložky rýchlosti vibrujúceho povrchu v smere kolmom ku vibrujúcemu povrchu (7)

Objektivizácia hluku meraním vo vonkajšom prostredí

Výsledky merania hluku vo vonkajšom prostredí nie je možné použiť na účely objektivizácie a hodnotenia z hľadiska ochrany a podpory verejného zdravia v prípade nedodržania podmienok merania a hodnotenia uvedených vo (2).

- ak je meraný rozdiel hladiny posudzovaného zvuku a hladiny hluku pozadia menší ako 3 dB alebo rýchlosť vetra je väčšia ako 5 m.s^{-1} nie sú dodržané podmienky na objektivizáciu hluku a musia sa použiť technické metódy merania zavedené v medzinárodných normách, poprípade doložený validovaný merací postup laboratória.

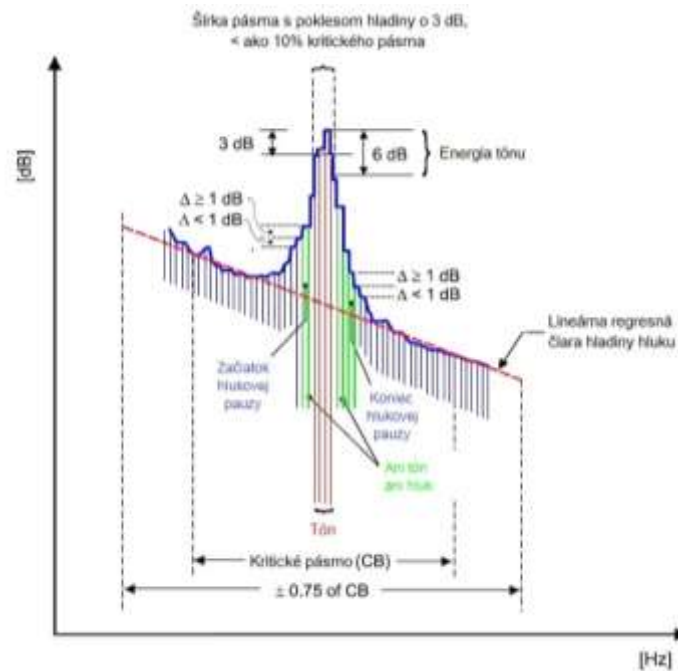
Medzinárodná norma (5) stanovuje jednotnú metodiku merania a vyhodnotenia akustických emisií veterných elektrární pre použitie projektantov alebo schvalovacích orgánov s ohľadom na predpisy týkajúce sa životného prostredia alebo na požiadavky pre povoľovanie novej alebo renovovanej veternej elektrárne.



Obr. 2 Technické meranie akustických vlastností veternej turbíny (9) vo vzdialenosti $H+D/2 = 105 \text{ m}$.

Posúdenie počiteľnosti tónových zložiek v hluku

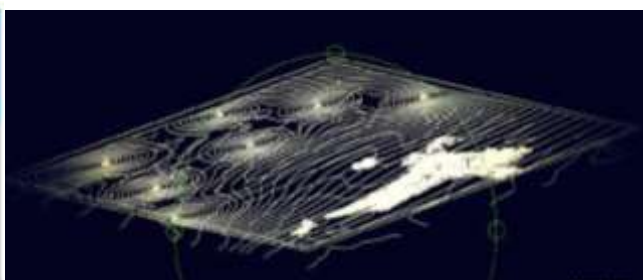
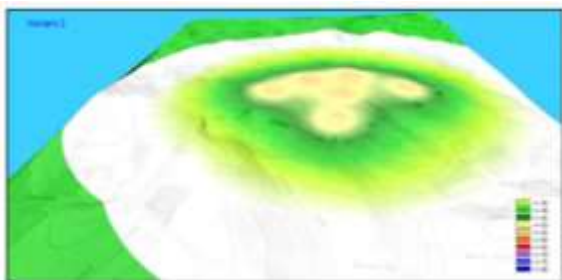
Tónový zvuk je zvuk charakterizovaný jednou frekvenčnou zložkou alebo zložkami úzkeho pásma, ktorý sa počiteľne vyníma z výsledného zvuku. Cieľom objektívnej metódy posúdenia počiteľnosti tónových zložiek v hluku je posúdiť dôležitosť tónov vo vonkajšom prostredí, tak ako ich vnímajú exponované osoby (10). Dokumentácia pri analýze musí obsahovať počet priemerných spektier, časovú periódu merania a efektívnu analýzu šírky pásma, časové okno, časové a frekvenčné váženie. Typické spektrum s uvedením polohy kritického pásma a priemernú hladinu v tomto pásme.

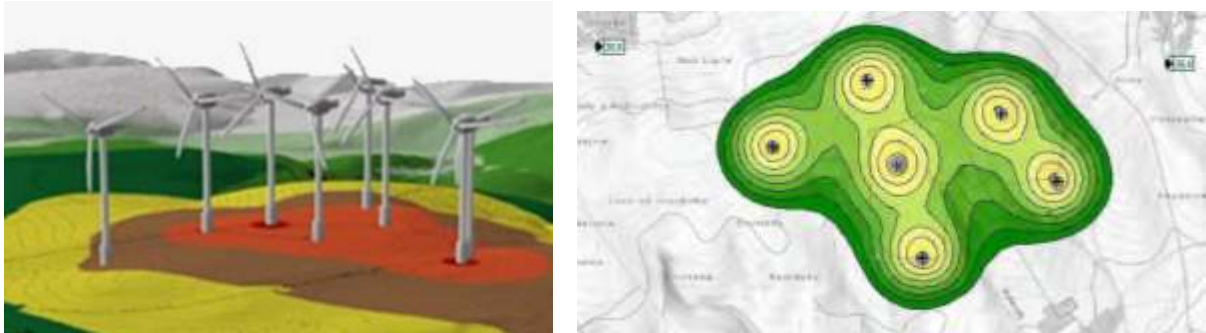


Obr. 3 Výpočet tónovej počiteľnosti ΔL_{ta} a určenie korekcie na výskyt tónovej zložky Kt.š

Predpokladaná hodnota určujúcej veličiny hluku vo vonkajšom prostredí určená predikciou

Predkladané odhady dôsledkov realizácie projektovaného zámeru v území vykonané výpočtom očakávaných hodnôt sú ovplyvnené vhodne zvolenými určujúcimi ukazovateľmi (napr. použitý frekvenčný rozsah výpočtu) a ďalších obmedzení rozhodujúcich o predpokladanej hlukovej záťaži exponovaných osôb v chránenom vonkajšom priestore. Bolo by vhodné, keby tvorcovia vizualizácií uviedli halucinogén, ktorý užívajú pri práci aby aj odborná komisia, ktorá hodnotí vplyv na človeka a životné prostredie v predkladaných vizualizáciách mala šancu objaviť dôkaz o zabezpečení ochrany zdravia obyvateľov, ktorí budú donútení žiť v nových podmienkach v okolí veterných parkov.

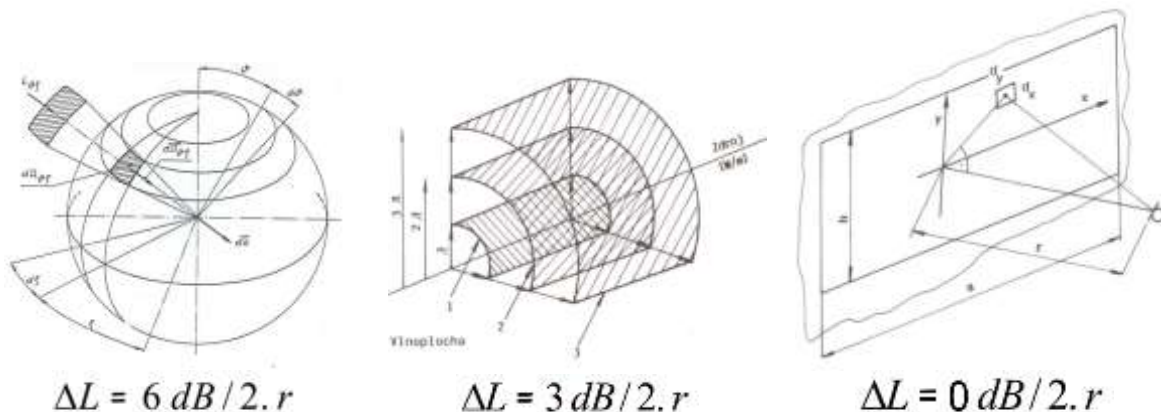




Obr. 4 Príklady „vedeckej vizualizácie“ splnenia ochrany a podpory verejného zdravia zvolených určujúcich ukazovateľov hluku výpočtom formou „what-if“ teda, „čo sa stane, keď“...“

Predikcia vo frekvenčnom pásme stredných frekvencií tretinooktávových pásiem v rozmedzí od $f_t = 63 \text{ Hz}$ do $f_t = 6,3 \text{ kHz}$ má pre účely vyhodnotenia ochrany a podpory verejného zdravia informatívny charakter.

Útlm šírenia vypočítaný pre hodnotený zdroj vyvolá zmenu hladiny zvuku v závislosti od vzdialenosti podľa typu zdroja zvuku a vychádza z obcej vlnovej rovnice:



Obr. 5 Zmena hladiny akustického tlaku na dvojnásobku vzdialenosti od zdroje

Objektívizácia zvuku a infrazvuku meraním vo vnútornom prostredí budov.

Zvuk a infrazvuk vo vnútornom prostredí budov sa hodnotí vo výške $1,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ nad podlahou a najmenej $0,5 \text{ m}$ od stien miestnosti. Pri meraní v bytoch, lôžkových oddeleniach nemocníc, škôlkach a iných miestnostiach na spanie sa meria i v blízkosti miesta hlavy pri spaní a v miestach maximálneho zvukového poľa, ak sa takéto miesta nachádzajú v priestore zdržiavania sa ľudí. Pri hodnotení infrazvuku sa súčasne zaznamenáva rýchlosť vibrácií vo frekvenčnom rozsahu infrazvuku na povrchoch, ktoré obklopujú hodnotenú miestnosť metódou skúmania s využitím stabilného a premenlivého faktora vyžarovania.

Určujúcou veličinou pri hodnotení infrazvuku vo vnútornom prostredí budov je podľa (2) najnepriaznivejšia jednoodhodinová ekvivalentná hladina G infrazvuku $L_{G_{eq,1h,p}} = 90 \text{ dB}$, pre časový interval deň, večer a noc.

Medzinárodná norma (6) popisuje štandardný postup merania a normatívneho hodnotenia nízko-frekvenčného zvuku v rozsahu tretinooktávových pásiem so strednými frekvenciami $f_{t,8\text{Hz}} - f_{t,100\text{Hz}}$. Okrem normatívneho hodnotenia je doporučené dodatočné posúdenie vo frekvenčnom rozsahu tretinooktávových pásiem so strednými frekvenciami $f_{t,1\text{Hz}} - f_{t,20\text{Hz}}$.

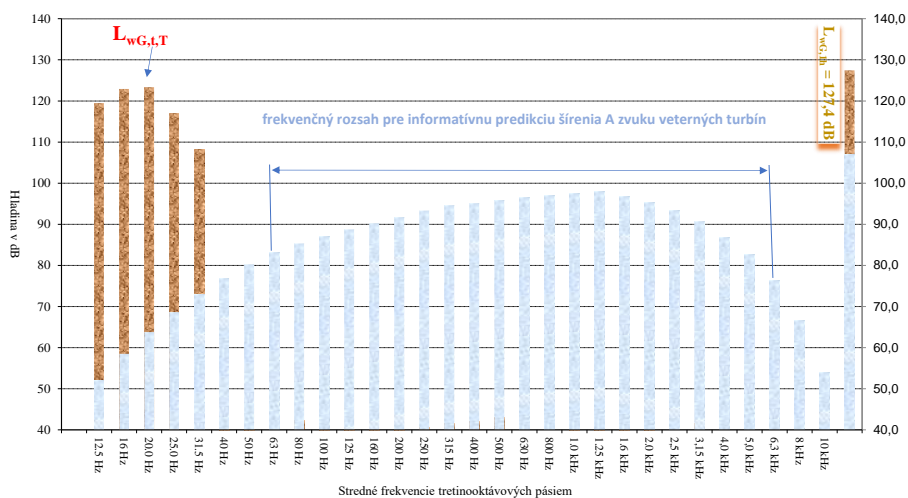
Pri hodnotení nízko-frekvenčnej zložky hluku šírenej vzduchom vo vnútornom prostredí budov v rozsahu tretinooktávových pásiem so strednými frekvenciami $f_{t,8\text{Hz}} - f_{t,100\text{Hz}}$ sa v odborných publikáciách popisuje vyhodnotenie sekundárnej zložky zvuku šírenej konštrukciou budovy a to vo forme doplnenia merania efektívnej v_{ef} a maximálnej v_{max} rýchlosti vibrácií vo frekvenčnom rozsahu tretinooktávových pásiem so strednými frekvenciami $f_{t,1\text{Hz}} - f_{t,80\text{Hz}}$ na plochách, ktoré obklopujú vnútorný chránený priestor.



Obr. 6 Kontaktné (obr. vľavo) a bezkontaktné meranie (obr. vpravo) rýchlosti vibrácií na povrchoch, ktoré obklopujú hodnotenú miestnosť, metódou skúmania stabilného a premenlivého faktora vyžarovania zložky infrazvuku šírenej technikou seizmicitou

Tab.1 Porovnanie hladín v tretinooktávových frekvenčných pásmach nevážených akustických výkonov $L_{w,t}$ vážených filtrom A, $L_{wA,t}$ a filtrom G $L_{wG,t}$ pre pásma nízkych frekvencií.

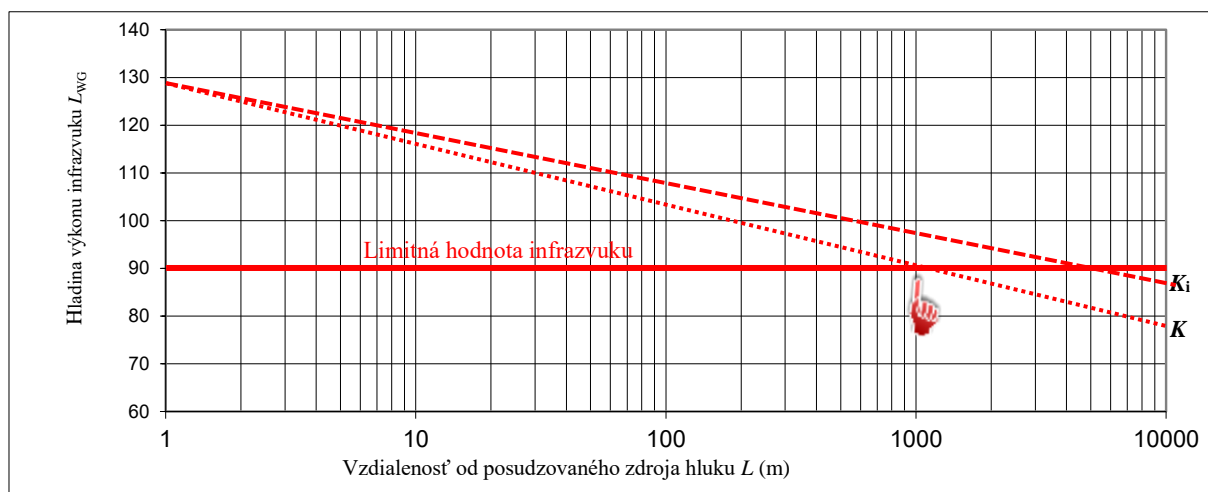
Menovitá frekvencia 1/3 (Hz)	Váhová funkcia A (dB)	$L_{wA,t}$ (dB)	$L_{w,t}$ (dB)	Váhová funkcia G (dB)	$L_{wG,t}$ (dB)
12,5	-63,4	52,0	115,4	4,0	119,4
16,0	-56,7	58,5	115,2	7,7	122,9
20,0	-50,5	63,8	114,3	9,0	123,3
25,0	-44,7	68,6	113,3	3,7	117,0
31,5	-39,4	72,9	112,3	-4,0	108,3



Obr. 7 Určujúcou veličinou pri hodnotení infrazvuku vo vnútornom prostredí budov je podľa (2) najnepriaznivejšia jednodinová ekvivalentná hladina G infrazvuku $L_{G\text{eq},1\text{h},p} = 90$ dB pre deň, večer a noc.

Pri návrhu veterného parku v procese EIA sa požaduje dodržiavať vzdialenosti najbližších obytných území od veterných elektrární podľa (11)

- i. ak je výška veternej turbíny viac ako 25 m ale nepresahujúca 50 m: minimálna vzdialenosť 1000 m
- ii. ak je výška veternej turbíny viac ako 50 m ale nepresahujúca 100 m: minimálna vzdialenosť 1500 m
- iii. ak je výška veternej turbíny viac ako 100 m ale nepresahujúca 150 m: minimálna vzdialenosť 2000 m
- iv. ak je výška veternej turbíny viac ako 150 m: minimálna vzdialenosť 3000 m



Obr. 8 Verifikácia šírenia infrazvuku vo vonkajšom prostredí v závislosti od koeficientu útlmu šírenia K (počas teplotnej inverzie K_i), pred a po realizácii zámeru v zmysle dokladovanej metodiky (8)

Konflikt záujmov

Autori na svoju česť prehlasujú, že nie sú v konflikte záujmov vo vzťahu k obsahu príspevku ani žiadnej jeho časti.

Literatúra

- (1) Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia
- (2) Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí, v platnom znení.
- (3) Zákon č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov.
- (4) STN EN ISO/IEC 17025: 2018, Všeobecné požiadavky na kompetentnosť skúšobných a kalibračných laboratórií.
- (5) STN EN 61400-11:2013 Veterné elektrárne. Časť 11: Technika merania akustického hluku
- (6) E DIN 45680:2020-06 Measurement and assessment of low-frequency noise immissions
- (7) STN P CEN ISO/TS 7849-1.2 Akustika. Stanovenie hladín akustického výkonu šíreného vzduchom pomocou merania vibrácií s využitím pevného alebo odpovedajúceho činiteľa vyžarovania
- (8) https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p599.pdf
- (9) Archív Klubu ZPS vo vibroakustike, s.r.o.
- (10) STN ISO 1996-2:2019-07 Akustika. Opis, meranie a posudzovanie hluku vo vonkajšom prostredí. Časť 2: Určovanie hladín akustického tlaku
- (11) Metodické usmernenie úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky pod č. OHŽPaZ/7155/2023 zo dňa 21.7.2023