

Větrné elektrárny Kamenná Horka

Posouzení vlivu expozice hluku a flicker efektu na veřejné zdraví



Zdroj: Hluková studie Ing. Jiráska, duben 2026

Zadavatel: S & M Develop s.r.o.
Makovského náměstí 3147/2
616 00 Brno - Žabovřesky

Dana Potužníková

Zhotovitel: Ing. Dana Potužníková, Ph.D.

Osoba odborně způsobilá pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví podle vyhlášky MZ
ČR č. 353/2004 Sb. (Č.j. MZDR 24009/2024-2/OVZ, pořadové č. osvědčení 3/2024)

Spolupráce: Ing. Tomáš Hellmuth, CSc.

Ústí nad Orlicí, duben 2026

V textu jsou použity názvy společností a produktů, které mohou být jejich ochrannými známkami.

Bez písemného souhlasu autorizované osoby nelze tento autorizovaný protokol reprodukovat jinak než celý.

Obsah:

1.	Úvod, zadání, podklady	4
1.1	Použité pojmy	4
1.2	Úvod	5
1.3	Zadání	5
1.4	Podklady	5
1.5	Popis zájmového území	5
1.6	Popis zdrojů hluku	6
1.7	Hodnocení zdravotních rizik hluku (Health risk assessment)	7
2.	Identifikace a charakterizace nebezpečnosti	8
2.1	Zvuk a hluk	8
2.2	Základní určující ukazatele hluku	9
2.2.1	Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A, L_{Aeq,T}$	9
2.3	Vliv hluku na zdraví	10
2.3.1	Poškození sluchového aparátu	12
2.3.2	Vysoký krevní tlak-hypertenze (dále jen „HT“)	13
2.3.3	Ischemická choroba srdeční (dále jen „IČS“)	14
2.3.4	Zhoršení řečové komunikace	14
2.3.5	Obtěžování hlukem	14
2.3.6	Nepříznivé ovlivnění (poruchy) spánku	18
2.3.7	Účinky hluku s tónovou složkou	20
2.3.8	Účinky Infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku	20
2.3.9	Účinky vysoce impulsního hluku	24
2.3.10	Synergické působení hluku	25
2.3.11	Vnímání rizika a jeho komunikace	25
2.4	Vliv stroboskopického efektu a shadow flicker efektu	26
3.	Hodnocení expozice	28
4.	Charakterizace rizika	31
5.	Analýza nejistot	38
6.	Shrnutí a interpretace výsledků, závěr	41
7.	Použitá literatura	43

1. Úvod, zadání, podklady

1.1 Použité pojmy

V dokumentu se vyskytují následující pojmy a zkratky:

HRA	hodnocení zdravotních rizik expozice hluku
AN 15/04	Autorizační návod SZÚ k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí
Č.p.	číslo popisné objektu
Č. ev.	evidenční číslo objektu
zákon č. 258/2000 Sb.	zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
NV č. 272/2011 Sb.	nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů
k.ú.	katastrální území
$L_{Aeq,T}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku A za čas T
$L_{Aeq,1h}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku A za časový interval 1 hodina (noční doba)
$L_{Aeq,8h}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku A za časový interval 8 hodin (denní doba)
L_{dvn}	A-vážená dlouhodobá průměrná hladina akustického tlaku podle ISO 1996-2, stanovená po celou denní dobu roku
L_n	A-vážená dlouhodobá průměrná hladina akustického tlaku podle ISO 1996-2, stanovená po celou noční dobu roku
RD	rodinný dům
VtE	větrná elektrárna
VB	výpočtový bod
WHO	Světová zdravotnická organizace

1.2 Úvod

Na základě objednávky zadavatele S & M Develop s.r.o., Brno, bylo zpracováno posouzení vlivu expozice hluku na veřejné zdraví vyvolané případnou realizací záměru „Větrné elektrárny Kamenná Horka“. Posouzení vlivu expozice hluku na veřejné zdraví je pro zadavatele jedním z podkladů pro zpracování dokumentace EIA dle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Toto posouzení vlivu na veřejné zdraví se zabývá pouze vlivem expozice hluku a flicker efektu, protože ostatní negativní vlivy, jako chemické látky, neionizující záření, biologická agens atd. nejsou z hlediska charakteru záměru relevantní.

1.3 Zadání

Zadavatel požaduje posouzení vlivu expozice hluku na veřejné zdraví (dále i hodnocení zdravotních rizik „HRA“) predikovaných z realizace, resp. provozu záměru firmy S & M Develop s.r.o., Brno, která zamýšlí uvést do provozu čtyři větrné elektrárny (dále VtE) Enercon E-160 EP5 E3 s celkovou výškou 200 m v k.ú. Moravská Kamenná Horka.

1.4 Podklady

Zadavatel pro zpracování HRA poskytl následující podklady:

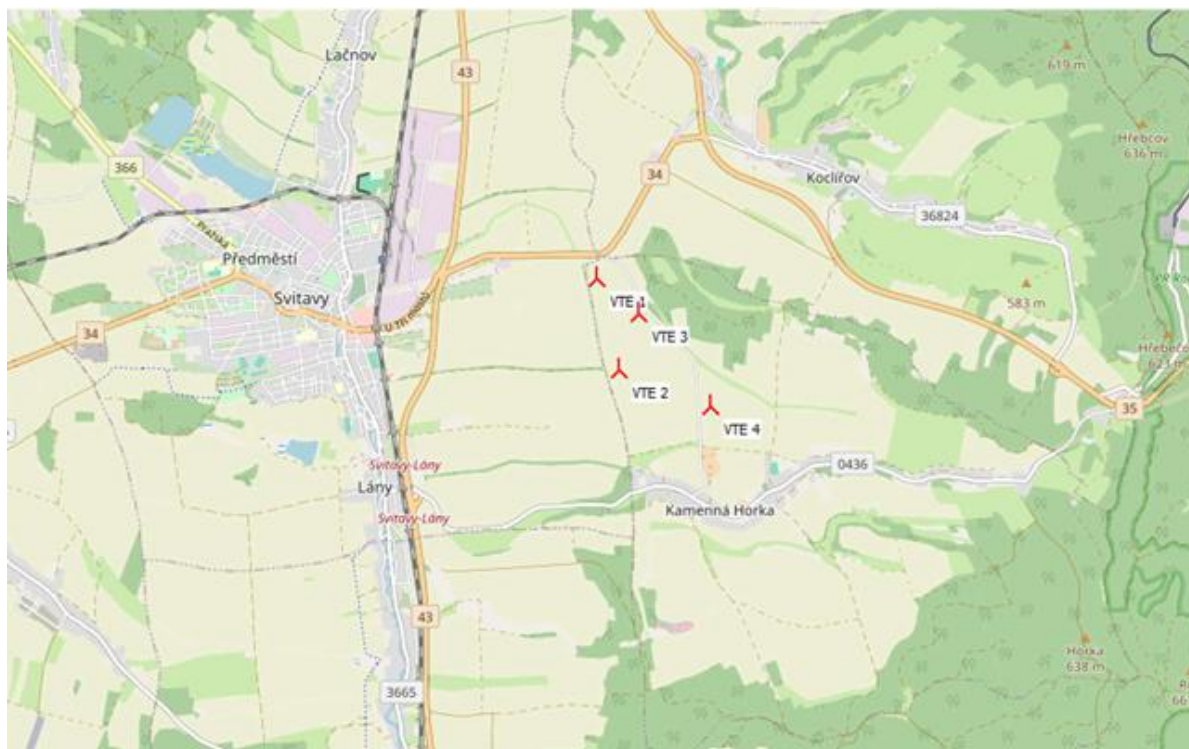
- Hluková studie „Větrné elektrárny Kamenná Horka“, Ing. Aleš Jirásk, duben 2026 (dále i „Hluková studie“),
- Vyhodnocení vlivů shadow flicker efektu na obydlené oblasti v okolí plánovaných 4 větrných elektráren „Posouzení Flicker efektu pro záměr VTE Moravská Kamenná Horka“, Integra Consulting s.r.o., duben 2026 (dále i „Flicker efekt studie“),
- Celkovou situaci VtE.

1.5 Popis zájmového území

Lokalita se nachází v Pardubickém kraji, okrese Svitavy, východně od města Svitavy mezi obcemi Kamenná Horka, Koclířov a Svitavy. Nejbližší RD obce Kamenná Horka leží ve vzdálenosti 712 m od VtE4, nejbližší RD obce Koclířov ve vzdálenosti 1 459 m od VtE1 a nejbližší BD města Svitavy ve vzdálenosti 977 m od VtE1.

Zájmové území by mohl ovlivnit provoz plánované transformovny vybavené dvěma transformátory 110/35 kV ETD ER36M-0 63 MVA, hladina akustického výkonu $L_{WA} = 75.0$ dB. Tyto zdroje jsou v provozu v denní i noční době. Hluková studie vyhodnocuje i vliv těchto zdrojů hluku.

Situace zájmového území pro HRA s vyznačením 4 posuzovaných VtE je na obr. 1.



Obrázek 1: Situace zájmového území pro HRA

Zdroj: Flicker efekt studie

Počet obyvatel podle místa registrovaného pobytu a počet domů a bytů podle údajů Českého statistického úřadu (sčítání lidu 2021, resp. údaje roku 2025) je uveden v tab. 1.

Tabulka 1: Počet obyvatel podle místa registrovaného pobytu a počet domů a bytů

Obec	Počet obyvatel	Počet domů	Počet obydlených domů	Počet bytů	Počet obydlených bytů
Kamenná Horka	357	112	87	152	118
Koclířov	726	229	190	323	264
Svitavy	16 073	2 911	2 719	7 828	7 073

Zdroj: <https://csu.gov.cz>

1.6 Popis zdrojů hluku

Předmětem záměru je výstavba 4 kusů VtE Enercon E-160 EP5 E3 o výkonu 5,56 MW s celkovou výškou 200 m v k.ú. Moravská Kamenná Horka. Navrhované VtE jsou na souřadnicích viz tab. 2.

Tabulka 2: souřadnice v S-JTSK

VtE č.	S-JTSK	
	Y	X
1	598622,9678	1097753,837
2	598510,43	1098628,33
3	598267,6743	1098129,0824
4	597687,0618	1099068,4338

V rámci Hlukové studie jsou emisní hladiny akustického výkonu L_{WA} v modu 0 $L_{WA} = 106,8$ dB při rychlosti větru $v = 8 - 15 \text{ ms}^{-1}$, měřené ve výšce gondoly.

Řídící jednotku VtE je možné naprogramovat na směr a na dobu provozu. Omezení akustického výkonu VtE může být nastaveno pouze pro noční dobu a pro natočení VtE v rozmezí určitého úhlu směrem k zástavbě. Vlastní nastavení systému je možné provést individuálně pro VtE podle měření hluku ve zkušebním provozu.

Ve výpočtech je uvažováno s provozem všech 4 VtE pouze v modulu 0, tj. nastavení na plný výkon (nejhlučnější možné nastavení).

1.7 Hodnocení zdravotních rizik hluku (Health risk assessment)

Z § 2 odst. 3 zákona 258/2000 Sb. vyplývá následující vymezení pojmů:

- 1) Veřejným zdravím je zdravotní stav obyvatelstva a jeho skupin. Tento zdravotní stav je určován souhrnem přírodních, životních a pracovních podmínek a způsobem života.
- 2) Ohrožením veřejného zdraví je stav, při kterém jsou obyvatelstvo nebo jeho skupiny vystaveny nebezpečí, z něhož míra zátěže rizikovými faktory přírodních, životních nebo pracovních podmínek překračuje obecně přijatelnou úroveň a představuje významné riziko poškození zdraví.
- 3) Hodnocením zdravotních rizik (posouzení vlivu na veřejné zdraví) je posouzení míry závažnosti zátěže populace, vystavené rizikovým faktorům životních a pracovních podmínek a způsobu života. Podkladem pro hodnocení zdravotního rizika je kvalitativní a kvantitativní odhad rizika. Výsledek hodnocení zdravotního rizika je podkladem pro řízení zdravotních rizik, čímž se rozumí rozhodovací proces s cílem snížit zdravotní rizika.

Proces hodnocení rizik (Risk Assessment) probíhá ve 4 krocích:

1. **Identifikace nebezpečnosti** – zjišťování jakým způsobem a za jakých podmínek může dané agens nepříznivě ovlivnit lidské zdraví.

2. **Charakterizace nebezpečnosti** – určení vztahu mezi dávkou a účinkem (odpovědí organismu) – kvantitativní popis vztahů mezi dávkou a rozsahem poškození, škodlivého účinku.
3. **Hodnocení expozice** – na základě znalosti dané situace se sestavuje expoziční scénář, resp. podmínky expozice, její intenzita, velikost, četnost.
4. **Charakterizace rizika** – integrace (syntéza) dat získaných v předchozích krocích, jejíž účelem je kvantitativní vyjádření míry reálného zdravotního rizika v posuzované situaci.

2. Identifikace a charakterizace nebezpečnosti

2.1 Zvuk a hluk

Zvuky jsou přirozeným průvodním projevem přírodních dějů a životní aktivity. Jsou přirozenou součástí životního prostředí člověka a mají pro něj velký význam, protože sluchem člověk přijímá významný podíl informací o svém prostředí. Zvuk je pro člověka důležitým poplašným (výstražným) a varovným signálem, varuje před nebezpečím, podněcuje aktivitu jeho nervového systému, patří k základním komunikačním prostředkům.

Zvuk může být uklidňující i dráždivý, může vyvolat emoce a ve formě hudby může přinést estetické zážitky. Zvuk a sluch tedy hrají významnou roli v individuální a společenské adaptaci člověka na prostředí. Sluch je smysl, který je v pohotovosti 24 hodin denně. Nelze ho „vypnout“. Člověk je jeho prostřednictvím schopen rozlišit zdroj zvuku a jeho lokalizaci v prostoru.

Zvuky, které jsou způsobovány zdroji nezávislými na exponované osobě a jsou příliš silné, příliš časté nebo působí v nevhodné situaci a době, však mohou na člověka působit nepříznivě. Obecně se tyto nechtěné zvuky, které ruší, obtěžují nebo mají dokonce škodlivé účinky, nazývají hlukem, a to bez ohledu na jejich intenzitu. Z těchto důvodů je hluk označován jako nechtěný zvuk, jehož účinek závisí na jeho intenzitě, časové historii a vlnové délce/frekvenci. U každého člověka existuje určitý stupeň tolerance k rušivému účinku hluku.

Je třeba rozlišovat obtěžování, které je působeno krátkodobými nebo ojedinělými expozicemi, resp. expozicemi náhodnými hluky, tj. hluky, které se v čase mění náhodně, okamžitě a nepředvídatelně (např. hlasy lidí a zvířat, některé hudební projevy, sousedské hluky apod.) a celkové obtěžování při dlouhodobém působení definovaných technických zdrojů hluku, jako např. hluk z dopravy a průmyslových zdrojů. Zatímco v prvním případě nelze stanovit kvantifikovatelnou závislost mezi okamžitou reakcí organismu a dlouhodobými účinky hluku na zdraví, ve druhém případě je díky dlouhodobému působení možné na základě dotazníkových metod objektivizovat subjektivní vjem obtěžování a získat tak kvantifikovatelný vztah mezi expozicí a odezvou. Je třeba mít na paměti, že pouhý výskyt obecného škodlivého faktoru, kterým je i hluk, ještě neznamená, že také vždy skutečně dochází k ohrožení zdraví.

2.2 Základní určující ukazatele hluku

2.2.1 Ekvivalentní hladina akustického tlaku A , $L_{Aeq,T}$

Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{eq,T}$ je určena vztahem

$$L_{eq,T} = 10 \log \left\{ (1/T) \int_0^T \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\} \text{ dB},$$

popřípadě

$$L_{eq,T} = 10 \log (1/T) \int_0^T 10^{0,1 L(t)} dt \text{ dB},$$

kde

$p(t)$ je okamžitý akustický tlak v Pa

$L(t)$ je okamžitá hladina akustického tlaku v dB

T je doba v sekundách, ke které se ekvivalentní hladina vztahuje

Pro vyjádření vlivu na zdraví se při vyjadřování akustického tlaku, expozice hluku a jeho hladin používá frekvenční vážení filtry A a C dle IEC 651 a G dle ČSN ISO 7196. Použité vážení se musí použít v označení veličiny, např. L_{pA} , L_{pAmax} , $L_{pC peak}$, $L_{Aeq,T}$, L_{CE} .

Ekvivalentní hladina akustického tlaku tedy reprezentuje průměrnou akustickou energii v daném časovém intervalu.

2.2.2 Dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku A , L_{dvn} pro den-večer-noc

$$L_{dvn} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{24} (12 \cdot 10^{0,1 L_d} + 4 \cdot 10^{0,1 (L_v+5)} + 8 \cdot 10^{0,1 (L_n+10)}) \right] \text{ dB},$$

kde

L_d je A-vážená dlouhodobá průměrná hladina akustického tlaku podle ISO 1996-2, stanovená po celou denní dobu roku

L_v je A-vážená dlouhodobá průměrná hladina akustického tlaku podle ISO 1996-2, stanovená po celou večerní dobu roku

L_n je A-vážená dlouhodobá průměrná hladina akustického tlaku podle ISO 1996-2, stanovená po celou noční dobu roku

a kde

den je 12 hodin v rozmezí od 6:00 hodin do 18:00 hodin

večer jsou 4 hodiny v rozmezí od 18:00 hodin do 22:00 hodin

noc je 8 hodin v rozmezí od 22:00 hodin do 6:00 hodin

rok je příslušný kalendářní rok, pokud jde o imisi hluku a průměrný rok, pokud jde o meteorologické podmínky

V případě neznalosti akustické situace ve večerních hodinách se používá zjednodušená veličina L_{dn} definovaná vztahem:

$$L_{dn} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{24} (16 \cdot 10^{0,1 \cdot L_d} + 8 \cdot 10^{0,1 \cdot (L_n + 10)}) \right] \quad \text{dB,}$$

Hladina L_{dvn} resp. L_{dn} je hlukovým ukazatelem (deskriptorem) pro celodenní obtěžování hlukem. Korekce +5 dB k L_v a +10 dB k L_n jsou „penalizací“, tedy odstupňovaným zvýrazněním významu večerní a noční doby pro fenomén obtěžování hlukem.

Hladina L_n je hlukovým ukazatelem pro rušení spánku.

Pokud jsou uvedené veličiny užívány k hodnocení expozice objektů z hlediska pronikání hluku do chráněných vnitřních prostorů staveb, určují se vždy pouze s ohledem na působení dopadajícího zvuku, tedy s vyloučením podílu hluku tvořeného odrazem od posuzované fasády (obvodového pláště budov).

2.3 Vliv hluku na zdraví

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení nebo poškození jeho funkcí, ke snížení odolnosti organismu vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. Při hodnocení konkrétní akustické situace je nutno o hluku uvažovat nejen z hlediska celého spektra atakovaných funkcí, ale i z hlediska fyzikálních parametrů hluku, místa a času působení. Obecně je možné přijmout tzv. Lehmanovo schéma účinků:

Hladina akustického tlaku A, L_A :

> 120 dB	možné nebezpečí poškození buněk a tkání
> 90 dB	možné nebezpečí pro sluchový orgán
> 60 až 65 dB	možné nebezpečí pro vegetativní systém
> 30 dB	možné nebezpečí pro nervový systém a psychiku

Negativní účinky hluku můžeme rozdělit na:

SPECIFICKÉ (auditivní) - s účinkem na periférii sluchového orgánu, kdy při expozici hladině akustického tlaku A od 120 - 130 dB dochází k poškození bubínku a převodních kůstek, při mnohaleté expozici $L_{Aeq,T}$ nad 85 dB k poškození struktur vnitřního ucha.

NESPECIFICKÉ (extraauditivní, mimosluchové, systémové) - s účinkem na různé funkce organismu. Reakce vegetativního a hormonálního systému prostřednictvím stresu a tomu odpovídající obraně organismu.

Dále pak na:

AKUTNÍ ÚČINKY (stres a tomu odpovídající obrana organismu):

- poškození periferie sluchového aparátu – akustické trauma
- zvýšení krevního tlaku
- zrychlení tepové frekvence
- stažení periferních cév
- zvýšení hladiny adrenalinu
- vliv na psychiku – únava, deprese, rozmrzelost, agresivita, neochota
- snížení výkonnosti, paměti a pozornosti
- úlekové reakce

CHRONICKÉ ÚČINKY (tzv. civilizační choroby):

- fixování akutních účinků
- ztráta sluchu, resp. sluchové ztráty
- vznik hypertenze
- poškození srdce, infarkt myokardu
- snížení imunitních schopností organismu
- pocity únavy
- nepříznivé ovlivnění spánku, nespavost
- zhoršení poznávacích schopností u dětí
- tinnitus

Nespecifické účinky hluku se vzhledem k tomu, že se jedná o bezprahový škodlivý faktor, projevují prakticky v celém rozsahu intenzit hluku. Zahrnují ovlivnění neurohumorální a neurovegetativní regulace, biochemických reakcí, spánku, vyšších nervových funkcí, jako např. učení a zapamatování informací, ovlivnění motorických funkcí a koordinace. Hluk ztěžuje řečovou komunikaci, obtěžuje, vyvolává pocit rozmrzelosti a nespokojenosti. Negativně ovlivňuje odpočinek organismu a tím i jeho následnou výkonnost.

Na současném stupni poznání je za dostatečně prokázané považováno poškození periferie sluchového aparátu, ovlivnění kardiovaskulárního systému, vysoké obtěžování a vysoké rušení spánku hlukem. Neprokázané, tj. omezené důkazy jsou např. u metabolických účinků (obezita, diabetes), vlivu na hormonální a imunitní systém, biochemické funkce, fetální vývoj, dále na mentální zdraví a poznávací schopnosti.

Při doporučení limitních hodnot hluku v životním (mimopracovním) prostředí WHO vychází ze současných poznatků o negativním účinku hluku na rušení spánku v noční době, na řečovou komunikaci, obtěžování, pocity nepohody a rozmrzelosti, a to při jejich dlouhodobém působení, které je specifikováno např. u dopravního hluku minimální dobou expozice 10 – 15 let. Doporučené limitní hodnoty jsou uvažovány vždy pro dopadající zvuk, ale mohou být vztaženy i na situace expozice ve volném akustickém poli.

V říjnu 2018 vydala WHO regionální úřadovna pro Evropu novou stěžejní publikaci „Environmental Noise Guidelines for the European Region“, která představuje vědecký rámec pro HRA expozice hluku. Obsahuje velmi široký přehled (od roku 1980 do roku 2015) dostupných důkazů o vlivu hluku ze silniční, železniční a letecké dopravy, větrných elektráren a z volnočasových aktivit na zdraví. V publikaci je provedeno vyhodnocení kvality důkazů pro vztahy mezi hlukem a zdravotními účinky, jako jsou kardiovaskulární onemocnění, obtěžování, rušení spánku, kognitivní poruchy (poruchy poznávacích schopností) a zhoršení sluchu. Vzhledem k publikaci WHO z roku 2009 neobsahuje žádné nové poznatky pro průmyslové (stacionární) zdroje hluku.

Podle odborných podkladů WHO a dalších odborných zdrojů lze současné poznatky o nepříznivých účincích hluku na lidské zdraví charakterizovat a rozdělit následovně:

2.3.1 Poškození sluchového aparátu

Je prokázáno u pracovní expozice hluku v závislosti na výši $L_{Aeq,T}$ a době trvání expozice. Riziko poškození však existuje i v určitých případech hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží. Epidemiologické studie prokázaly, že u více než 95% exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí při $L_{Aeq, 24 \text{ hod}} = 70 \text{ dB}$. Nelze však vyloučit, že při této úrovni hlukové expozice může dojít k mírnému poškození sluchu u citlivých skupin populace (děti, osoby exponované dalším noxám např. vibracím, chemickým škodlivinám apod.). Je také známo, že zvýšená hladina hluku v komunálním prostředí přispívá k rozvoji sluchových poruch u osob exponovaných hladinám hluku v pracovním prostředí (profesionální expozice rizikovým hladinám hluku).

S vyšší expozicí hluku v mimopracovním (komunálním) prostředí se můžeme setkat jen ve velmi specifických případech např. u lidí žijících v blízkosti frekventovaných letišť (velká mezinárodní nebo vojenská letiště) nebo velmi rušných komunikací (silně pojížděné průtahy sídel s převažující těžkou nákladní dopravou). Nezanedbatelně mohou zvyšovat expozici hlukem volnočasové aktivity: nedostatečná ochrana sluchu při návštěvě střelnic, návštěvy automobilových závodů, ale i ohňostrojů a rekonstrukcí historických bitev s použitím palných zbraní. Závažné důsledky může mít dlouhodobý a často opakovaný poslech velmi hlasité reprodukované hudby ze sluchátek osobních přenosných zařízení a poslech elektroakusticky zesilované hudby na koncertech či diskotékách. Tato expozice je pravděpodobná zejména u mládeže. WHO doporučuje návštěvy diskoték pro tuto kategorii max. 4x za rok po dobu max. 4 hodin.

Až na výjimky, jakými jsou výbuchy při ohňostrojích a používání zábavní pyrotechniky obecně, nehrozí při expozici lidí impulznímu zvuku v komunálním prostředí přímé poškození sluchu. Exponované osoby se většinou nacházejí ve větších vzdálenostech od zdroje hluku,

takže hladiny špičkového akustického tlaku impulzu nedosahují takových hodnot jako např. na pracovištích.

Přestože většinou nehrozí poškození sluchu, je impulzní zvuk díky časovému charakteru průběhu akustického tlaku výrazně rušivým a obtěžujícím typem zvuku.

Predikovaná expozice obyvatel hlukem z provozu větrných elektráren Kamenná Horka nedosahuje takových hodnot $L_{Aeq,T}$, aby k poškození sluchového aparátu mohlo dojít.

2.3.2 Vysoký krevní tlak-hypertenze (dále jen „HT“)

Podle kritérií WHO je za:

- **optimální krevní tlak** považována hodnota systolického tlaku <120 a diastolického tlaku ≤ 80 mm Hg (120/80),
- **normotenzi** považována hodnota systolického tlaku ≤ 130 a diastolického tlaku < 85 mm Hg (130/85),
- **vyšší normální tlak** 130-139/85 -90mm Hg,
- **mírnou hypertenzi** tlak 140-159/90-99 mm Hg,
- **středně závažnou hypertenzi** tlak 160-179/100-109 mm Hg,
- **těžkou hypertenzi** tlak nad 180/110 mm Hg.

Hypertenze je důležitý rizikový faktor pro kardiovaskulární onemocnění. Proto i malé příspěvky rizika způsobené faktory prostředí mohou mít velký dopad na veřejné zdraví.

Studie HYENA prokázala významný vztah mezi expozicí a odezvou mezi hodnotami hlukového deskriptoru $L_{Aeq,8h}$ pro letecký hluk, průměrnou expozicí silničního hluku vyjádřenou hlukovým deskriptorem $L_{Aeq,16h}$ a rizikem HT. HYENA je první studie, která zkoumá dopad hluku ze silniční a letecké dopravy na krevní tlak exponovaných obyvatel v blízkosti velkých letišť. Efekty hlukové expozice na následně měřením zjištěné zvýšení krevního tlaku byly jasně prokázány u expozice leteckému hluku. Hluk zde funguje jako stresor, který vyvolá akutní zvýšení krevního tlaku během několika sekund až minut. Hypertenze je tedy důležitý, nezávislý faktor pro infarkt myokardu a mrtvici a zvýšené riziko výskytu hypertenze může tedy přispívat k zátěži kardiovaskulárními chorobami v exponované populaci. WHO považuje hypertenzi působenou leteckou dopravou za prokázaný přímý účinek hluku na zdraví.

V případě hypertenze je významná teorie, že se současně uplatňuje i nedostatek hořčíku, který je vlivem hluku vyplavován z buněk do krevního řečiště a vylučován z organismu. Tento vliv je významný zvláště u populací, u kterých není v dostatečné výši saturován příjem z potravy.

U zdrojů hluku, kterými jsou VtE není hypertenze považována za prokázaný health point (zdravotní ukazatel).

2.3.3 Ischemická choroba srdeční (dále jen „ICHS“)

V řadě epidemiologických studií a laboratorních pokusů byla zjištěna podobná situace jako v případě hypertenze. Nejnižší $L_{Aeq, 24 \text{ hod}}$ s efektem na ICHS v epidemiologických studiích byla 70 dB. Všeobecný závěr však je, že v případě hluku z dopravy jsou účinky na kardiovaskulární systém spojeny s dlouhodobou, mnohaletou expozicí $L_{Aeq, 24 \text{ hod}} = 65$ až 70 dB a více.

Dle publikované metaanalýzy epidemiologických studií provedené W. Babischem pro silniční hluk a kardiovaskulární riziko – infarkt myokardu, nebylo nalezeno zvýšení rizika během dne při hladinách $L_{Aeq, 16 \text{ h}} < 60$ dB; zvýšené riziko bylo zjištěno se vzrůstajícími hladinami $L_{Aeq, 16 \text{ h}} > 60$ dB. Obecně se přijímá, že hluk může mít určující vliv na zdraví, jestliže $L_{Aeq, 16 \text{ h}} > 60$ dB. Poslední odborné práce však naznačují, že uvedená hodnota může být o něco nižší. Jako riziková skupina jsou označováni středněvěcí muži. Jak objektivní expozice (hladiny hluku), tak subjektivní projevy (míra obtěžování) byly asociovány (spojeny) s vyšším rizikem ICHS, přičemž tyto výsledky nebyly pro hypertenzi tak konzistentní jako pro ICHS. Obecná křivka dávka-účinek je použitelná i pro politiku ochrany veřejného zdraví.

U zdrojů hluku, kterými jsou VtE není ISCH považována za prokázaný health point (zdravotní ukazatel).

2.3.4 Zhoršení řečové komunikace

Zhoršená komunikace řeči v důsledku zvýšené hladiny hluku má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů mezi lidmi (podrážděnost, nejistota, pocity nespokojenosti). Může vést k překrývání a maskování důležitých signálů (alarm, domovní zvonek, telefon apod.). Pro dostatečně srozumitelné vnímání složitějších zpráv a informací (cizí řeč, výuka, telefonická konverzace) by rozdíl mezi hlukovým pozadím a hlasitostí vnímané řeči měl být nejméně 15 dB v 85% doby. Při průměrné hlasitosti řeči $L_{Aeq, T} = 50$ dB by tak nemělo hlukové pozadí v místnostech překračovat $L_{Aeq, T} = 35$ dB. Zvláštní pozornost zasluhují domy, ve kterých bydlí malé děti a třídy předškolních a školních zařízení. Důvodem je skutečnost, že u této populace případné neúplné porozumění řeči u nich ztěžuje a narušuje proces osvojení řeči a schopnosti číst s doprovodnými negativními důsledky pro její duševní a intelektuální vývoj.

Při provozu větrných elektráren Kamenná Horka není predikováno dosažení tak vysokých hladin $L_{Aeq, T}$, aby při expozici obyvatel mohlo docházet k maskování řeči.

2.3.5 Obtěžování hlukem

Je nejobecnější reakcí exponovaných osob. Vyvolává mnoho negativních emočních stavů, např. pocit rozmrzelosti, nespokojenosti, špatnou náladu, deprese, pocit beznaděje. U každého jedince existuje určitý stupeň tolerance k rušivému účinku hluku. Jedná se o zcela

individuální vnímání rušivosti. V běžné populaci je 5 až 20 % vysoce senzitivních osob stejně jako osob vysoce tolerantních.

Mimo působení hluku se v oblasti obtěžování kromě senzitivity a fyzikálních charakteristik hluku uplatňuje i řada neakustických faktorů sociální, psychologické a ekonomické povahy. Tato skutečnost vede pravděpodobně k tomu, že u osob exponovaných stejnými hladinami akustického tlaku jsou uváděny v rámci provedených studií různé stupně obtěžování. Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktů situace se prohlubuje a fixuje. Rovněž může být významně ovlivněna zdravotním stavem exponovaných osob i jejich životní zkušeností.

Kromě negativních emocí je možné obtěžování hlukem hodnotit i podle nepřímých projevů obyvatel jako je zavírání oken, nepoužívání balkónových ploch a teras, častější stěhování či počtu podaných stížností a sepsaných peticí. Určitým ukazatelem je i zvýšené užívání sedativ, zejména na spaní.

Dle WHO je během dne jen málo lidí vážně obtěžováno při svých aktivitách expozicí $L_{Aeq,T} < 55$ dB a mírně obtěžováno při $L_{Aeq,T} < 50$ dB.

Podle W. Babische je obtěžování pojem obecně použitelný pro všechny negativní pocity, kterými mohou být:

- disturbance = rušení
- dissatisfaction = nespokojenost
- displeasure = nepohoda
- irritation = podráždění
- annoyance = rozmrzelost

Obtěžování jako negativní účinek subjektivního charakteru je závislý na mnoha dalších faktorech – vztahu exponované osoby ke zdroji, momentální psychické a fyzické kondici, momentálnímu zdravotnímu stavu apod., přičemž roli zde hraje i skutečnost, zda se jedná o expozici přerušovanou či nikoliv.

Podle posledních odborných závěrů WHO je vysoké obtěžování jeden ze zdravotních ukazatelů.

U posuzování faktoru „obtěžování hlukem“ je však problém kvantifikace

- ✓ Obtěžování hlukem neodráží právě jen akustické charakteristiky působícího hluku.
- ✓ Nezávislost na fyzikálních parametrech zvuku je typická především pro rušivé a obtěžující účinky.
- ✓ Jen cca 18 % účinků při obtěžování hlukem lze vysvětlit hlukovou expozicí resp.:
 - jedna třetina účinků při obtěžování hlukem může být vysvětlena akustickými faktory (např. hladina akustického tlaku, špičková hladina, spektrum zvuku a počet hlukových událostí)

- druhá třetina neakustickými faktory (např. vztahu exponované osoby ke zdroji, momentální psychické a fyzické kondici, momentálnímu zdravotnímu stavu)
- třetí třetinu lze připsat nejistotám měření, existencí dosud neznámých faktorů, resp. náhodným změnám souvisejícím s idiosynkrazií jednotlivců.

Obtěžování hlukem neodráží právě jen akustické charakteristiky, ale popisuje situaci mezi akustickou situací a osobou, která je nucena dělat věci, které nechce, která vědomě/rozumově (cognitively) a emocionálně hodnotí tuto situaci a cítí se částečně bezmocná.

Mechanismus obtěžování hlukem

Obtěžování hlukem jako forma psychologického stresu je určována rozsahem, v němž osoby pociťují ohrožení (tj. vědomý pocit rušení (perceived disturbance)) a možnostmi nebo potenciálem (resources), které má osoba k tomu, aby čelila tomuto ohrožení (tj. vědomý pocit schopnosti obrany-perceived control).

Úroveň vědomého pocitu rušení, také nazývaná prvotním hodnocením, je osobní zhodnocení dopadu hrozby nebo újmy ve vztahu k jeho nebo jejímu pocitu pohody/blaha (well-being). Jakmile je rozpoznáno ohrožení nebo újma, spouští se proces sekundárního hodnocení. V tomto procesu je zhodnocen osobní potenciál čelit této hrozbě. Jestliže má exponovaný malou možnost ovlivnit zdroj nebo malou důvěru ve zdroj (smysluplnost existence zdroje), sníží se potenciál pocitu vědomé možnosti obrany a vznikne psychologický stres.

Dva hlavní určující faktory stresu:

1. Vnímaná (perceived) hrozba/ vnímání ohrožení/**vědomý pocit ohrožení** (rušení)
2. Vnímaná možnost ovlivnění (control)/**vědomý pocit možnosti obrany**

Souvislosti:

- I když může být vědomý pocit rušení velmi vysoký, k žádnému obtěžování nedochází, jestliže existuje dostatečný potenciál ohrožení zvládnout (benefity).
- Reciproční vztahy (zpětnovazební smyčka): vysoký pocit obtěžování může zpětně zvyšovat vysoký pocit ohrožení, stejně tak jako snižovat pocit dostatečného potenciálu k zvládnutí ohrožení.

Společnost Delta publikovala v roce 2007 odborný materiál, který vychází ze závěrů publikace Miedema a Oudshoorna z roku 2001, a který uvádí vztahy mezi hlukovou expozicí v L_{dvn} resp. L_{dn} v rozmezí 35–70 dB a procentem obyvatel, u kterých lze očekávat pocity obtěžování (ve třech stupních škály intenzity obtěžování – nízké, LA, střední, A, a vysoké, HA, a to zvláště pro hluk z letecké, silniční a železniční dopravy a pro hluk ze stacionárních, především průmyslových, zdrojů. Úzký konfidenční interval odvozených vztahů indikuje jejich relativní spolehlivost, i když je třeba předpokládat ovlivnění variabilními podmínkami v jednotlivých konkrétních případech. Hlavním účelem těchto vztahů je možnost predikce

počtu obtěžovaných osob v závislosti na intenzitě hlukové expozice u běžné průměrně citlivé populace, a v současné době jsou doporučeny pro hodnocení obtěžování obyvatel hlukem v zemích EU. Tento model umožňuje předpovědět pravděpodobnou reakci exponovaných obyvatel. Touto meta-analýzou byl potvrzen vliv některých neakustických faktorů, které ovlivňují obtěžující účinky hluku. Největší vliv byl potvrzen u obavy ze zdrojů hluku a individuálního stupně citlivosti (vnímavosti) vůči hluku.

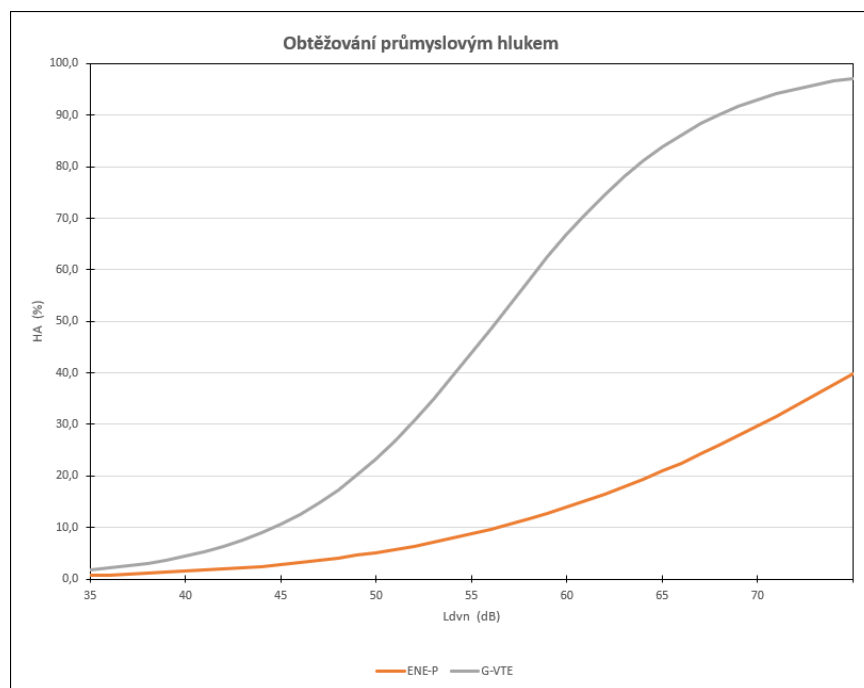
Příslušné závislosti pro hluk ze silniční, železniční a letecké dopravy a hluk z provozoven (průmyslové zdroje) byly v roce 2007 rozšířeny o větrné elektrárny, seřaďovací nádraží a sezónní zdroje hluku.

Účinky hluku z provozu větrných elektráren obecně lze očekávat v oblasti obtěžování.

- Při posuzování vlivu provozu VtE na veřejné zdraví je nutné mít na zřeteli základní aspekt, a to, že udávané obtěžování obyvatel hlukem je často zástupným argumentem za celkovou nespokojenost s přítomností VtE v území – u obyvatel, kteří mají k těmto zdrojům negativní postoj z jakéhokoli důvodu může být tento odmítavý postoj prezentován jako obtěžování a rušení bez ohledu na akustické vlastnosti VtE.
- S předchozím bodem souvisí skutečnost, že více negativně vnímají hluk lidé, kteří na VtE vidí než ti, kteří je nemají v přímé viditelnosti a hůře vnímají tyto zdroje hluku obyvatelé vesnických sídel než obyvatelé v městské zástavbě, což je dáno jednak obecně nižšími hladinami hluku pozadí vesnického prostředí a jednak tím, že obyvatelé ve vesnické zástavbě očekávají od svého životního prostředí klid a příznivější akustické klima oproti bydlení v rušných městech.
- Je nutné upozornit na skutečnost, že nepřekračování hygienických limitů neznamena, že zvuk z provozu VtE lidé neuslyší. Každý „slyšitelný zvuk“ může část populace rušit a obtěžovat.

Na základě dokumentu WHO z prosince 2017 A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance, který byl jedním z podkladů pro níže uvedenou směrnici (guidelines) z roku 2018, se již uvádí vztahy pouze pro vysoké obtěžování (HA). To reflektuje i nová směrnice WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region, vydaná v roce 2018. Pro účely této expertízy byly použity vztahy dávka-účinek publikované v metodikách The "Genlyd" Noise Annoyance Model, Dose-response Relationships Modelled by Logistic Function, DELTA Report, 20.3.2007 („G-VTE“) a Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No. 22/2019 (ENE (HA-Miedema 2004), kde se potenciální obtěžování objevuje již od hladiny $L_{\text{dvn}} \geq 35$ dB. Použití těchto metodik je zcela v souladu s AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí, SZÚ, 05/04. Na obr. 2 jsou uvedeny křivky pro vysoké obtěžování hlukem z průmyslových (stacionárních) zdrojů podle ENE - Environmental Noise in Europe (ENE-P), oranžová křivka a specificky pro VtE podle The

Genlyd“ (G-VTE), šedá křivka. Podle specifické křivky pro VtE je očekáván progresivnější nárůst procent pravděpodobně obtěžovaných osob při vyšších hodnotách L_{dvn} .



Obrázek 2: Procento osob vysoce obtěžovaných hlukem z průmyslu

V kapitole č. 4 „Charakterizace rizika“ je proveden odhad pravděpodobného procenta osob které se mohou cítit obtěžovány z důvodu expozice hlukem z provozu větrných elektráren Kamenná Horka.

2.3.6 Nepříznivé ovlivnění (poruchy) spánku

Účinek hluku na spánek je nejvíce očekávaným účinkem působení nadměrného hluku zejména z dopravy, a to v oblasti usínání, délky a kvality (hloubky) spánku, hlavně redukci fáze REM. Může docházet ke zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, arytmiím, vasokonstrikci, změnám dýchání. V rušení spánku hlukem se setkávají jak fyziologické, tak psychologické aspekty působení hluku. Efekt narušeného spánku se projeví i následující den jako rozmrzelost, únava, špatná nálada, snížení výkonu, bolesti hlavy.

Podle Miedemy se rozděluje rušení spánku na slabé, střední a silné (vysoké), přičemž:

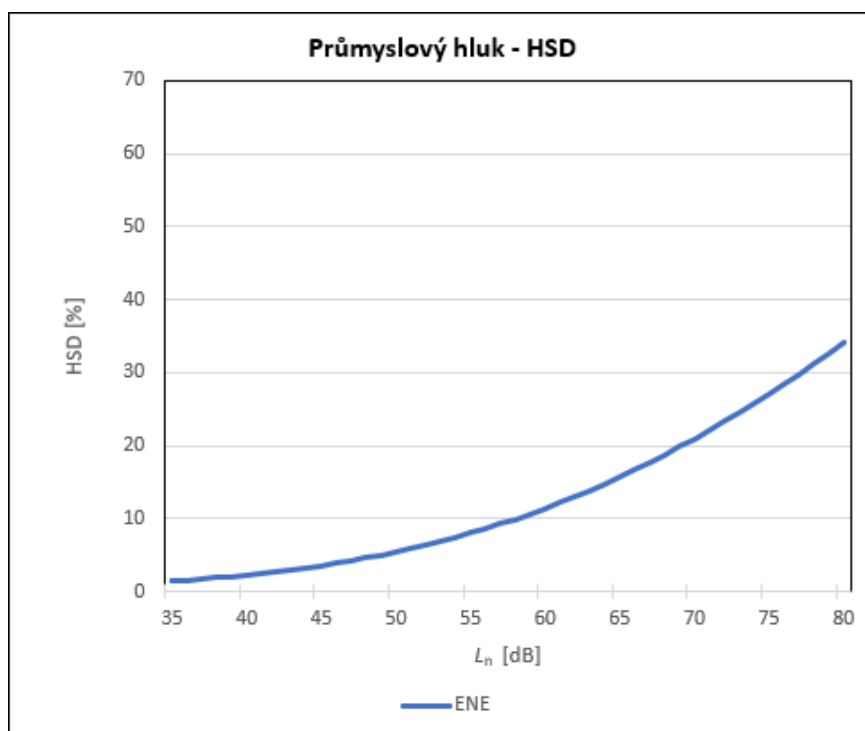
LSD = (Lowly Sleep Disturbed), první stupeň rušení spánku, který zahrnuje všechny osoby přinejmenším „mírně neboli slabě rušené“, tj. zahrnuje všechny rušené osoby ze všech tří stupňů

SD = (Sleep Disturbed), druhý stupeň rušení spánku, který zahrnuje osoby alespoň „středně rušené“, tj. zahrnuje všechny středně a silně rušené osoby

HSD = (Highly Sleep Disturbed), třetí stupeň, který zahrnuje osoby s výraznými subjektivními pocity rušení spánku, tj. pouze osoby rušené silně

Pro podrobnější vyhodnocení vlivu provozu VtE na kvalitu spánku není dostatek odborných podkladů. Lze však vyslovit odborný předpoklad, že rozhodující vliv má odstup hodnoty hluku z provozu VtE od hodnoty hluku pozadí (zbytkového hluku), resp. převyšuje-li hluk z provozu VtE významně hodnotu hluku pozadí, může být v noci hluk z provozu VtE vnímán obyvateli negativně a u některých osob může spánek nepříznivě ovlivnit. Hlučnost vzniklá provozem větrných elektráren je ale v případě vhodné konfigurace terénu a přítomnosti staveb nebo vzrostlých stromů většinou maskována hlukem větru přímo v dotčeném místě (šumění stromů, poryvy větru, hluk obtékání budov větrem apod.).

WHO považuje vysoké rušení spánku působené dopravními a průmyslovými zdroji hluku za prokázaný přímý účinek hluku na zdraví. Pro účely tohoto HRA se pro výpočet osob se silně rušeným spánkem použil vztah dávka-účinek pro průmyslové zdroje hluku publikovaný v metodice Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No. 22/2019 (ENE) (HSD-Miedema 2007), kde se potenciální obtěžování objevuje již od hladiny $L_n = L_{Aeq,1h} \geq 35$ dB. Použití této metodiky je zcela v souladu s AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí, SZÚ, 05/04.



Obrázek 3: Procento vysoce rušených ve spánku průmyslovým hlukem

V kapitole č. 4 „Charakterizace rizika“ je proveden odhad pravděpodobného procenta osob, které se mohou cítit silně rušeny ve spánku hlukem z provozu větrných elektráren Kamenná Horka.

2.3.7 Účinky hluku s tónovou složkou

Účinky hluku jsou závislé na jeho spektrálním (kmitočtovém) složení:

- širokopásmový hluk má výraznější účinky na oběhové funkce a další funkce zprostředkované přes podkoží než hluk tónový,
- tónový hluk je spojován s vyšší subjektivní rušivostí a má pronikavější účinek na sluchové ztráty, přičemž zde hraje významnou roli také výška, tj. frekvence působícího tónu. Hluky s převahou frekvencí nad 2 000 Hz jsou považovány za agresivnější než hluky s frekvencemi pod 1 000 Hz. Je přitom prokázáno, že přítomnost nízkých frekvencí (20 až 100 Hz) nebo i vibrací zhoršuje účinky vysokofrekvenčního hluku.

Hluk s tónovými složkami je zvuk, který ve svém frekvenčním spektru obsahuje výrazné (úzkopásmové, resp. diskrétní) složky, které obecně označujeme jako tónové složky. Pro účely ochrany veřejného zdraví je hluk s tónovými složkami definován jednak z hlediska výraznosti frekvenční složky a jednak z hlediska slyšitelnosti. Za hluk s tónovými složkami považujeme hluk, jehož výrazné tónové složky jsou také slyšitelné, což znamená, že na dané frekvenci převyšují hladinu prahu slyšení (LPS) (dB) (Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.). Hluk s tónovými složkami patří k hlukům s výrazně obtěžujícím nebo rušivým charakterem. Tónové složky o vyšších a vysokých frekvencích se projevují jako pískání nebo hvízdání. V případě tónových složek v oblasti nízkých frekvencí pak jako dunění nebo brum.

VtE nejsou za standardních provozních podmínek zdrojem tónového hluku s vyšší subjektivní rušivostí. Tónový hluk se může objevit při poruchovém stavu VtE, funguje tedy jako diagnostika technického stavu VtE. Případná přítomnost tónového hluku VtE neznamena automaticky poškození zdraví obyvatel, ale upozornění pro investora, že se zařízením není něco v pořádku a je třeba bezprostředně hledat a odstranit příčinu problému.

2.3.8 Účinky Infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku

Definice infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku

Nízkofrekvenční hluk je slyšitelný zvuk s výraznými frekvenčními složkami v pásmu kmitočtů nižších než 100 Hz.

Infrazvuk je postupné podélné vlnění v pružném prostředí, jehož kmitočet je pod pásmem slyšitelných kmitočtů, tj. pod 16 Hz.

Tyto definice vycházející z názvoslovné normy a jsou na základě studií postupně upřesňovány. V současné době se v odborné literatuře uvádí, že za nízkofrekvenční zvuk je považován zvuk v rozsahu 10–200 Hz. V rámci populace jsou však velké interindividuální rozdíly ve vnímání vzhledem k průměrnému prahu slyšitelnosti, a to až 15 dB. Z těchto důvodů nebyly pro tento hluk dosud stanoveny závazné hygienické limity.

Z hlediska fyzikálních vlastností je nutné mít na zřeteli, že u nízkofrekvenčních akustických signálů je velmi nízký útlum šíření vzduchem, zemní absorpcí i pevnými překážkami. Útlum obvodovými konstrukcemi objektů vyžaduje extrémně těžké materiály, resp. stěny. Útlum absorpcí vyžaduje tloušťky absorpčních materiálů řádově v metrech. Neexistuje také obecná metoda výpočtu vložného útlumu stavebních konstrukcí v oblasti kmitočtů pod 100 Hz (tedy pod tzv. zvukoizolační frekvenční oblastí). Z těchto důvodů není vzduchová neprůzvučnost R_w (dB) definována ani v ČSN ISO 73 0532. Průchodem přes obvodový plášť budovy dochází k utlumování vyšších frekvencí a tím ke zvýraznění nízkých frekvencí. Tyto jevy mají za následek zvýšenou rušivost nízkofrekvenčního hluku. Účinky hluku o nízkých frekvencích na lidský organizmus jsou popisovány jako všeobecná rozladěnost, nevolnost, dezorientace, zvýšená unavitelnost, poruchy spánku nebo spavost a řada jiných kombinací nespecifických příznaků.

Působení na ústrojí rovnováhy bylo zkoumáno subjektivně i registrací nystagmu. Výsledky jsou nejednotné a svědčí o tom, že k ovlivnění rovnováhy dochází při velmi vysokých hladinách nízkofrekvenčního hluku, resp. infrazvuku, přinejmenším přesahujících 130 dB, z čehož je jasné, že poruchy rovnováhy nelze v životním prostředí člověka běžně očekávat. Účinky mohou být zprostředkovány působením nízkofrekvenčního hluku na lidské tělo přímým vyvoláním oscilace (rezonance) vnitřních orgánů (rezonanční frekvence různých tkání a orgánů lidského těla leží mezi 2–200 Hz).

Ve frekvenčním pásmu nad 60 Hz leží přechod k normálnímu vnímání a rozlišování výšek tónů, tj. k běžnému vnímání hladin akustického tlaku podle váhové křivky A. Nízkofrekvenční hluky jsou zvláště zatěžující a obtěžující, jestliže obsahují tónovou složku. V bytových domech mohou nízkofrekvenční zvuky vést ke značnému zatížení exponovaných osob, zvláště v době, kdy jsou ostatní zdroje hluku utlumeny. Důvodem je skutečnost, že na nízkých kmitočtech je nižší stavební neprůzvučnost než na středních nebo vysokých kmitočtech a nízkofrekvenční zvuk prochází stavebními konstrukcemi do vnitřních prostor objektů bez výraznějšího útlumu.

Účinky infrazvuku jsou studovány již několik desetiletí, ale počet experimentálních prací je relativně nízký a studie, které by hodnotily dlouhodobé expozice v podmínkách životního (obytného) prostředí prakticky neznáme. Obecně totiž nejsou k dispozici početnější exponované populace, které by umožnily provést regulérní epidemiologické studie vztahu dávka-účinek. Většina výsledků byla získána po krátkodobém působení (obvykle minutách, maximálně hodinách), a to v pracovním prostředí člověka. Laboratorní pokusy na lidech

omezují problémy spojené s generováním příslušného podnětu a přesným měřením expozic osob.

Obecně se má za to, že hladiny nízkofrekvenčního zvuku a infrazvuku:

- kolem 170–180 dB mají smrtící účinky,

- kolem 160 dB vyvolávají pocit bolesti,
- kolem 120–150 dB působí destruktivně na buněčné struktury,
- při hladinách pod 120 dB mohou negativně působit na lidské tělo přímým vyvoláním rezonance vnitřních orgánů, což má za následek pocity bolesti, změnu srdeční a dechové frekvence a následné pocity nevolnosti s negativním odrazem na psychický stav exponovaného člověka,
- kolem 100–130 dB byly pozorovány poruchy rovnováhy a zrakové ostrosti, změny činnosti enzymů v buňkách a změny bioelektrických vlastností tkání, tlak ve středouší
- kolem 90–100 dB způsobují obecný diskomfort, rozladěnost, bolesti hlavy, únavu, nevolnost a další subjektivně pociťované nepříznivé stavy,
- kolem 92 dB leží pro 16 Hz práh vnímání, přičemž tato hodnota platí pro krátkodobý podnět; při podnětu, který trvá desítky minut se práh slyšení snižuje postupně o 10 a více dB,
- kolem 80–100 dB se obvykle považují za hladiny neschopné vyvolat závažné zdravotní poškození. Ovšem někteří lékaři soudí, že dlouhodobé působení infrazvuku může vyvolat změny funkcí i při těchto úrovních.

Infrazvuk, nízkofrekvenční hluk a větrné elektrárny

Zdrojem nízkofrekvenčního hluku mohou být přírodní a technické zdroje. K přírodním zdrojům lze přiřadit např. meteorologické vlivy (např. vítr), zemětřesení, sopečné erupce. K technickým zdrojům lze zařadit velké stroje s rotačním nebo pedálovým pohybem (např. vibrační síta, velké ventilátory), elektroakusticky zesilovaná hudba (např. styl techno, disko).

Hygienické limity infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku sice formálně neexistují, avšak existují hodnoty prahů slyšení, které jsou vázány na tónový hluk, přesněji přítomnost tónové složky. Systémy prahů slyšení jsou v různých státech různé, avšak podobné. V ČR je užíván systém shodný s Velkou Británií, vycházející ze spojení systému německého a švédského. Lze provést i podrobnější analýzy dánskými metodami. VtE nejsou standardními zdroji infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku, v třetinooktávové analýze nemají standardně tónovou složku. Tónový hluk se může objevit při poruchovém stavu VtE, funguje tedy jako diagnostika stavu VtE. Přítomnost tónového hluku VtE neznamena automaticky poškození zdraví obyvatel, ale varování pro investora, že s jeho zařízením není něco v pořádku a je třeba hledat a odstranit příčinu problému.

V uznávané odborné literatuře nebylo nalezeno, že by moderní VtE byly zdrojem akustického signálu, který by měl v chráněných prostorech charakter nízkofrekvenčního

hluku, resp. infrazvuku. Rovněž měření hlučnosti provedená akreditovanými laboratořemi u dosud instalovaných VtE v České republice neprokázala přítomnost těchto složek spektra, resp. zvýšené hladiny infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku v chráněných prostorech, a to až na jednu výjimku, kdy výskyt tónové složky byl způsoben technickou závadou, po jejímž

odstranění již nebyla v akustickém signálu detekována. Obyvatelé v blízkosti VtE instalovaných v České republice si nestěžovali na příznaky těchto složek. Je předpoklad, že za infrazvuk je lidmi mylně označován „svist“ tj. zvuk vznikající při průchodu listů VtE kolem tubusu.

Přibližně od roku 2006 se v souvislosti s účinky infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku, ale i hluku obecně, na internetu objevuje množství článků, které popisují jednotlivé problémové případy VtE, jedná se tedy o tzv. případové studie („case studies“). Jejich výpovědní hodnota je ale velmi omezená a přínos pro řešení odborných problémů minimální. Většina na internetu i jinak zveřejňovaných případů totiž nemá základní parametry epidemiologických studií. Hlavní problém spočívá v tom, že u většiny těchto „publikací“ nejsou řádně popsány základní vstupní údaje, jako např.:

- měřené hladiny akustického výkonu L_{wA} nebo tlaku $L_{Aeq,T}$ ve vzdálenosti a spekter hluku VtE,
- měřené hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ ve vzdálenosti v metrech a spekter hluku pozadí,
- měření v chráněném venkovním / vnitřním prostoru staveb,
- rychlosti a směry větru,
- místo měření a pozice mikrofону,
- výrobce, typ, výkon, výška, počet a popis VtE.

K nejznámějším a nejvíce laickou veřejností používaným případovým studiím, které neobsahují výše uvedené základní informace pro posouzení jejich odbornosti patří:

- Amanda Harry: Wind turbines, noise and health – autorka je praktická lékařka a její závěry vychází pouze z dotazníkové studie zdravotních obtíží 39 respondentů, žijících 300 m až 2 km od VtE,
- Barbara Frey, Peter Hadden: Noise radiation from wind turbines installed near homes: effects on health – autorka je ředitelka biomedicínské knihovny a spoluautor je manažer investičního fondu, jedná se o seznam výňatků různých článků, které jsou často vytrženy z kontextu,
- Nina Pierpoint: Wind Turbine syndrome – autorka je lékařka pediatrička, zpočátku publikovala případové studie, později velkou univerzální databázi odkazů literatury s problematikou VtE, dnes je publikováno v souhrnné stejnojmenné knize.

Zejména poslední jmenovaný případ je typickým příkladem neadekvátního zobecnění výsledků případových studií. Administrativa státu Massachusetts se totiž na základě častého nastolování problému infrazvuku při projednávání projektů větrné energetiky rozhodla prověřit jeho podstatu. Rada pro životní prostředí státu Massachusetts spolu s Radou veřejného zdraví téhož státu tedy iniciovaly panelovou diskusi nezávislých odborníků na hygienu a veřejné zdraví se závěrem, že neexistují žádné prokazatelné doklady o výskytu infrazvuku (Ellenbogen a kol. 2012).

Dalším problémem je, že většina těchto případů je popsána v USA a Velké Británii, kde platí vyšší hygienické limity, případně nejsou žádné. V USA již existuje návrh kritérií pro umístování VtE pro prevenci zdravotního rizika hluku. Ve Velké Británii byly práce na změnách zatím přerušeny, někteří odborníci však změny doporučují.

Případové studie je nutné brát pouze jako informaci, že se určitý problém v souvislosti s hlukem VtE může vyskytovat. Jsou vhodné pro iniciování dalších zkoumání, získávání informací o vlivu hluku na zdraví a vytváření tlaku na zprísnění předpisů tam, kde jsou příliš benevolentní a vytvoření pravidel z hlediska ochrany zdraví před hlukem z VtE tam, kde nejsou žádná. Nelze je však považovat za epidemiologické studie, protože neobsahují dostatečné informace pro zhodnocení celé situace, tudíž nelze na jejich základě formulovat univerzální závěr.

Při kritickém zhodnocení aktuálních dostupných informací zůstává v platnosti závěr, že výsledky dosud provedených studií na zdravotní dopady infrazvuku a nízkofrekvenčního zvuku větrných elektráren nejdou konzistentní a není možný jednoznačný závěr o zdravotní škodlivosti této expozice. Také poslední doporučení WHO týkající se hluku větrných elektráren ve směrnici „Environmental Noise Guidelines for the European Region“ se týká celého spektra slyšitelného hluku, není vytvořeno samostatné doporučení pro nízkofrekvenční hluk a infrazvuk.

Na základě analýzy výsledků z mnoha měření hluku z VtE se nepředpokládá přítomnost vyššího podílu nízkofrekvenčního hluku ve spektru akustického signálu v chráněných prostorech obytné zástavby, která je v tomto případě v dostatečné vzdálenosti od větrných elektráren Kamenná Horka. Nejbližší RD obce Kamenná Horka leží ve vzdálenosti 712 m od VtE4, nejbližší RD obce Koclířov ve vzdálenosti 1 459 m od VtE1 a nejbližší BD města Svitavy ve vzdálenosti 977 m od VtE1

2.3.9 Účinky vysoce impulsního hluku

Pro účely ochrany veřejného zdraví je vysoce impulsní hluk definován v NV č. 272/2011 Sb. jako hluk tvořený zvukovými impulsy ve venkovním prostoru, vznikajícími při střelbě z lehkých zbraní, explozí výbušnin s hmotností pod 25 g ekvivalentní hmotnosti trinitrotoluenu a při vzájemném nárazu pevných těles, a které v místě posouzení splňují stanovená kritéria.

V komunálním prostředí většinou nehrozí poškození sluchu, avšak impulsní zvuk je díky časovému charakteru průběhu akustického tlaku, výrazně rušivým typem zvuku. Při šíření v krajině se uplatní vedle povětrnostních vlivů také pohlcování a odrazy, což vede k tomu, že při větších vzdálenostech se impulsnost hluku stírá. Snižuje se rychlost náběhu akustického tlaku na špičkovou hodnotu, obalová křivka poklesu akustického tlaku, který následuje po dosažení špičkové hodnoty, je v řadě případů díky odrazům a dalším jevům deformována, takže vykazuje i řadu lokálních maxim. Přesto jsou subjektivně vždy patrný

rázy. Je známo, že, pokud dojde k náhlému vzestupu akustického tlaku, je subjektivní hodnocení hlučnosti zvýšeno (při vzestupu o 30 dB během 15 sekund stoupne subjektivní hlučnost o 10 až 17,5 dB).

Na subjektivní hodnocení rušivosti vysoce impulzního hluku působí zřejmě i skutečnost, že díky svému charakteru, jsou impulzy identifikovatelné i při značně vysokých hladinách hluku pozadí, které by jiné typy hluku přemaskovaly, např. pozadí působené hlukem z dopravy. Přítomnost impulsů, stejně jako přítomnost tónových složek, tedy snižuje možnost vnímat hluk jako indiferentní a vede k vyšší rušivosti.

Existuje všeobecně přijímaná představa o větší škodlivosti impulsního hluku oproti ustálenému. Pro běžné a vysoce impulsní zvuky je dostatečně prokázáno, že při stejných ekvivalentních hladinách akustického tlaku je obtěžování způsobené impulsními zvuky vyšší než obtěžování vyvolané silniční dopravou.

VtE nejsou zdrojem vysoce impulsního hluku.

2.3.10 Synergické působení hluku

Člověk je ve skutečnosti ve svém komunálním prostředí exponován současně řadou různých zdrojů hluku, a tedy akustickými signály o různé intenzitě, frekvenci a časové historii (např. hluk z různých druhů dopravy, průmyslový hluk, hluk z větrných elektráren, sousedské hluky, hluk z volnočasových aktivit atd.). Jak však plyne z posledních vědeckých zpráv, nebyla dosud nalezena metoda a kritéria, jak toto tzv. synergické působení hluk na člověka z hlediska dlouhodobých zdravotních účinků hodnotit. Má se tedy za to, že zatím je třeba hodnotit působení a vliv každé kategorie zdrojů hluku samostatně.

2.3.11 Vnímání rizika a jeho komunikace

Podle publikace EC “Public risk perception and environmental policy” existuje častý rozdíl mezi vnímáním rizik ze strany odborníků a obecné veřejnosti. Jednotlivci ze strany veřejnosti mají tendenci nadhodnocovat potenciál expozice a rozsah z ní vyplývajícího rizika, které je vede k předpokladu, že již pouhý výskyt škodlivého faktoru vede k poškození zdraví. Dokonce i v případě, že jsou nashromážděny vědecké důkazy, že expozice škodlivému faktoru je pod prahem škodlivosti, může obecná veřejnost stále vykazovat tendenci k předpokladu, že tato expozice je škodlivá. Tuto skutečnost je třeba brát příslušnými orgány na vědomí při zodpovědné komunikaci jednotlivých rizik a otevřené věcné diskusi vedoucí k nastolení vzájemné důvěry.

2.4 Vliv stroboskopického efektu a shadow flicker efektu

Terminologie:

Stroboskopický efekt (jev)

- podle bývalé ČSN 36 0000: Optický klam, při němž pravidelně se pohybující předmět se pohybuje zdánlivě jinou rychlostí než skutečnou a případně se zastaví.

- podle ČSN EN 12665 „Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení“: Zdánlivá změna pohybu nebo vzhledu pohybujícího se objektu při jeho osvětlení světlem proměnné intenzity.

V současnosti je stroboskopický efekt (periodické světelné záblesky vznikající odrazem světla, většinou slunečního záření, od listů rotoru větrné elektrárny spojený s provozem VtE) v praxi omezen obvykle standardní povrchovou úpravou listů lopatek. Barevné provedení je dáno požadavky Armády České republiky a řízení letového provozu. Při této povrchové úpravě k obtěžování obyvatelstva stroboskopickým efektem spojeným s odrazy světla nedochází. Stejně řešení lze předpokládat i v případě posuzovaného záměru.

Negativní vlivy spojené s tímto druhem stroboskopického efektu lze proto v posuzovaném případě větrných elektráren Kamenná Horka vyloučit.

Shadow flicker efekt (jev) neboli míhání světla

- podle ČSN IEC 50 (845): Subjektivní dojem nestálosti vjemu způsobený světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální složení kolísá.

- podle bývalé ČSN 36 0000 „Světelně technické názvosloví“ je kolísání světla: Nepravidelné nebo pomalé periodické změny světelných veličin (svítivost, jas atd.)

- podle ČSN EN 12665 „Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení“: Subjektivní dojem nestálosti zrakového vjemu způsobený světelným podnětem, jehož jas nebo spektrální složení kolísá.

V zahraniční literatuře je používán termín „míhání světla“ nebo „flicker“ jako změny světelného záření (vrhání stínu) vznikající periodickým zakrýváním slunečního kotouče rotujícími listy rotoru větrné elektrárny.

Zvláštní forma epilepsie je tzv. **fotosenzitivní epilepsie**, při níž jsou záchvaty vyvolávány blikajícím nebo kolísajícím světlem, případně určitými kombinacemi statických nebo pohybujících se kontrastních geometrických tvarů, např. pruhů, šachovnic apod. U osob postižených touto formou onemocnění patrně chybí nebo je vážně poškozen mechanismus kontroly kontrastu.

Záchvaty při fotosenzitivní epilepsii bývají způsobeny např.:

- televizní nebo počítačovou obrazovkou (klipy s rychlými střihy, kontrastní animace, hry);
- blikajícími nebo kolísajícími zdroji světla s nízkou frekvencí;
- slunečním světlem, probleskujícím řadou stromů při jízdě automobilem;

- sledováním světél v oknech projíždějícího vlaku;
- záblesky slunce na zvlněné vodní hladině;
- „stroboskopickými“ světly na diskotékách nebo výstražnými majáčky,
- jsou ale popsány i případy, vyvolané např. sledováním jedoucího eskalátoru.

Základními faktory, ovlivňujícími fotosenzitivní reakce jsou:

- frekvence blikání (kolísání) zdroje – proměnný parametr – obvykle se vyskytuje v rozmezí 5 až 30 Hz (96 % pacientů reagovalo na frekvence v rozmezí 20 až 30 Hz), občas bývá i vyšší; nižší frekvence se uplatňují pouze vzácně;
- intenzita (kontrast) – ve většině případů je nutný vysoký kontrast světlo/tma nebo intenzivní kontrast barev u různých geometrických tvarů;
- světelné pozadí na němž se událost odehrává;
- vlnová délka světla.

Fotosenzitivní epilepsie je velmi vzácná forma onemocnění. Vyskytuje se pouze u 5 % z postižené části populace, tj. u 0,025 % celkové populace. Citlivost je vyšší u dětí a snižuje se s věkem, u lidí nad 25 let je ojedinělá.

Shadow flicker efekt je optický jev způsobený změnami světelného záření (vrhání stínu) vznikající periodickým zakrýváním slunečního kotouče rotujícími listy rotoru VtE. Zastiňování pohyblivým stínem může být v případě VtE reálně pozorováno při optimálních světelných podmínkách v rozsahu do cca 250 až 300 metrů od VtE. Kromě toho musí být intenzita záblesků dostatečná při dostatečném kontrastu jasů, a to závisí na poloze slunce, listů VtE a pozici pozorovatele. Navíc se vzdáleností pozorovatele od VtE kontrast jasů, vlivem ohybu světla, rychle klesá. Ve větších vzdálenostech je již prakticky zanedbatelné. Vzhledem k tomu, že většina posuzovaných větrných elektráren bývá lokalizována ve vzdálenosti nad 600 metrů od obytného území, jeví se tento jev z hlediska zdravotních rizik jako nevýznamný.

Třílísté rotory větrných elektráren operují s frekvencemi výrazně pod 2 Hz, u novějších typů VtE často až pod 1 Hz. Při zohlednění těchto skutečností, malého procenta epileptiků v populaci a malého počtu obyvatel, kteří budou případnému flicker efektu záměru vystaveni, je toto zdravotní riziko zanedbatelné. Pro charakterizaci rizika stroboskopického a shadow flicker efektu není pro autorizované osoby k dispozici žádná metodika hodnocení zdravotních rizik. V České republice a většině zemí Evropské unie neexistují legislativní limity flicker efektu a není jednotný ani metodický přístup k jeho hodnocení. Zvolen byl proto způsob, který je v prostoru Evropské unie obvyklý.

Za potenciálně významně obtěžující je považována situace, kdy výskyt flicker efektu v místě receptoru přesáhne 30 minut denně nebo 30 hodin za rok.

3. Hodnocení expozice

Nezbytným výchozím podkladem pro hodnocení expozice hluku a následně ke kvantitativnímu a kvalitativnímu odhadu míry zdravotního rizika je znalost hlukové zátěže v posuzované (zájmové) lokalitě. V tomto případě byla pro zpracování HRA k dispozici Hluková studie „Větrné elektrárny Kamenná Horka“, Ing. Aleš Jirásk, duben 2026 (viz kapitola 1.4. Podklady).

V posuzované oblasti se v současné době nenachází stacionární (průmyslový) zdroj hluku, se kterým by mohlo docházet k hodnotitelné interferenci při realizaci záměru VtE. Avšak v lokalitě je plánována transformovna se 2 transformátory 110/35 kV ETD ER36M-0 63 MVA. Posuzovaný záměr je proto posuzován pouze v kumulaci (souběhu) těchto zdrojů.

Výpočet ekvivalentních hladin akustického tlaku A v chráněném venkovním prostoru staveb je proveden výpočtovým modelem programu Hluk+ verze 14.79 profi. Model pracuje s výškovou geometrií terénu. Výpočtový program zohledňuje pohlcování zvuku v atmosféře, ke kterému dochází zejména při větších vzdálenostech, výpočtem dle ČSN ISO 9613-2 pro teplotu 10 °C a relativní vlhkost 70 % v třetinooktávových pásmech pro spektrum dané VtE. **Histogram směrů a rychlostí větru není ve výpočtu uvažován, je tedy počítán nejhorší možný stav, kdy VtE má kulovou charakteristiku vyzařování, tzn. že všechny čtyři VtE jsou současně natočeny směrem k výpočtovému bodu.** Povrch terénu je modelován jako pohltivý (letní pololetí), resp. odrazivý (zimní pololetí), avšak v dalším hodnocení byly uvažovány pouze výsledky pro odrazivý terén; pro pohltivý terén (letní období) jsou až o 2,4 až 2,9 dB nižší.

Vypočtené hodnoty v Hlukové studii jsou tedy horními odhady hodnot skutečných.

Z hodnocení expozice podle NV č. 272/2011 Sb. vyplývá, že ani v jednom VB nedojde ani při souběhu stacionárních zdrojů hluku (4 VtE + 2 transformátory 110/35 kV ETD ER36M-0 63 MVA) k překročení hygienického limitu hluku stanoveného pro chráněný venkovní prostor staveb a noční /denní dobu $L_{Aeq,1h} = 40$ dB / $L_{Aeq,8h} = 50$ dB. Predikované ekvivalentní hladiny akustického tlaku se pohybují v rozpětí 14,6 až 39,3 dB.

Umístění VtE (P1-P4), transformovny (P5-P6) a výpočtových bodů je patrné z obr. 4. Vypočtené hodnoty určujících ukazatelů hluku u výpočtových bodů z Hlukové studie jsou uvedeny v tab. 3.

V tabulce č. 3 jsou uvedeny pouze výpočtové body, resp. fasády VB, u nichž Hluková studie predikovala vždy nejvyšší vypočtenou hodnotu $L_{Aeq,T} = L_{Aeq,8h}$ resp. $L_{Aeq,1h}$ v daném VB, a to bez ohledu na jeho výšku. Z těchto nejvyšších hodnot byla následně vypočítána hodnota L_{dvn} .



Obrázek 4: Umístění VtE, transformovny a výpočtových bodů

Zdroj: Hluková studie

Hodnoceny jsou varianty:

Stav 0 = očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ ($L_{Aeq,1h}$ a $L_{Aeq,8h}$) hluku z provozu transformovny vybavené 2 transformátory 110/35 kV ETD ER36M-0 63 MVA, hladina akustického výkonu $L_{WA} = 75,0$ dB.

Stav 1 = očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ ($L_{Aeq,1h}$ a $L_{Aeq,8h}$) hluku z provozu 4 VtE Enercon E-160 EP5 E3 s celkovou výškou 200 m.

Stav 2 = očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ ($L_{Aeq,1h}$ a $L_{Aeq,8h}$) hluku při souběhu provozu stacionárních zdrojů hluku (4 VtE + 2 transformátory, resp. stav 0+ stav 1).

Tabulka 3 : Hladiny určujících ukazatelů hluku u výpočtových bodů

Výpočtový bod				Stav 0		Stav 1		Stav 2	
Č.	Obec	Č.p./Č.e.	V m	$L_{Aeq,T}$ dB	L_{dvn} dB	$L_{Aeq,T}$ dB	L_{dvn} dB	$L_{Aeq,T}$ dB	L_{dvn} dB
1	Kamenná Horka	9, S	5,0	0,0	0,0	38,8	45,2	38,8	45,2
2	Kamenná Horka	7, S	5,0	0,0	0,0	38,8	45,2	38,8	45,2
3	Kamenná Horka	105, SV	5,0	0,0	0,0	38,8	45,2	38,8	45,2
4	Kamenná Horka	130, SV	2,0	0,0	0,0	39,3	45,7	39,3	45,7
6	Kamenná Horka	21, SV	2,0	0,0	0,0	37,2	43,6	37,2	43,6
8	Kamenná Horka	116, SV	2,0	0,0	0,0	38,5	44,9	38,5	44,9
10	Kamenná Horka	131, S	2,0	0,0	0,0	39,2	45,6	39,2	45,6
12	Kamenná Horka	127, S	2,0	0,0	0,0	39,0	45,4	39,0	45,4
13	Kamenná Horka	110, Z	2,0	0,0	0,0	38,4	44,8	38,4	44,8
14	Kamenná Horka	47, Z	2,0	0,0	0,0	35,9	42,3	35,9	42,3
15	Koclířov	145, Z	2,0	0,0	0,0	14,3	20,7	14,3	20,7
16	Koclířov	274, JZ	5,0	0,0	0,0	19,5	25,9	19,6	25,9
17	Koclířov	212, J	5,0	0,0	0,0	33,1	39,5	33,1	39,5
18	Koclířov	211, J	5,0	6,0	12,4	33,2	39,6	33,2	39,6
19	Koclířov	249, JZ	5,0	8,1	14,5	33,4	39,8	33,4	39,8
20	Koclířov	210, JV	5,0	8,5	14,9	33,7	40,1	33,7	40,1
21	Svitavy	1683, J	6,0	0,0	0,0	37,2	43,6	37,2	43,6
22	Svitavy	Č.e. 277, J	5,0	0,0	0,0	36,9	43,3	36,9	43,3
23	Svitavy	Č.e. 278, V	2,0	0,0	0,0	37,3	43,7	37,3	43,7
24	Svitavy	Č.e. 272, V	2,0	0,0	0,0	36,7	43,1	36,7	43,1
25	Svitavy	651, V	2,0	0,0	0,0	29,4	35,8	29,4	35,8
26	Svitavy	705, V	12,0	0,0	0,0	29,4	35,8	29,4	35,8
27	Svitavy	645, V	9,0	0,0	0,0	29,4	35,8	29,4	35,8
28	Svitavy	694, V	12,0	0,0	0,0	29,4	35,8	29,4	35,8
29	Svitavy	253, V	2,0	0,0	0,0	29,6	36,0	29,6	36,0
30	Svitavy	602, V	2,0	0,0	0,0	29,1	35,5	29,1	35,5
31	Svitavy	592, V	9,0	0,0	0,0	29,0	35,4	29,0	35,4

Kde

Č.p. = číslo popisné objektu, Č.e. = číslo evidenční, Výška = výška výpočtového bodu

JV = jihovýchod, JZ = jihozápad, SZ = severozápad, SV = severovýchod, J = jih, Z = západ, V = východ, S = sever

 $L_{Aeq,T}$ = hodnoty určujícího ukazatele hluku za dobu T (pro denní i noční dobu) L_{dvn} = hodnoty vážené dlouhodobé průměrné hladiny akustického tlaku, stanovená po celou denní dobu rokuKurzivou označené hodnoty L_{dvn} jsou pod rozsahem platnosti (spolehlivosti) křivky

Z údajů v tab. 3 vyplývá, že vliv nově uvažovaných VtE se při provozu může hlukově projevit ve všech posuzovaných lokalitách (obcích); změna hlučnosti je řádově až v desítkách dB, ale hladiny $L_{Aeq,T}$ jsou predikovány stále pod hodnotou hygienických limitů, a to jak v denní, tak noční době, a to i přes skutečnost, že vypočtené hodnoty jsou horními odhady hodnot skutečných. **V reálné situaci budou hodnoty nižší.**

4. Charakterizace rizika

Na tomto místě je nutné zdůraznit základní rozdíl mezi podklady, jimiž je protokol z měření hluku nebo akustická studie a expertízou, kterou je posouzení vlivu na veřejné zdraví nebo hodnocení zdravotních rizik.

Měření hluku pracuje s určujícími ukazateli hluku definovanými v právních předpisech České republiky, tj. nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů. V závěru protokolu z měření hluku by mělo být vždy uvedeno, zda výsledné hodnoty hladin akustického tlaku A nepřekračují hygienické limity stanovené tímto nařízením vlády. Tyto hygienické limity jsou stanoveny v souladu s WHO (Světovou zdravotnickou organizací) tak, aby při celoživotní expozici hluku bylo chráněno zdraví běžné populace (obyvatel), přičemž je nutné mít na paměti, že nepřekračování hodnot hygienických limitů neznamena pro exponovanou populaci nulové riziko.

Je nutné mít na paměti, že každá zátěž obecně představuje určitou míru rizika. Rizika odpovídající dodržení hygienických limitů, tj. rizika vyvolaná podlimitní expozicí, neznamenají nulové riziko, ale celospolečensky přijatelnou míru rizika a nejsou v rozporu s právním stavem České republiky, resp. zdravotní politikou WHO a EU.

Posouzení vlivu na veřejné zdraví, resp., hodnocení zdravotních rizik jde nad rámec posouzení podle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů a prováděcího právního předpisu k tomuto zákonu – NV č. 272/2011 Sb. V těchto expertízách se nehodnotí, zda byl hygienický limit dodržen či nikoliv, ale zvažují se dopady na exponované obyvatele, kteří bydlí v posuzovaném území, a to z hlediska, které operativní legislativa neřeší, tj. např. obtěžování obyvatel nebo rušení spánku. Pro tento účel jsou také používány jiné deskriptory hluku (ukazatele) než pro porovnání s hygienickými limity (viz kapitola 2. „Identifikace a charakterizace nebezpečnosti“) a vychází se z hodnot zjištěných či predikovaných před fasádami objektů (hodnot v chráněném venkovním prostoru staveb). Hodnocení zdravotních rizik může lépe popsat a posoudit celou situaci z hlediska vlivů na zdraví lidí nad rámec platné operativní legislativy na úseku ochrany veřejného zdraví před hlukem, která posuzuje stav pouze porovnáním s hygienickými limity.

Demografické údaje

Zadavatel demografická data pro zpracování HRA neposkytl. Aby bylo možné provést kvantifikaci potenciálních negativních účinků formou počtu osob vysoce obtěžovaných a osob s vysokým rušením spánku, bylo by nutné k jednotlivým č.p. (výpočtovým bodům) znát počet osob. Proto zpracovatel přistoupil ke kvantifikaci formou výpočtu procent osob, u nichž se výše uvedené negativní účinky mohou projevit, což je pro posouzení tohoto záměru zcela dostačující.

Na základě hodnocení expozice (kapitola 3. Hodnocení expozice) lze vyvodit odborný závěr, že z hlediska kvalitativního lze očekávat potenciální negativní účinky hluku z VtE v oblasti obtěžování, kdy obtěžování je pro hluk z průmyslových zdrojů definováno od hodnot $L_{dvn} \geq 35$ dB a rušení spánku, které je definováno od hodnot $L_n = L_{Aeq,1h} \geq 35$ dB. Pro výpočet byla vždy uvažována ta část obvodového pláště budovy, na které byla v rámci Hlukové studie vypočtena nejvyšší hodnota $L_{Aeq,8h}$, resp. $L_{Aeq,1h}$.

Výpočet byl proveden podle následujících metodik:

ENE-P = použity vztahy podle ENE pro průmyslové zdroje = Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No, 22/2019 (HA-Miedema 2004 a HSD-Miedema 2007 pro průmyslový hluk).

G-VtE = použity vztahy podle metodiky Genlyd = The "Genlyd" Noise Annoyance Models, Dose-Response Relationships by Logistic Function, DELTA Report, 20.3.2007 (HA-Miedema 2003 pro hluk z VtE).

Výsledky jsou uvedeny v následující tab. 4 a 5.

Poznámka: Procenta osob v posuzovaných variantách nejsou v tabulkách zaokrouhlena na celá čísla dle matematických pravidel, protože se jedná o velmi nízká procenta a zaokrouhlením by došlo ke ztrátě vypovídací schopnosti

Z hodnocení podle doporučení WHO (ENG 2018) vyplývá, že v zástavbě přivrácené k VtE v obci Kamenná Horka by mohlo výjimečně a pouze velmi krátkodobě a zanedbatelně docházet k mírnému překročení doporučené hodnoty $L_{dvn} = 45$ dB o 0,2 až 0,7 dB.

Pravděpodobnost překročení hodnoty $L_{dvn} = 45$ dB je však velmi nízká, protože výpočet v hlukové studii vychází z nejnepříznivější hlukové situace, tj. že všechny 4 VtE jsou natočeny celoročně směrem k výpočtovému bodu a povrch terénu je uvažován pouze jako odrazivý, což je cca polovinu roku. Při pohltném terénu (letní období) lze očekávat hodnoty $L_{Aeq,T}$ o 2,4 až 2,9 dB nižší.

Tabulka 4: Odhad procent osob potenciálně obtěžovaných (HA)

Výpočtový bod				Stav 0	Stav 1		Stav 2	
Č.	Obec	Č.p./Č.e.	V m	ENE-P %	ENE-P %	G-VtE %	ENE-P %	G-VtE %
1	Kamenná Horka	9, S	5,0	0,0*	2,9	10,9	2,9	10,9
2	Kamenná Horka	7, S	5,0	0,0*	2,9	10,9	2,9	10,9
3	Kamenná Horka	105, SV	5,0	0,0*	2,9	10,9	2,9	10,9
4	Kamenná Horka	130, SV	2,0	0,0*	3,1	11,9	3,1	11,9
6	Kamenná Horka	21, SV	2,0	0,0*	2,3	8,2	2,3	8,2
8	Kamenná Horka	116, SV	2,0	0,0*	2,7	10,4	2,7	10,4
10	Kamenná Horka	131, S	2,0	0,0*	3,0	11,7	3,0	11,7
12	Kamenná Horka	127, S	2,0	0,0*	3,0	11,4	3,0	11,4
13	Kamenná Horka	110, Z	2,0	0,0*	2,7	10,2	2,7	10,2
14	Kamenná Horka	47, Z	2,0	0,0*	2,0	6,5	2,0	6,5
15	Koclířov	145, Z	2,0	0,0*	0,1*	0,1*	0,1*	0,1*
16	Koclířov	274, JZ	5,0	0,0*	0,2*	0,3*	0,2*	0,3*
17	Koclířov	212, J	5,0	0,0*	1,4	4,0	1,4	4,0
18	Koclířov	211, J	5,0	0,0*	1,4	4,1	1,4	4,1
19	Koclířov	249, JZ	5,0	0,0*	1,4	4,2	1,4	4,2
20	Koclířov	210, JV	5,0	0,0*	1,5	4,4	1,5	4,4
21	Svitavy	1683, J	6,0	0,0*	2,3	8,2	2,3	8,2
22	Svitavy	Č.e. 277, J	5,0	0,0*	2,3	8,1	2,3	8,1
23	Svitavy	Č.e. 278, V	2,0	0,0*	2,3	8,2	2,3	8,2
24	Svitavy	Č.e. 272, V	2,0	0,0*	2,2	7,5	2,2	7,5
25	Svitavy	651, V	2,0	0,0*	0,8	2,0	0,8	2,0
26	Svitavy	705, V	12,0	0,0*	0,8	2,0	0,8	2,0
27	Svitavy	645, V	9,0	0,0*	0,8	2,0	0,8	2,0
28	Svitavy	694, V	12,0	0,0*	0,8	2,0	0,8	2,0
29	Svitavy	253, V	2,0	0,0*	0,8	2,1	0,8	2,1
30	Svitavy	602, V	2,0	0,0*	0,7	1,9	0,7	1,9
31	Svitavy	592, V	9,0	0,0*	0,7	1,9	0,7	1,9

Kde

Č.p. = číslo popisné objektu, Č.e. = číslo evidenční

JV = jihovýchod, JZ = jihozápad, SZ = severozápad, SV = severovýchod, J = jih, Z = západ, V = východ, S = sever

Výška = výška výpočtového bodu

 L_{dvn} = dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku A pro den-večer-noc

ENE-P = použity vztahy podle ENE pro průmyslové zdroje = Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No. 22/2019 (HA-Miedema 2004 a HSD-Miedema 2007 pro průmyslový hluk)

G-VtE = použity vztahy podle metodiky Genlyd = The "Genlyd" Noise Annoyance Models, Dose-Response Relationships by Logistic Function, DELTA Report, 20.3.2007 (HA-Miedema 2003 pro hluk z VtE)

*Kurzivou označené hodnoty jsou pod rozsahem platnosti (spolehlivosti) křivky

Tabulka 5: Odhad procent osob s potenciálně rušeným spánkem (HSD)

Výpočtový bod				Stav 0	Stav 1	Stav 2
Č.	Obec	Č.p./Č.e.	V m	ENE-P %	ENE-P %	ENE-P %
1	Kamenná Horka	9, S	5,0	0,0*	1,9	1,9
2	Kamenná Horka	7, S	5,0	0,0*	1,9	1,9
3	Kamenná Horka	105, SV	5,0	0,0*	1,9	1,9
4	Kamenná Horka	130, SV	2,0	0,0*	2,1	2,1
6	Kamenná Horka	21, SV	2,0	0,0*	1,6	1,6
8	Kamenná Horka	116, SV	2,0	0,0*	1,9	1,9
10	Kamenná Horka	131, S	2,0	0,0*	2,0	2,0
12	Kamenná Horka	127, S	2,0	0,0*	1,9	1,9
13	Kamenná Horka	110, Z	2,0	0,0*	1,9	1,9
14	Kamenná Horka	47, Z	2,0	0,0*	1,4	1,4
15	Koclířov	145, Z	2,0	0,0*	0,1*	0,1*
16	Koclířov	274, JZ	5,0	0,0*	0,3*	0,3*
17	Koclířov	212, J	5,0	0,0*	1,2	1,2
18	Koclířov	211, J	5,0	0,0*	1,2	1,2
19	Koclířov	249, JZ	5,0	0,0*	1,2	1,2
20	Koclířov	210, JV	5,0	0,0*	1,2	1,2
21	Svitavy	1683, J	6,0	0,0*	1,6	1,6
22	Svitavy	Č.e. 277, J	5,0	0,0*	1,6	1,6
23	Svitavy	Č.e. 278, V	2,0	0,0*	1,6	1,6
24	Svitavy	Č.e. 272, V	2,0	0,0*	1,5	1,5
25	Svitavy	651, V	2,0	0,0*	0,8	0,8
26	Svitavy	705, V	12,0	0,0*	0,8	0,8
27	Svitavy	645, V	9,0	0,0*	0,8	0,8
28	Svitavy	694, V	12,0	0,0*	0,8	0,8
29	Svitavy	253, V	2,0	0,0*	0,8	0,8
30	Svitavy	602, V	2,0	0,0*	0,7	0,7
31	Svitavy	592, V	9,0	0,0*	0,7	0,7

Kde

Č.p. = číslo popisné objektu, Č.e. = číslo evidenční

JV = jihovýchod, JZ = jihozápad, SZ = severozápad, SV = severovýchod, J = jih, Z = západ, V = východ, S = sever

Výška = výška výpočtového bodu

ENE-P byly použity vztahy podle ENE pro průmyslové zdroje = Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No, 22/2019 (HA-Miedema 2004 a HSD-Miedema 2007 pro průmyslový hluk)

*Kurzivou označené hodnoty jsou pod rozsahem platnosti (spolehlivosti) křivky

Z údajů v tab. 4 vyplývá, že **vliv provozu plánované transformovny vybavené 2 transformátory se z hlediska možného obtěžování hlukem v zájmové lokalitě (posuzovaných obcích), vůbec neprojeví. Vypočtené hodnoty L_{dvn} jsou hluboce pod 35 dB, tj. pod rozsahem platnosti křivky expozice/účinek.**

Podle výpočtů dle vztahů ENE-P je odhad procent osob potenciálně obtěžovaných vlivem provozu záměru 4 VtE včetně souběhu s transformovnou minimální (mezi 0,7 až 3,1 % exponovaných obyvatel), přičemž v části obce Koclířov se vůbec neprojeví (hodnoty pod rozsahem platnosti křivky expozice/účinek).

Podle výpočtů dle vztahů G-VtE, tj. podle metodiky Genlyd, která uvažuje příkřejší nárůst obtěžování v závislosti na L_{dvn} (vyšší procenta osob potenciálně negativně ovlivněných než podle vztahů ENE-P) je možné procenta potenciálně obtěžovaných osob předpokládat minimální (Svitavy a Koclířov), přičemž v části obce Koclířov se vůbec neprojeví (hodnoty pod rozsahem platnosti křivky expozice/účinek), až střední (v části obce Kamenná Horka).

Odhad procent osob potenciálně obtěžovaných je:

- ✓ v obci Kamenná Horka v rozmezí ENE-P 2,0 až 3,1 %; G-VtE 6,5 až 11,9 %,
- ✓ v obci Koclířov ENE-P 1,4 až 1,5 %; G-VtE 4,0 až 4,4 %,
- ✓ v obci Svitavy v rozmezí ENE-P 0,7 až 2,3 %; G-VtE 1,9 až 2,1 %.

Z údajů v tab. 5 vyplývá, že vliv provozu plánované transformovny vybavené 2 transformátory se z hlediska možného rušení spánku hlukem v zájmové lokalitě (posuzovaných obcích), vůbec neprojeví. Vypočtené hodnoty L_{dvn} jsou hluboce pod 35 dB, tj. pod rozsahem platnosti křivky expozice/účinek. Odhad procent osob potenciálně rušených ve spánku při souběhu 4 VtE a transformovny je minimální:

- ✓ v obci Kamenná Horka v rozmezí ENE-P 1,4 až 2,1 %,
- ✓ v obci Koclířov ENE-P 1,2 %,
- ✓ v obci Svitavy v rozmezí ENE-P 0,7 až 1,6 %.

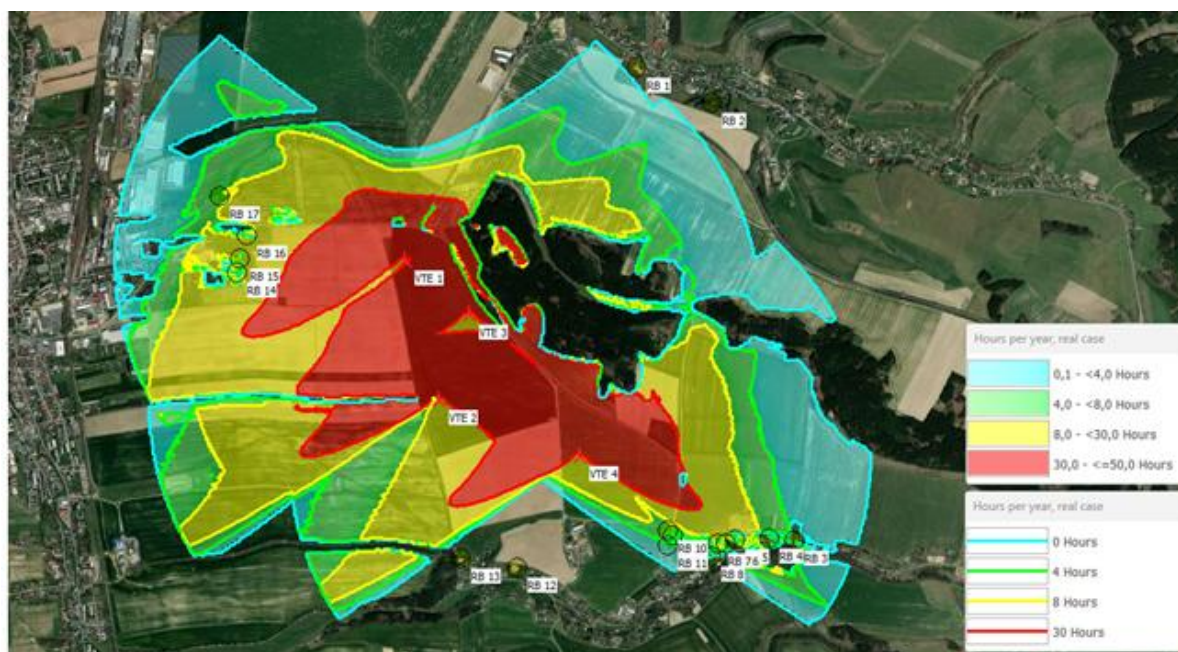
Vzhledem k tomu, že se jedná o hodnocení provozu všech 4 VtE na maximální výkon a s „nasměrováním“ všech 4 VtE na zástavbu všech posuzovaných obcí a pouze odrazivý terén, je potenciální negativní vliv posouzen jako maximální, přičemž v provozu lze reálně očekávat vlivy významně menší.

- Při posuzování vlivu provozu VtE na veřejné zdraví je nutné mít na zřeteli základní aspekt, a to, že udávané obtěžování obyvatel hlukem je často zástupným argumentem za celkovou nespokojenost s přítomností VtE v území – u obyvatel, kteří mají k těmto zdrojům negativní postoj z jakéhokoli důvodu, může být tento odmítavý postoj prezentován jako obtěžování a rušení bez ohledu na akustické vlastnosti VtE.
- Více negativně vnímají hluk lidé, kteří na VtE vidí než ti, kteří je nemají v přímé viditelnosti.
- Dále je nutné očekávat, že hůře vnímají tyto zdroje hluku obyvatelé vesnických sídel než obyvatelé městské zástavby. Tato skutečnost je dána jednak obecně nižšími hladinami hluku pozadí vesnického prostředí a jednak tím, že obyvatelé ve vesnické zástavbě očekávají od svého životního prostředí klid a příznivější akustické klima oproti bydlení

v rušných městech. Je však předpoklad, že u většiny objektů v posuzovaných lokalitách bude hluk z provozu VtE v noční i denní době maskován hlukem pozadí, tj. hluk z VtE bude v hluku působeném větrem zanikat.

- Rovněž více negativně vnímají přítomnost VtE ve svém okolí obyvatelé, kteří nemají z jejich přítomnosti VtE žádný benefit (přínos). Benefity patří ke zcela legitimním nástrojům ve snižování negativních dopadů. Obyvatelé, kteří mají nějaký benefit z provozu VtE se ve studiích realizovaných v zahraničí projevují jako mnohem méně obtěžovaní než lidé bez benefitů.

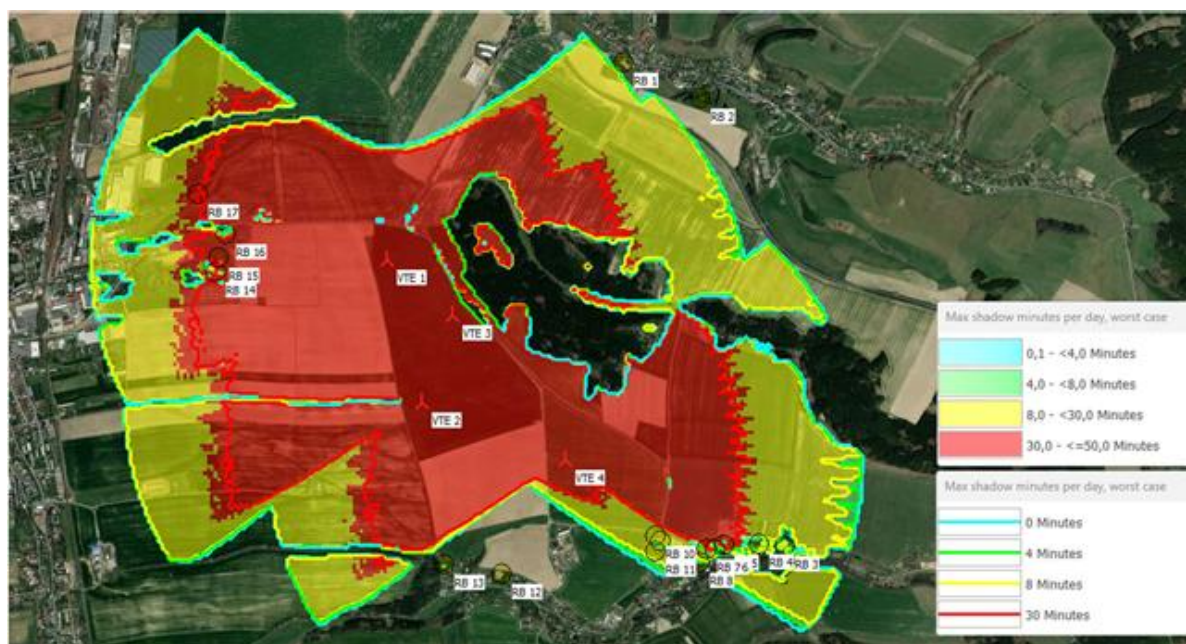
Pro charakterizaci rizika stroboskopického a shadow flicker efektu není pro autorizované osoby k dispozici žádná metodika hodnocení zdravotních rizik, a proto nejsou vypočtené hodnoty uvedené v „Posouzení Flicker efektu pro záměr VTE Moravská Kamenná Horka“ dále zpracovávány (viz kap. 1.4 Podklady). V České republice a většině zemí Evropské unie neexistují legislativní limity flicker efektu a není jednotný ani metodický přístup k jeho hodnocení. Zvolen byl proto způsob, který je v prostoru Evropské unie obvyklý (viz kap. 1.4 Podklady). Za potenciálně významně obtěžující je považována situace, kdy výskyt flicker efektu v místě receptoru přesáhne 30 minut denně nebo 30 hodin za rok. Z hlediska možných zdravotních rizik se proto standardně vychází z výsledků počítačového modelu v programu WindPRO. **Z výsledků „Posouzení Flicker efektu pro záměr VTE Moravská Kamenná Horka“ vyplývá, že doba trvání shadow flicker efektu nepřesáhne doporučovanou hranici 30 hodin za rok a flicker efekt VtE v posuzovaných lokalitách tak lze považovat za jev málo významný.** Nejdelší působení flicker efektu lze očekávat v referenčním bodě RD č.p. 51 v k.ú. Česká Kamenná Horka, kde může potenciální flicker efekt působit celkově maximálně 16 hodin a 19 minut za rok. I v tomto referenčním bodě se vypočtené hodnoty pohybují pod doporučovanou hranicí. **V některých referenčních bodech nedochází k flicker efektu vůbec.** Viz obr. 5 Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok.



Obrázek 5: Grafické znázornění flicker efektu – hodiny za rok

Zdroj: Flicker efekt studie

- Z výsledků modelování ve variantě nejhoršího možného scénáře (Worst Case), se zohledněním lesnatosti vyplývá, že hodnota shadow flicker efektu zde v referenčních bodech RD č.p. 51, RD č.p. 49 a RD č.p. 47 v k.ú. Česká Kamenná Horka, staveb pro rodinnou rekreaci č.e. 277 a 327 v k.ú. Svitavy-předměstí o několik minut denně (1–6 min) přesáhne doporučovanou hranici 30 minut za den. Viz obr. 6 Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den.
- Tyto vypočtené hodnoty jsou hodnotami maximálními, tj. je počítán nejhorší možný stav, kdy se předpokládá, že slunce svítí stále (od východu do západu slunce), turbíny jsou stále v chodu a rovina rotoru je vždy kolmá na přímkou od větrné turbíny ke slunci.
- Na základě výše uvedených závěrů lze z hlediska vlivu na okolní populaci a na faktor pohody ve sledovaném území označit flicker efekt větrných elektráren v lokalitě Moravská Kamenná Horka za jev málo významný, krátkodobý.
- S ohledem na výsledky nejhoršího možného scénáře (Worst Case), který v některých bodech indikuje překročení doporučovaných limitů, a s přihlédnutím k sezónní proměnlivosti útlumu stínění vegetací, byla doporučena instalace systému „Shadow Shutdown“.
- Třílísté rotory větrných elektráren operují s frekvencemi výrazně pod 2 Hz, u novějších typů VtE často až pod 1 Hz. Při zohlednění těchto skutečností, malého procenta epileptiků v populaci a malého počtu obyvatel, kteří budou případnému flicker efektu záměru vystaveni, je zdravotní riziko epileptických záchvatů zanedbatelné.



Obrázek 6: Grafické znázornění flicker efektu – minuty za den

Zdroj: Flicker efekt studie

5. Analýza nejistot

Při hodnocení účinků hluku na lidské zdraví je nutné vzít v úvahu poměrně velké nejistoty, kterými je tento proces zatížen. V závislosti na fyzikálních parametrech hluku nelze jednoduše a jednoznačně popsat jeho fyziologický vliv a závažnost. Dále je nutné si uvědomit, že účinek hluku je velmi variabilní a je ovlivněn velkým množstvím faktorů nefyzikálních (sociálními faktory, emocionalitou, psychikou, aktuálním zdravotním stavem exponovaných osob apod.). V praxi se proto nezdálo setkávat se situací, kdy lidé exponovaní určitou hladinou hluku v konkrétních podmínkách nepotvrzují platnost stanovených limitů, protože z dané populace se vydělují skupiny osob velmi citlivých a osob velmi odolných, které stojí vně kvantitativní závislosti. V běžné populaci je až 20 % vysoce senzitivních osob stejně jako osob vysoce tolerantních. Tato variace je v analytických vztazích pro expozici a účinek reprezentována poměrně vysokou hodnotou tzv. konfidenčního intervalu.

V případě hodnocení vlivu hluku ze záměru „Větrné farmy Kamenná Horka“ se jedná zejména o tyto oblasti nejistot:

Nejistota vstupních dat do hodnocení, která je dána skutečností, že akustický model a výpočet, resp. hluková studie, která je v tomto případě podkladem pro HRA, jsou vždy zatíženy poměrně velkými nejistotami danými:

- nejistotou geografických podkladů polohopisu a výškopisu,
- nejistotou parametrů objektů a prvků modelu, dále vlastnostmi fasád objektů, odrazivostí terénu,

- nejistotou vstupních podkladů o emisi hluku modelovaných zdrojů hluku – VtE,
- nejistotou vyplývající z vlastností výpočtového standardu,
- nejistotou vyplývající z použitých meteorologických dat,
- nejistotou způsobenou zpracovatelem modelu procesem uživatel / nástroj,
- nejistotou způsobenou použitým predikčním softwarem,
- nejistotou vyplývající ze zjednodušení modelů hlukové situace pro urychlení výpočtu.

Výpočet ekvivalentních hladin akustického tlaku A v chráněném venkovním prostoru staveb je proveden výpočtovým modelem programu Hluk+ verze 14.79 profi. Model pracuje s výškovou geometrií terénu. Výpočtový program zohledňuje pohlcování zvuku v atmosféře, ke kterému dochází zejména při větších vzdálenostech, výpočtem dle ČSN ISO 9613-2 pro teplotu 10 °C a relativní vlhkost 70 % v třetinooktávových pásmech pro spektrum dané VtE. Povrch terénu je modelován jako pohltivý (letní pololetí), resp. odrazivý (zimní pololetí), avšak v dalším hodnocení byly uvažovány pouze výsledky pro odrazivý terén; pro pohltivý terén (letní období) jsou o 2,4 až 2,9 dB nižší. Histogram směrů a rychlostí větru není ve výpočtu uvažován, je tedy počítán nejhorší možný stav, kdy VtE mají kulovou charakteristiku vyzařování, tzn., že jsou všechny VtE natočeny směrem k výpočtovým bodům. Vypočtené hodnoty hlukových deskriptorů jsou tedy horními odhady hodnot skutečných. Autor Hlukové studie posoudil akustickou situaci v dotčených obcích v chráněném venkovním prostoru staveb nejbližší k VtE ve výšce 2 až 12 m.

Nejistota expozičního scénáře pro účely této expertízy hodnocení zdravotních rizik vychází zejména z výše popsaných nejistot vstupních dat. Pro účely expozice hluku v tomto HRA jsou z Hlukové studie použity vypočtené hodnoty určujících ukazatelů hluku ($L_{Aeq,8h}$ a $L_{Aeq,1h}$ (dB)) v jednotlivých výpočtových bodech. Hodnocení zdravotních rizik, resp. odvození vztahů expozice (dávka) - účinek vychází z roční průměrné hlukové expozice osob. Zpracovateli této expertízy byly vypočteny hodnoty L_{dvn} dle vztahu uvedeném v kapitole 2.2.2 Dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku A, L_{dvn} pro den-večer-noc. Pro účely hodnocení expozice jako vstupu do HRA byla použita vždy nejvyšší vypočtená hodnota $L_{Aeq,T} = L_{Aeq,8h}$ resp. $L_{Aeq,1h}$ v daném VB bez ohledu na výšku výpočtového bodu. Z těchto nejvyšších hodnot byla vypočítána hodnota L_{dvn} .

Další nejistotou je, že není známo skutečné využití stávající obytné zástavby, tj. zda skutečně lidé v objektech dlouhodobě žijí.

Nejistota demografických údajů v tomto případě neovlivňuje výsledek posouzení, protože zpracovatel neměl k dispozici pro zpracování HRA demografická data. Proto zpracovatel přistoupil ke kvantifikaci formou výpočtu procent osob, u nichž se výše uvedené negativní účinky mohou projevit. Pro toto konkrétní posouzení je tento přístup zcela dostačující a má dostatečnou vypovídací schopnost.

Nejistota vztahu dávka-účinek je dána použitými algoritmy, resp. vybranými vztahy pro posuzované negativní účinky expozice hluku z průmyslových zdrojů, resp. větrných

elektráren. Pro vysoké obtěžování se za účelem snížení této nejistoty používají vztahy dávka-účinek publikované posledních letech nejčastěji používaných metodikách: Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No. 22/2019 (HA-Miedema 2004) a The "Genlyd" Noise Annoyance Models, Dose-Response Relationships by Logistic Function, DELTA Report, 20.3.2007 (HA-Miedema 2003 pro větrné elektrárny). Pro rušení spánku byl použit vztah z Environmental Noise in Europe 2020, EEA Report No. 22/2019 (HSD-Miedema 2007 pro průmyslový hluk).

Použití výše uvedených metodik je zcela v souladu s AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí, SZÚ, 05/04.

Na základě zvoleného přístupu ke zpracování poskytnutých dat a informací a s přihlédnutím k výše popsáným nejistotám hodnocení lze toto hodnocení zdravotních rizik označit za konzervativní přístup hodnocení, kdy je hodnocen v závěru nejvyšší možný potenciální negativní vliv na posuzované území. Reálné možné vlivy budou menší. Tento konzervativní postup byl dodržen i v případě výpočtů a hodnocení shadow flicker efektu.

6. Shrnutí a interpretace výsledků, závěr

Na základě vyhodnocení předložených podkladů a uvážení všech shora uvedených nejistot hodnocení rizik, lze při hodnocení vlivu expozice hluku ze záměru „Větrné elektrárny Kamenná Horka“ při souběhu 4 VtE a s transformovnou vyslovit následující závěry:

- Ze všech možných negativních účinků hluku, uvedených v kapitole „2. Identifikace a charakterizace nebezpečností“, lze z provozu posuzovaného záměru očekávat pouze obtěžování (podle použité metodiky) a rušení spánku.
- Nejvyšší hlukovou zátěž a tím i potenciální negativní vlivy je možné očekávat u nejbližších RD obce Kamenná Horka, a to severovýchodní část č.p. 130 avšak i tato maximální predikovaná hodnota je pod hygienickými limity hluku. Ostatní obytná zástavba ve všech obcích je od VtE ve větší vzdálenosti, tj. je méně exponována.
- Při hodnocení obtěžování v celém posuzovaném území je možné očekávat procenta potenciálně obtěžovaných exponovaných obyvatel, a to podle použité metodiky hodnocení a lokalit v rozsahu od minimálních procent až po střední procento.
- Při hodnocení rušení spánku je možné očekávat minimální procento potenciálně rušených exponovaných obyvatel.
- **Vzhledem k tomu, že se jedná o hodnocení nejvyššího provozu s transformovny a VtE s „nasměrováním“ VtE celoročně na zástavbu všech jednotlivě posuzovaných obcí, je potenciální negativní vliv posouzen jako maximální, přičemž v provozu lze reálně očekávat vlivy významně menší.**
- Pro hodnocení vlivu na zdraví byly použity metodiky (vztahy dávka – účinek) v souladu s AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí (SZÚ, 05/04).
- **Z výsledků „Posouzení Flicker efektu pro záměr VTE Moravská Kamenná Horka“ vyplývá, že negativní vlivy spojené se stroboskopickým efektem lze vyloučit.**
- **Doba trvání shadow flicker efektu nepřesáhne doporučovanou hranici 30 hodin/rok. Ve variantě nejhoršího možného scénáře (Worst Case), se zohledněním lesnatosti vyplývá, že hodnota shadow flicker efektu v referenčních bodech RD č.p. 51, RD č.p. 49 a RD č.p. 47 v k.ú. Česká Kamenná Horka, staveb pro rodinnou rekreaci č.e. 277 a 327 v k.ú. Svitavy-předměstí může několik dní v roce o několik minut denně (1–6 min) přesáhnout doporučovanou hranici 30 minut za den.**
- **Flicker efekt VtE tak lze považovat za málo významný jev.**
- **Při zohlednění frekvencí třílístých rotorů VtE výrazně pod 2 Hz, u novějších typů VtE často až pod 1 Hz, malého procenta epileptiků v populaci a malého počtu obyvatel, kteří budou potenciálně případnému flicker efektu záměru vystaveni, je toto zdravotní riziko zanedbatelné.**

Dane Holýš

Závěr:

Z hlediska hodnocení zdravotních rizik expozice hluku lze vyslovit odborný závěr, že realizace posuzovaného záměru „Větrné elektrárny Kamenná Horka“, tj. výstavby čtyř VtE Enercon E-160 EP5 E3 o výkonu 5,56 MW a celkové výšce 200 m nebude v hodnoceném nejnepříznivějším akustickém stavu znamenat oproti stávajícímu stavu významně zvýšenou míru rizika.

Maximální odhad procent osob potenciálně obtěžovaných je 3,1, resp. 11,9 % (podle použité metodiky), což je obecně minimální až střední procento obtěžování. Maximální odhad procent osob s možným rušením spánku je 3,1 %, což je obecně minimální rušení spánku.

Z hlediska šíření akustického signálu však lze u vzdálenější zástavby očekávat nižší hlukovou zátěž a tím i nižší procenta osob u nichž se mohou negativní účinky projevit.

Vypočtené hodnoty jak v Hlukové studii, tak výše uvedené odhady potenciálních zdravotních rizik jsou horními odhady hodnot a v reálné situaci bude jak hluková zátěž, tak procenta potenciálně obtěžovaných a potenciálně rušených osob ve spánku významně nižší.

Z výsledků „Posouzení Flicker efektu pro záměr VTE Moravská Kamenná Horka“ vyplývá, že negativní vlivy spojené se stroboskopickým efektem lze vyloučit.

Doba trvání shadow flicker efektu ze záměru nepřesáhne doporučovanou hranici 30 hodin/rok; o 1 až 6 minut může několik dní v roce překročit doporučených 30 minut/den u tří RD v k.ú. Česká Kamenná Horka a dvou staveb pro rodinnou rekreaci v k.ú. Svitavy-předměstí. Vzhledem k výpočtu nejhoršího možného stavu shadow flicker efektu je tak tento jev vyhodnocen jako málo významný.

Zdravotní riziko vyvolání epileptického záchvatu je zanedbatelné.

Kumulativní vlivy větrných parků má smysl posuzovat ve vzdálenosti cca 2 až 3 km od nejbližší VtE. Nejbližší VtE Pohledy leží ve vzdálenosti cca 5,7 km, Ostrý Kámen 8,7 km a Janov u Litomyšle 13 km. Vzdálenost jmenovaných VtE je příliš velká, a proto je jejich kumulativní vliv z hlediska vlivu na zdraví zanedbatelný nebo žádný.

Výše uvedené odborné závěry platí pouze pro podklady, tj. vstupní data tak, jak byla k tomuto zpracování poskytnuta.

Dana Holcová

7. Použitá literatura

- ✓ Autorizační návod AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí, SZÚ, 05/04, verze 5, říjen 2020
- ✓ Evropská komise. Směrnice komise (EU) 2020/367, kterou se mění příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, pokud jde o hodnocení škodlivých účinků hluku ve venkovním prostředí. Evropská komise, Generální ředitelství pro životní prostředí. 2020. <https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication/14caf5ee-5ead-11ea-b735-01aa75ed71a1>
- ✓ WHO: Night Noise Guidelines for Europe, 2009
- ✓ Havránek J. a kol.: Hluk a zdraví, Avicenum Praha, 1990 E.Pedersen: Human response to wind turbine noise-annoyance and moderating factors, First International Meeting on Wind Turbine noise, Berlin, říjen 2005
- ✓ E.Pedersen: Human response to wind turbine noise; Perception, annoyance and moderating factors, Occupational and Environmental Medicine Department of Public Health and Community Medicine The Sahlgrenska Academy, Göteborg 2007
- ✓ E. Pedersen: Wind farm aural and visual impact in the Netherlands, Euronoise, Acoustic 06-07. 2008
- ✓ Pedersen, E., Persson Waye, K. Wind turbine - a low level noise source interfering with restoration? Environmental Research Letters, 2008, 3 (1), 015002. doi:10.1088/1748-9326/3/1/015002
- ✓ Pedersen, E., and Larsman, P. The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. Journal of Environmental Psychology, 2008, 28, 379-389. doi:10.1016/j.jenvp.2008.02.009
- ✓ Pedersen, E., van den Berg, F., Bakker, R., Bouma, J. Response to noise from modern wind farms in the Netherlands. Journal of the Acoustical Society of America, 2009, 126 (2), 634 – 643. doi:10.1121/1.3160293
- ✓ Pedersen, E., van den Berg, F., Bakker, R., Bouma, J. Can road traffic mask sound from wind turbines? Response to wind turbine sound at different levels of road traffic sound. Energy Policy, 2010, 38, 2520 – 2527. doi:10.1016/j.enpol.2010.001
- ✓ Forssén, J., Schiff, M., Pedersen, E., Persson Waye, K. Wind turbine noise propagation over flat ground – measurements and predictions. Acta Acustica united with Acustica, 2010, 96, 753 – 760. doi:10.3813/AAA.918329
- ✓ Pedersen, E., Health aspects associated with wind turbine noise – results from three field studies. Noise Control Engineering Journal, 2011, 59 (1), 47-53.
- ✓ Janssen, S.A., Vos, H., Eisses, A.R., Pedersen, E. A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other sources. Journal of the Acoustical Society of America, 2011, 130 (6), 3746 – 3753. doi: 10.1121/1.3656984
- ✓ Harry, A.: Wind turbines, noise and health, 2007 <http://www.berr.gov.uk/files/file31270.pdf>
- ✓ Frey, B. Hadden, P.: Noise radiation from wind turbines installed near homes: effects on health, 2007, <http://www.windturbinenoisehealthhumanrights.com/wtnhhrjune2007.pdf>

- ✓ Pierpoint, N.: Wind Turbine syndrome, 2009
<http://www.windturbinesyndrome.com/?> (více dokumentů),
<http://www.windturbinesyndrome.com/wp-content/uploads/2008/10/wts-for-non-clinicians-3-4-09-with-pics.pdf> <http://www.windturbinesyndrome.com/wp-content/uploads/2008/10/references-3-4-09.pdf> (odkazy)
- ✓ George W. Kamperman, Richard R. James: The 'how to' guide to criteria for siting wind turbines to prevent health risks from sound, 2008,
<http://www.windaction.org/documents/17229>
- ✓ Ellenbogen J. M. a kol.: Wind Turbine Health Impact Study – Report of Independent Expert Panel, January 2012.
http://www.mass.gov/dep/energy/wind/turbine_impact_study.pdf (2012)
- ✓ Health Canada: Noise from Civilian Aircraft in the Vicinity of Airports – Implications for human Health – Noise, Stress and Cardiovascular Disease, Health Canada, 2001
- ✓ RIVM: Health Impact Assessment Shiphopl Airport, Executive summary, 1994
- ✓ Berglund B. & Lindvall T.: Community Noise, Archives of the Center for Sensory Research, Stockholm, 1995
- ✓ A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects, Report for Defra by Dr Geoff Leventhall, May 2003
- ✓ DIN 45 680:1997-03: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmmissionen in der Nachbarschaft. Měření a vyhodnocení nízkofrekvenčních imisí hluku v okolí jejich zdroje, 1997
- ✓ ČSN ISO 1996: Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení
- ✓ Miedema, H.M.E.: Noise & Health: How Does Noise Affect Us?, The International Congress and Exhibition on noise Control Engineering, 2001
- ✓ Report „The „Genlyd“ Noise Annoyance Model“, Dose – Response Relationships Modelled by Logistic Functions, Delta AV 1102/07, 20.March 2007
- ✓ Novák, J. : Nejistoty výpočetní predikce hluku, Akustika Praha, odborné sdělení, konzultační dny NRL pro měření a posuzování hluku v komunálním prostředí, 2007
- ✓ WHO, Regional Office for Europe: Night Noise Guidelines for Europe, Final implementation report, 2007
- ✓ Jarup L., Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Katsouyanni K., Cadum E., et al.: Hypertension and Exposure to Noise Near Airports: the HYENA Study, Environ. Health Perspectives, 2008
- ✓ European Network on Noise and Health (ENNAH), Final Report, EU Project no. 226442 FP-7-ENV-2008-1, EU 2013
- ✓ World Health Organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen. WHO Regional Office for Europe. 2018.
<http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
- ✓ Guski R., Schreckenber D., Schuemer R.: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance, International Journal of Environmental Research and Public Health, 8.12.2017

- ✓ van Kamp I., Schreckenberg D., van Kempen EEMM et al.: Study on methodology to perform an environmental noise and health assessment, 2018
- ✓ Ševčíková Ľ., Argalášová Ľ., Bencko V., Davies S., Jurkovičová J., Klement C., Rapantová H., Weitzman M. Environmental health hygiene. Comenius University in Bratislava. Slovakia 2015. ISBN 978-80-223-3930-8.
- ✓ Hellmuth T., Potužníková D., Junek P., Fiala Z. Obtěžování hlukem: Zdravotní problém nebo akustický komfort? Hygiena. 2016. 61(1):33-35.
- ✓ Jones K. Environmental noise and health: a review. ERCD REPORT 0907. London 2010.
- ✓ Syka J. a kol. Fyziologie a patofyziologie zraku a sluchu, Avicenum, Praha 1981; 08-010-81.
- ✓ Babisch W. Health aspects of extra-aural noise research. Noise Health. 2004. 6(22):69-81.
- ✓ Leventhall H G. Low frequency noise and annoyance .Noise Health 2004;6(23):59-72.
- ✓ Moorhouse A.: Proposed criteria for the assessment of low frequency noise disturbance. University of Salford. 2005.
- ✓ Hellmuth T., Potužníková D., Michal J. Hluk v komunálním prostředí. e-learning kurz. 2013. <http://www.khshk.cz/e-learning/kurs2a.html>.
- ✓ Žiaran S. Nízkofrekvenčný zvuk a jeho vplyv na okolité prostredie. Slovenská technická univerzita v Bratislave. Tězy inauguračnej prednášky. Bratislava 2013a. ISBN 978-80-227-4124-28.
- ✓ Žiaran S. Technické faktory ovplyvňujúce efektívnosť protihlukových konštrukcií. In: Nové trendy akustického spektra: Vedecký recenzovaný zborník. Zvolen 2013b, str. 169-178. ISBN 978-80-228-2531-3.
- ✓ Gjestland T. On the Temporal Stability of People's Annoyance with Road Traffic Noise. Int. J. Environ Res: Public Health 2020,17, 1374, www.mdpi.com/journal/ijerph
- ✓ Parsons Brinckerhoff for the Department of Energy and Climate Change, Update of UK Shadow Flicker Evidence Base, Final Report, London, 2011, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48052/1416-update-uk-shadow-flicker-evidence-base.pdf
- ✓ Department for Communities and Local Government, Planning practice guidance for renewable and low carbon energy, London, 2013, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/225689/Planning_Practice_Guidance_for_Renewable_and_Low_Carbon_Energy.pdf
- ✓ Vandasová Z.: Účinky hluku z větrných elektráren na zdraví, , Hygiena 2023, 68(4):117-121. <https://doi.org/10.21101/hygiena.a1844>).
- ✓ European Environment Agency. Environmental noise in Europe-2025. EEA Report 05/2025. ISBN: 978-92-9480-718-2.