

Životní prostředí – klima a energie

Větrné elektrárny – má infrazvuk vliv na zdraví?



Větrné elektrárny nepotřebují mnoho místa, jsou rychle postaveny a levně dodávají energii z obnovitelných zdrojů. Ale co nežádoucí účinky?

Díky větru je možné efektivně získávat obnovitelnou energii. Stejně jako u jakékoli nové technologie, i zde je třeba včas uvažovat o vlivu na člověka a životní prostředí. Je známo, že větrné turbíny generují šum, a v současnosti se právě tento fakt bere v úvahu při hledání vhodných lokalit. Zároveň se však stále znovu objevují obavy, že kromě slyšitelného zvuku vzniká při provozu těchto zařízení i infrazvuk působící na lidi a ohrožující jejich zdraví. Ale co je infrazvuk? Jak vzniká? Ohrožuje zdraví doopravdy? Konec konců existuje i infrazvuk vznikající z přírodních zdrojů, jako například hrom nebo mořský příboj.

U infrazvuku se jedná o tóny, které jsou tak hluboké, že je lidské ucho obvykle nevnímá. Pouze tehdy, je-li hladina velmi vysoká (takřikajíc hlasitost), můžeme infrazvuk slyšet nebo cítit.

Vědecké studie ukazují, že infrazvuk může mít dopad pouze tehdy, když jej mohou lidé vnímat. Hladiny infrazvuku generované větrnými turbínami jsou ale v okolí obytných budov výrazně pod limitem slyšitelnosti a vnímání. Proto dle současných vědeckých poznatků nezpůsobují větrné turbíny žádnou újmu, pokud jde o pohodu a zdraví člověka.

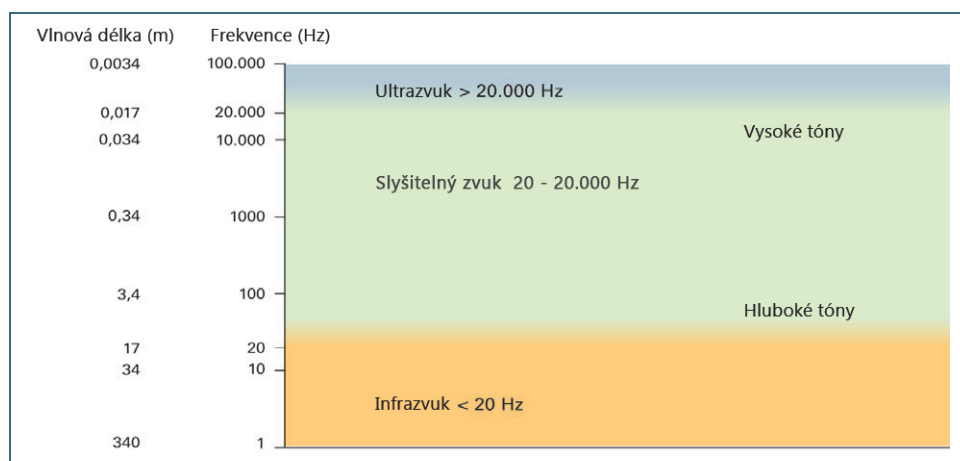
1 Co je infrazvuk?

Zvuk se šíří vzduchem rychlostí kolem 343 metry za sekundu, což odpovídá 1 235 kilometrům za hodinu. To se také nazývá rychlost zvuku. Přitom se kolísání tlaku vzduchu šíří jako zvukové vlny.

Zda je nějaký tón spíš vysoký nebo nízký závisí na jeho frekvenci, která se měří v jednotce Hertz (Hz): Jeden Hertz je jednotka kmitočtu (frekvence) za sekundu. Hluboké tóny mají nízkou frekvenci, tedy malé číselné hodnoty, vysoké tóny mají vysokou frekvenci:

- Zvukové vlny s frekvencí od 20 do 20 000 Hz jsou označovány jako **slyšitelný zvuk**. V tomto pásmu člověk rozlišuje výšky tónů a hlasitosti. Hluboké tóny od 20 do 60 Hz sice slyšíme, ale jen těžko rozpoznáváme jejich výšku. Mnohem jemnější je sluch od 60 do 20 000 Hz – v tomto kmitočtovém pásmu se obvykle pohybuje řeč a hudba. Nejcitlivější je lidské ucho pro střední frekvenci od 500 do 5 000 Hz.
- Zvukové vlny s frekvencí nad oblastí lidského sluchu jsou označovány jako **ultrazvuk**. Netopýři se orientují například ultrazvukovým voláním, aby si vytvořili zvukový obraz svého okolí. V lékařství se ultrazvuk používá pro zobrazení vnitřních tkání lidského těla, například v těhotenství nebo po úrazech.
- Zvuk šířící se vzduchem s frekvencí pod 20 Hz je definován jako **infrazvuk**¹. Lidské ucho není schopné v tomto pásmu již zaznamenat žádný zvuk. Naproti tomu sloni a plejtváci obrovští však mezi sebou komunikují na velké vzdálenosti pomocí infrazvuku.
- **Nízkofrekvenční zvuk** je rozsah pod frekvencí 100 Hz, obsahující infrazvuk a pro lidské ucho ještě slyšitelné hluboké tóny.

Zvukové vlny jsou periodickým kolísáním tlaku vzduchu a šíří se vzduchem jako vibrace. Nízkofrekvenční oscilace mají mnohem delší vlnovou délku než slyšitelný zvuk se svou vysokou frekvencí: při 20 000 Hz je vlnová délka cca. 1,7 cm, při 20 Hz cca. 17 metrů. Při 10 Hz je vlnová délka přibližně 34 m, při 1 Hz asi 340 metrů.



Obr. 1:
Jak dobře člověk slyší okolní zvuk, závisí i na frekvenci zvuku.

¹ ISO 7196, březen 1995: Acoustics – Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements

2 Jak lidé vnímají infrazvuk?

Lidé vnímají zvuk primárně uchem. Tento akustický vjem označujeme jako „slyšení“. Nicméně při nízkých frekvencích (pod 100 Hz) se snižuje vnímání výšky tónů – v rozsahu infrazvuku zmizí pak úplně. Slyšení v užším smyslu slova tedy již neexistuje. Nicméně lze i v podzvukovém rozsahu nějak „naslouchat“: proto však jsou nutné výrazně vyšší hladiny hluku, než u slyšitelného zvuku. Při vyšších hladinách hluku lze vnímat nízkofrekvenční zvuk i hmatově (taktilně) a smyslem pro rovnováhu (vestibulárně).

Kde tedy leží hranice mezi slyšením a tichem? Pro popsání této meze byl definován práh slyšitelnosti, a tak zvaný práh vnímání:

- **Práh slyšitelnosti** udává, jak hlasitý musí být zvuk, aby mohl být vnímán lidským sluchem. To se u jednotlivých lidí liší. Proto se používá statistická hodnota, takzvaný medián: při této hodnotě neslyší polovina populace specifický tón frekvence na zadané úrovni, dalších 50 procent jej ale slyší. U infrazvuku v tomto případě existuje jedna zvláštnost: rozdíly individuálního prahu slyšitelnosti v infrazvukovém rozsahu jsou výraznější než u slyšitelného zvuku. Lze vycházet z toho, že individuální práh slyšitelnosti se asi u dvou třetin obyvatel pohybuje v rozsahu plus / minus 6 decibelů (dB) kolem hodnot uvedených v tabulce 1.
- Pro posouzení silnějších individuálních rozdílů byl zaveden tzv. **práh vnímání**³. Je definován další statistickou hodnotou, a to takzvaným 90. percentilem rozložení prahu slyšitelnosti: práh vnímání tedy odpovídá úrovni zvuku, při které 90 procent populace již nemůže vnímat tón. To také znamená, že 10 procent tento tón ještě může slyšet nebo vnímat i při uvedené hladině hluku.

Dalším důležitým aspektem je výška tónu: čím nižší **frekvence**, tím vyšší musí být **hladina akustického tlaku (SPL)** – tedy hlasitost – aby člověk něco vnímal. Z tohoto důvodu musí při 8 Hz ležet hladina akustického tlaku u 100 dB, při 16 Hz však stačí 76 dB. Při 100 Hz by dokonce stačilo 23 dB.

Tab.1: Prahy slyšitelnosti² a vnímání³ v infrazvukovém frekvenčním pásmu.

Prahová hodnota	Hladina akustického tlaku SPL [dB(Z)] ⁴ při frekvenci ⁵				
	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Práh slyšitelnosti	103	95	87	79	71
Práh vnímání	100	92	84	76	68,5

² DIN 45680, březen 1997: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (Měření a vyhodnocování nízkofrekvenčních imisí hluku v okolí)

³ Návrh DIN 45680, září 2013: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen (die Überarbeitung ist derzeit noch nicht abgeschlossen) (Měření a vyhodnocování nízkofrekvenčních imisí hluku v okolí (revize není dosud uzavřena))

⁴ dB(Z): nevyhodnocená průměrná hladina akustického tlaku

⁵ frekvence kritického pásma

3 Jak působí infrazvuk na člověka?

O biologických účincích infrazvuku o vysoké hladině existuje několik studií. Méně prozkoumány jsou však účinky, jsou-li lidé dlouhodobě vystaveni nízké hladině infrazvuku. Nicméně v přírodě existují kontinuální zdroje infrazvuku s velmi nízkými hladinami, jako například vítr mírně vyšších hladin nebo dokonce lidské tělo samotné .

Zvuk s extrémně vysokými hladinami může vést nejen v oblasti slyšitelného zvuku, ale také v oblasti infrazvuku, k poškození sluchu. Při pokusech na morčatech činila například hranice, při které byla pozorována ztráta sluchu, 133 decibelů. Dokonce i pozorování na lidech naznačují, že infrazvuk může při hladinách více než 140 decibelů vést k poškození sluchu. Při hladině hluku od 185 do 190 decibelů dochází k poškození ušního bubínku.

U **infrazvuku s velmi vysokými hladinami hluku** – to jest při slyšitelném infrazvuku – se mluví o účincích na kardiovaskulární systém, které lze pozorovat jak při pokusech na zvířatech, tak i u lidí. Také únava, poruchy výkonnosti, ospalost, závrať a snížení dechové frekvence, porucha spánku a zvýšená ranní únava, ale i možné působení rezonance se uvádějí jako účinky infrazvuku nad prahem slyšitelnosti.

Počínaje **prahem slyšitelnosti** může infrazvuk obtěžovat a způsobovat poruchy, často však jde ruku v ruce infrazvuk se šelesty ve slyšitelném rozsahu. Poruchy a zátěž nelze tedy vždy jednoznačně přiřadit infrazvuku. Vychází se však z toho, že infrazvuk má vyšší účinek zátěže než slyšitelný zvuk.

Je-li hladina infrazvuku **pod prahem slyšitelnosti**, nebylo k dnešnímu dni možné v klinických studiích pozorovat žádné účinky na sluch, kardiovaskulární systém, ani jiné příznaky. Doposud však existuje jen několik studií v této oblasti. „Studie proveditelnosti o účincích infrazvuku“ Spolkového úřadu pro životní prostředí (2014) uvádí: „Dosud nebyly nalezeny žádné vědecky prokázané výsledky ohledně negativního dopadu infrazvuku pod prahem vnímání, přestože řada výzkumných prací předpokládá příslušné hypotézy.“ Někteří vědci mají tedy podezření, že určitou roli mohou hrát předchozí onemocnění: například může infrazvuk zesilovat tak zvanou kinetózu. Osoby s Menierovou chorobou – onemocněním vnitřního ucha – by mohly být citlivější na slyšitelný zvuk.

O dopadech dlouhodobého vystavení člověka infrazvuku z větrných turbín neexistují v současné době ani empirické výsledky ani komplexní prognózy. Vzhledem ke všudypřítomnému přirozenému zatížení prostředí člověka infrazvukem je však pravděpodobné, že tím, že se k němu přidá ještě minimální zatížení infrazvukem z větrných turbín, nenastanou ani dlouhodobě žádné nežádoucí účinky na zdraví.

Předchozí údaje tedy ukazují, že se zdravotní účinky infrazvuku projeví až ve slyšitelném rozsahu. Infrazvuk měřený v blízkosti větrných elektráren (imise) je ale hluboko pod prahem slyšitelnosti a vnímání.

Další informace:

ZEMSKÝ ÚŘAD PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, MĚŘENÍ A OCHRANU PŘÍRODY BÁDENSKO-WÜRTTEMBERSKO: ► [FAQ k infrazvuku](#)

4 Kde vzniká infrazvuk?

Infrazvuk se spouští vlivem fyzikálních událostí. Existují jak přírodní tak i umělé zdroje.

4.1 Přírodní zdroje

K přírodním zdrojům hluku patří například následující události a jevy:

- sopečné erupce, zemětřesení
- mořský příboj, silné mořské vlnobití
- sněhové laviny, laviny kamení
- silný nárazový vítr, bouře a nepříznivé počasí
- hrom při bouře

Pokud vznikne infrazvuk na základě povětrnostních jevů a vlnobití moře, mluví se o mikrobaromech.

Přírodní infrazvukové události obvykle dosahují vysokých hladin. Obecně lze říci, že překročí i události vyvolané umělými zdroji. Poryvy větru dosahují například „hlučnosti“ až do 135 decibelů⁶.

4.2 Umělé zdroje

Četná zařízení a lidské aktivity mohou kromě slyšitelného zvuku vydávat i vysoké hladiny infrazvuku. Příklady jsou⁶:

- velké plynové turbíny, kompresorové stanice, prorážecí stroje, zemědělské stroje, vibrační stroje, kompresory, čerpadla
- dopravní prostředky (nákladní automobily, lodě, letadla, letadlové motory, vrtulníky)
- odstřely a exploze
- sonický třesk letadel
- výkonné reproduktorové soustavy v uzavřených prostorech

Infrazvuk vzniká prakticky při všech činnostech a procesech, které vytvářejí hluk. U průmyslových zařízení se vyskytují na některých pracovištích vysoké hladiny infrazvuku. Jinak je hladina tak nízká, že infrazvuk není postřehnutelný

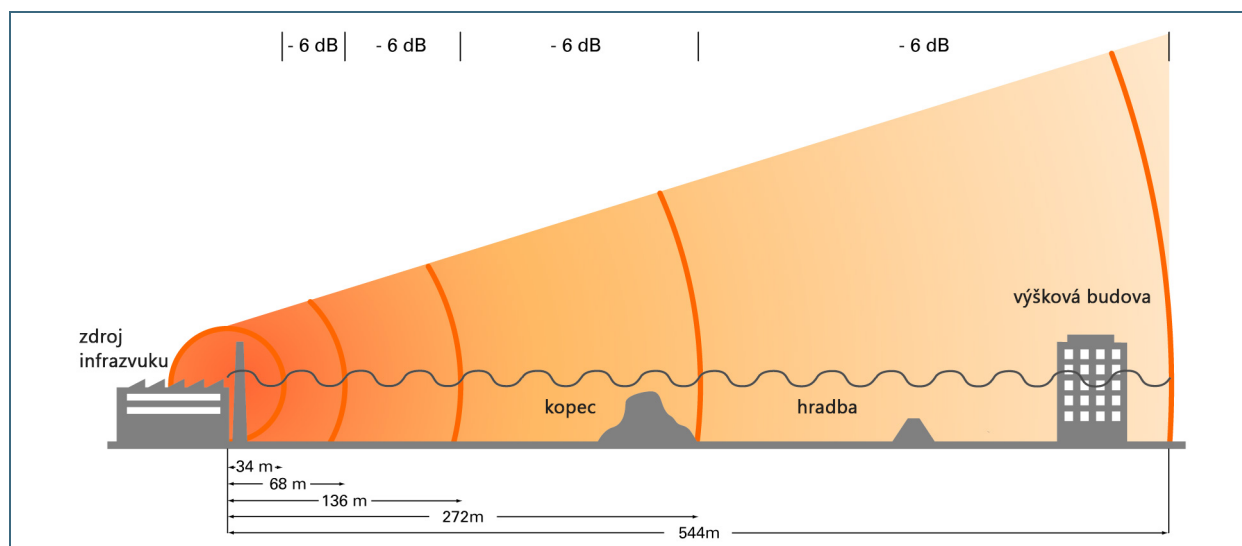


Obr. 2 a 3: Infrazvuk může pocházet z umělých i přírodních zdrojů.

⁶ BORGMANN R. (2005)

5 Jak se infrazvuk šíří?

Vzhledem k dlouhé vlnové délce má infrazvuk jiné vlastnosti, než akustický zvuk: nízkofrekvenční zvukové vlny jsou méně oslabené okolím než vlny s vysokou frekvencí, u kterých je část absorbována vzduchem nebo půdou. Kromě toho překážky, jako jsou skály, stromy, hradby nebo budovy, neodstíní účinně nízkofrekvenční vlny, protože jsou relativně malé ve srovnání s délkou vln. Při velkých vzdálenostech se tedy dlouhovlnný zvuk téměř výhradně snižuje dle geometrických zákonitostí: zdvojnásobí-li se vzdálenost, pak se energie zvuku rozděluje na čtyřnásobek plochy. V souladu s tím klesá hladina o 6 decibelů (dB).



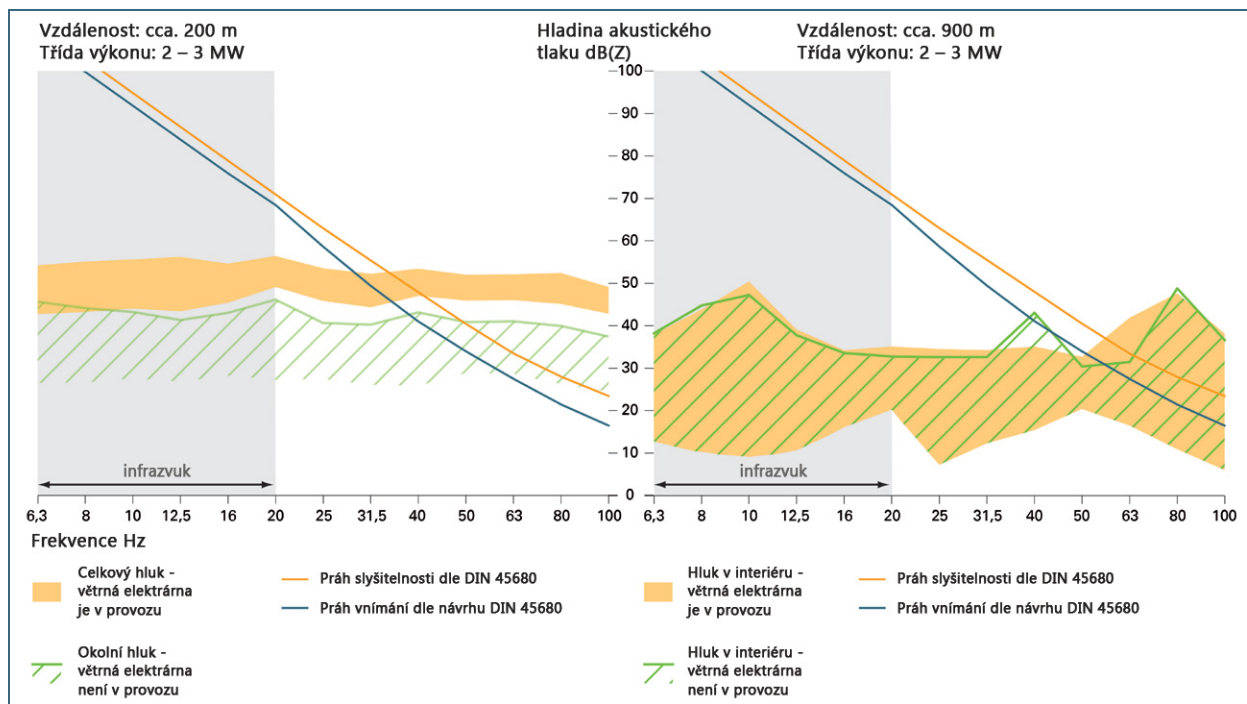
Obr. 4: Budovy, stromy a hradby obtížně tlumí infrazvuk, neboť jeho vlnová délka je větší než výška překážky. Hladina hluku se poté snižuje bez ohledu na budovy nebo terén: zdvojnásobí-li se vzdálenost, snižuje se o 6 decibelů (dB). V příkladu je znázorněn infrazvuk 10 Hz; jeho vlnová délka je 34 m.

6 Generují větrné turbíny infrazvuk?

Každý pohyb rotorů vytváří turbulence vzduchu, způsobující hluk v celém frekvenčním rozsahu. Vzhledem k tomu, že listy rotorů větrných elektráren jsou značně velké a otáčejí se pomalu, je jimi způsobovaná hladina hluku mnohem nižší než u rychle rotujících vrtulí. Vibrace listů a věže produkují nízkofrekvenční vlny. Moderní typy větrných turbín, jejichž listy jsou uspořádány na návětrné straně – tedy před věží – generují méně infrazvuku než starší zařízení, jejichž listy míjejí věž zezadu a pravidelně se dostanou do jejího závětrí.

Měření Bavorského zemského úřadu pro životní prostředí (LfU) trvale ukazují, že infrazvuk v blízkosti větrných turbín je výrazně nižší než práh slyšitelnosti a vnímání (imise): To například ukazuje dlouhodobé měření na větrné turbíně s výkonem 1 MW (typ Nordex N54)⁷. Tyto výsledky byly znovu potvrzeny v roce 2014 i pro modernější zařízení s výškou stožáru cca. 140 m (typ Enercon E-82-E2 o výkonu 2300 kW a Nordex N 117 o výkonu 2400 kW).

⁷ HAMMERL C., FICHTNER J. (2000)



Obr. 5: Měření opakovaně ukazují, že infrazvuk v blízkosti větrných turbín je výrazně nižší než práh slyšitelnosti a vnímání. To platí i v těsné blízkosti zařízení (vlevo). Při měření v obytných místnostech nelze technicky ani rozlišit, zda je zařízení vypnuté nebo v provozu (vpravo). (Měření na moderních zařízeních s výškou stožáru 140 metrů při středně silném větru 8 až 13 m/s, ve vzdálenosti 200 metrů (vlevo), 900 metrů (vpravo).)

I šetření dalších zvukových expertů ukazují, že infrazvuk produkovaný větrnými elektrárnami je hluboko pod prahem slyšitelnosti a vnímání:

- Měření v blízkosti větrné elektrárny o výkonu 1,5 Megawattů (imise) ve větrné elektrárně ve větrném parku Hohen Pritz docházejí k závěru, že ve vzdálenosti 600 metrů je křivka slyšitelnosti v infrazvukovém rozmezí výrazně podkročená. Mezi provozním stavem „Větrná elektrárna v provozu“ a šumem v okolním prostředí při vypnutém systému nelze rozeznat rozdíl, který by stál za zmínku (typ Südwind 77).⁸
- Z jisté dánské studie, v níž byly hodnoceny údaje ze 48 malých a velkých větrných elektráren (80 kW až 3,6 MW), vyplývá následující závěr: „Větrné elektrárny jistě generují infrazvuk, ale jeho hladiny jsou nízké, pokud se uvažuje o citlivosti člověka pro takové frekvence. Dokonce v blízkosti větrných elektráren je hladina akustického tlaku mnohem nižší než je obvyklá prahová hodnota slyšitelnosti, a infrazvuk se proto nepovažuje za problém u větrných elektráren stejné konstrukce a velikosti jako testovaná zařízení.“⁹
- Jak měření Zemského ústavu pro životní prostředí, měření a ochranu přírody v Bádensku-Württembersku (LUBW), tak i studie z Austrálie dále uvádějí, že infrazvuk ve venkovských oblastech je v podstatě způsoben větrem, v městských oblastech jsou hlavními zdroji (imise) technické stroje a vozidla. Naproti tomu větrné elektrárny nemají žádný zásadní vliv.¹⁰

⁸ KÖTTER CONSULTING ENGINEERS KG (2010)

⁹ Møller H., Pedersen S. (2010)

¹⁰ Evans T., Cooper J., Lenchine V. (2013)

- Zemský ústav pro životní prostředí, měření a ochranu přírody v Bádensku-Württembersku (LUBW) zkoumal v letech 2013 – 2015 nízkofrekvenční šum včetně infrazvuku. Měření se prováděla jednak v blízkosti moderních větrných elektráren, a jednak se týkala pouličního ruchu, a to v domácnostech i v městském a venkovském prostředí. Výsledek ukazuje, že infrazvuk se vyskytuje všude – větrné elektrárny k tomu nepřispívají žádným podstatným způsobem, protože jejich hladiny infrazvuku jsou jasně pod hranicí lidského vnímání.¹¹

Právní aspekty

Infrazvuk může obtěžovat, překročí-li jeho hladina práh vnímání člověka (dle návrhu normy DIN 45680³). Větrné elektrárny této hranice zdaleka nedosahují.

Problematikou infrazvuku se zabývalo již několik soudů. Správní soud ve Würzburgu došel k závěru, že „z celkového hlediska neexistují zatím žádné dostatečně vědecky podložené důkazy o tom, že by měly imise infrazvuku vyvolané větrnými elektrárnami nepříznivé účinky na člověka.

U komplexních účinků, u kterých ještě neexistují dostatečné vědecké důkazy, nepřikazuje povinná státní ochrana z čl. 2 odst. 1 ústavního zákona /GG/, aby byla přijata veškerá možná opatření.

Z tohoto důvodu není zákonodárce povinen zpřísnit limity na ochranu proti imisím (nebo poprvé ustanovit), o jejichž zdravotně škodlivých účincích nejsou žádné spolehlivé vědecké poznatky.“ (Správní soud ve Würzburgu, rozsudek ze dne 7. června 2011, č.j. AZ W 4 K 10.754)

7 Závěr

Vzhledem k tomu, že hladiny akustického zvuku v okolí (imise) generované větrnými elektrárnami jsou výrazně nižší než limity slyšitelnosti a vnímání, nemohou větrné elektrárny dle současných vědeckých poznatků vyvolat škodlivé účinky na člověka. Negativní zdravotní účinky infrazvuku lze očekávat až při velmi vysokých úrovních, které obecně pak jsou i vnímatelné. Prokázané účinky infrazvuku pod těmito prahovými hodnotami nejsou k dispozici.

8 Literatura a odkazy

BAYRISCHE STAATSREGIERUNG (2016*): ► [Energieatlas-Bayern](#)

BORGMANN R. (2005): [Nichtionisierende Strahlung – Infraschall](#). PDF, 22 S.

BRITISH WIND ENERGY ASSOCIATION (2005): [Low frequency noise and wind turbines](#). BWEA Briefing Sheet. PDF, 2 S.

SVAZ NRW (2012): [Windkraft in Nordrhein-Westfalen](#) – Fortschreibung der BUND-Position PDF, 8 S.

DOTT et al. (2007): [Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? Mitteilung der Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“](#). Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 50: 1582–1589. PDF, 8 S.

¹¹ Tisková zpráva Bádensko-Württembersko (26.02.2016) – Větrná energie nemá žádný významný vliv na infrazvuk

- HAMMERL C., FICHTNER J. (2000): [Langzeit-Geräuschimmissionsmessungen an der 1 MW-Windenergieanlage Nordex N54 in Wiggensbach bei Kempten \(Bayern\)](#). Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. PDF, 87 S.
- HEALTH PROTECTION AGENCY (2010): [Health effects of exposure to ultrasound and infrasound](#). Report of the independent Advisory Group on Non-ionising Radiation. PDF, 196 S.
- JAKOBSEN J. (2005): Infrasound emission from wind turbines. In: Journal of low frequency noise, vibration and active control 24(3): 145–155.
- KLUG H. (2002): [Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos?](#) DEWI Magazin 20. PDF, 1 S.
- KÖTTER CONSULTING ENGINEERS (2010): [Schalltechnischer Bericht Nr. 27257-1.002 über die Ermittlung und Beurteilung der anlagenbezogenen Geräuschimmissionen der Windenergieanlagen im Windpark Hohen Pritz](#). PDF, 95 S.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG:
(2016*) ► [Fragen und Antworten zum Thema Infraschall](#)
(2015) [Windenergie und Infraschall – Tieffrequente Geräusche durch Windenergieanlagen](#). PDF, 2 S.
(2016) [Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen](#). PDF 104 S.
- LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN:
(2002) [Windenergieanlagen und Immissionsschutz](#). PDF, 54 S.
(2007) [Geräuschemissionen hoher Windenergieanlagen](#). PDF, 114 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (2016): [Windkraft hat keinen relevanten Einfluss auf Infraschall](#). Pressemitteilung
- MØLLER H., PEDERSEN C.S.:
(2004) Hearing at low and infrasonic frequencies. Noise & Health 6: 37-57
(2010) [Tieffrequenter Lärm von großen Windkraftanlagen](#). PDF, 46 S.
- O'NEILL ET AL. (2011): Low frequency noise and infrasound from wind turbines. In: Noise Control Engineering Journal 59: 135–157
Salt and Lichtenhan. How does Wind Turbine Noise Affect People, Acoustics Today, 10(1), 2014
- SALT A.N., LICHTENHAN J.T. (2014): How does Wind Turbine Noise Affect People, Acoustics Today, 10(1)
- SALT A.N., HULLAR T.E. (2010): Responses of the Ear to Low Frequency Sounds, Infrasound and Wind Turbines. Hearing Research, 268 (1-2)
- SCHOMER ET AL. (2015): A theory to explain some physiological effects of the infrasonic emissions at some wind farm sites, Journal of the Acoustical Society of America, 137(3)
- UMWELTBUNDESAMT (2014): [Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall – Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen](#). PDF, 135 S.

* Citace z on-line výsledků ze dne 03.08.2016

9 Další publikace

Životní prostředí – publikace:

- ▶ [Lärm – Hören, Messen und Bewerten \(Hluk - slyšení, měření a vyhodnocování\)](#)
- ▶ [Lärm – Straße und Schiene \(Hluk - silnice a železnice\)](#)
- ▶ [Lärm – Wohnen, Arbeit und Freizeit \(Hluk - bydlení, práce a volný čas\)](#)
- ▶ [Windenergie in Bayern \(Větrná energie v Bavorsku\)](#)

Ochrana přírody v každodenním životě: ▶ [Ansprechpartner \(kontaktní osoby\)](#) und ▶ [weitere Publikationen \(další publikace\)](#)

Redakce:

Vydavatel:

Bavorský zemský úřad pro životní prostředí (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Poštovní adresa:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bavorský zemský úřad pro zdraví
a bezpečnost potravin (LGL)
Eggenreuther Weg 43
91058 Erlangen

Telefon: 09131 6808-0

Telefax: 09131 6808-2102

E-mail: poststelle@lglbayern.de

Internet: <http://www.lgl.bayern.de>

Přepřacování:

ÖIB / Dr. Stephan Leitschuh
Ref. 12 / Friederike Bleckmann, Dr. Katharina Stroh
Ref. 26 / Georg Eberle, Johann Fichtner

LGL, obor AP2, Epidemiologie práce a životního prostředí / Dr. Caroline Herr,
Dr. Bernhard Brenner, Dr. Stefanie Kolb

Obrazový materiál:

Titulní obrázek: © Vaceslav Romanov – Fotolia.com; Obr. 1: LfU; Obr. 2: © Eisen-hans - Fotolia.com; Obr. 3: © Friday - Fotolia.com; Obr. 4 a 5: LfU

Stav:

Aktuální verze: březen 2012
4. aktualizované vydání: listopad 2014
Aktualizace: srpen 2016

Ke stažení:

http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00077.htm

Překlad z německého originálu:

Renata Grimmová - FOXIE Translations
pro: Česká společnost pro větrnou energii
Internet: <http://www.csve.cz/>

Vydání je chráněno autorským právem. Všechna práva vyhrazena. Brožura bude distribuována zdarma, jakékoli komerční šíření je zakázáno. Tato brožura byla připravena s velkou pečlivostí. Přesto nelze zaručit správnost a úplnost. Za obsah externích internetových stránek neneseme odpovědnost.



BAYERN | DIREKT je Vaše přímá linka na Bavorskou státní vládu. Informace a brožury, zprávy o aktuálních tématech a internetových zdrojích, ale i odkazy na úřady, příslušné orgány a kontaktní osoby v Bavorské zemské vládě získáte telefonicky na čísle 089 122220 nebo e-mailem na direkt@bayern.de.