

## Posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví

# „VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY, lokalita Varnsdorf“



Zpracovatel: Ing. Dana Potužníková  
autorizovaná osoba k hodnocení zdravotních rizik expozice hluku  
číslo osvědčení 004/04  
osoba způsobilá pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví  
osvědčení odborné způsobilosti 2/2004

Ústí nad Orlicí, duben 2008

## „VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY, lokalita Varnsdorf“

Objednatel: M3V Praha, a.s.  
Drahobejlova 2215/6  
190 00 Praha 9

IČ: 25614011  
DIČ: CZ25614011

Zadání: duben 2008

Zpracováno: duben 2008

*Dana Potužníková*



Zpracovatel: Ing. Dana Potužníková  
autorizovaná osoba k hodnocení zdravotních rizik expozice hluku  
číslo osvědčení 004/04  
osoba způsobilá pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví  
osvědčení odborné způsobilosti 2/2004

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

## **Obsah:**

- 1. Úvod, zadání a výchozí podklady**
- 2. Identifikace a charakterizace nebezpečnosti  
Hluk, infrazvuk a nízkofrekvenční hluk**
  - 2.1. Hluk obecně a jeho účinky na lidské zdraví
  - 2.2 Definice infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku
  - 2.3. Hodnocení infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku dle platné legislativy ČR
  - 2.4. Účinky infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku na zdraví lidí
  - 2.5. Infrazvuk, nízkofrekvenční hluk a větrné elektrárny
- 3. Hodnocení expozice**
- 4. Charakterizace rizika**
- 5. Analýza nejistot**
- 6. Závěr**
- 7. Literatura**
- 8. Příloha**

## 1. Úvod, zadání, výchozí podklady

Posouzení vlivu expozice hluku na veřejné zdraví bylo zadáno zpracovateli na základě objednávky firmy M3V Praha, a.s., Praha (dále jen „objednavatel“), jako součást oznámení v rozsahu dle přílohy č. 4 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivu stavby na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Objednatel zamýšlí uvést v lokalitě Varnsdorf do provozu 2 větrné elektrárny (dále jen „VE“) Enercon E82 o výkonu 2000 kW na stožáru o výšce 98 m. Vzhledem k blízkosti VE a obytné zástavby je vhodné prověřit vliv hluku na zdraví obyvatel v lokalitě. Jedná se o stavbu dočasnou na 25 let.

V souvislosti se záměrem se nepředpokládá vliv na veřejné zdraví v oblasti vibrací, záření a chemických látek. Je proto posuzován pouze vliv hluku.

Lokalita se nachází severně od obce Varnsdorf směrem k hranici se SRN na úbočí Špičáku. VE budou umístěny na louce mezi lesy a obcemi, nejbližší rodinný dům (dále jen „RD“) obce Varnsdorf leží ve vzdálenosti 677 m od VE1, nejbližší RD v SRN východně od obce Seifhennersdorf leží ve vzdálenosti 570 m od VE1. Mezi VE a obcí Varnsdorf se rozkládá rozsáhlý jehličnatý les. V lokalitě je uvažován vliv komunikací II. třídy v okolí Varnsdorfu. Vzhledem k možnosti vlivu hluku ze zamýšlených VE v SRN jsou posouzeny i příhraniční obce Grossschönau, Spitzkunnersdorf a Seifhennersdorf.

Objednatel poskytl pro zpracování této expertízy následující podklady:

1. Hluková studie, Ing.Aleš Jirásk, Ústí nad Orlicí, duben 2008
2. Situační mapy v měřítku 1:10000

Posouzení vlivu expozice hluku na veřejné zdraví je zpracováno dle autorizačního návodu AN 15/04, k hodnocení zdravotního rizika hluku, verze 2, vydaného Státním zdravotním ústavem v lednu roku 2007 [3].

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 Hluk, infrazvuk a nízkofrekvenční hluk

### 2.1. Hluk obecně a jeho účinky na lidské zdraví

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 radost 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 nezávislymi na jednotlivci 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. Proto je nutné považovat hluk za bezprahově působící škodlivý faktor. Z těchto důvodů je hluk označován jako nechtěný zvuk, jehož účinek závisí na jeho intenzitě, časové historii a vlnové délce. U každého člověka existuje určitý stupeň tolerance k rušivému účinku hluku.

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 hluku  $L_A$ :

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

**Negativní účinky hluku můžeme rozdělit na:**

**SPECIFICKÉ** (auditivní) - s účinkem na sluchový orgán, 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 vnitřního ucha.

**NESPECIFICKÉ** (extraauditivní, mimosluchové, systémové) - s účinkem na různé funkce organismu. Reakce vegetativního a hormonálního systému.

Dále pak na

### **AKUTNÍ ÚČINKY (stres a tomu odpovídající obrana organismu):**

- poškození sluchového aparátu
- 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

### **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

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 poškození sluchového aparátu, ovlivnění kardiovaskulárního a imunitního systému a negativní poruchy spánku. Neprokázané, tj. omezené důkazy jsou např. u vlivu na hormonální systém, biochemické funkce, fetální vývoj, mentální zdraví.

Při doporučení limitních hodnot hluku v životním (mimopracovním) prostředí Světová zdravotnická organizace (dále jen „WHO“) vychází ze současných poznatků o negativním účinku hluku na rušení spánku v noční době, na řečovou komunikaci, obtěžování, pocity nepohody a rozmrzelosti [1].

**Dle uvedeného dokumentu WHO a dalších zdrojů lze současné poznatky o nepříznivých účincích hluku na lidské zdraví charakterizovat a rozdělit následovně:**

### **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 případě 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) [2].

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 komunikacích (silně pojižděné průtahy sídel s převažující těžkou nákladní dopravou). Nezanedbatelně mohou zvyšovat expozici hlukem volnočasové aktivity: nedostatečná ochrana sluchu při návštěvě střelnic, návštěvy automobilových závodů. Závažné důsledky může mít dlouhodobý a často opakovaný poslech velmi hlasité reprodukované hudby ze sluchátek a poslech elektroakusticky zesilované hudby na koncertech či diskotékách. Tato expozice je pravděpodobná zejména mládeže. WHO doporučuje návštěvy diskoték pro tuto kategorii max. 4x za rok po dobu max. 4 hodin [1].

### Vysoký krevní tlak

Výsledky zjištěné v rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí (dále jen „Monitoring“) vedou k závěru, že lidé žijící dlouhodobě (minimálně 5 let) v lokalitách s noční hlučností působenou hlukem z dopravy vyšší než  $L_{Aeq,T} = 62$  dB mají, po zhodnocení tzv. matoucích faktorů (věk, dosažené vzdělání, BMI, četnost fyzické aktivity, kouření, pití alkoholických nápojů a černé kávy) 1,2 x vyšší šanci onemocnět vysokým krevním tlakem [3].

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 příjmem z potravy.

### Ischemická choroba srdeční (dále „ISCH“)

V řadě epidemiologických studií a laboratorních pokusů byla zjištěna podobná situace jako v případě hypertenze. Nejnižší  $L_{Aeq, 24 \text{ hod}}$  s efektem na ISCH 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. [3]

### Časté katary cest dýchacích

Výskyt onemocnění častými katarý horních cest dýchacích stoupá se zvyšující se hlučností. Lidé, žijící dlouhodobě v lokalitách s hlučností větší než  $L_{Aeq,T} = 62$  dB v noční době, mají až 1,4 x vyšší riziko onemocnění katarý horních cest dýchacích, a to opět po vyloučení matoucích faktorů [3].

### 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. [2]

## Obtěžování hlukem

Je nejobecnější reakce 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 [2].

Mimo působení hluku se v oblasti obtěžování kromě senzitivity a fyzikálních charakteristik hluku uplatňuje i řada neakustických faktorů sociální, psychologické a ekonomické povahy. Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktní situace se prohlubuje a fixuje. Rovněž může být významně ovlivněna zdravotním stavem exponovaných osob.

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 stížností a peticí.

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 [1].

## Nepříznivé ovlivnění (poruchy) spánku

Účinek hluku na spánek je nejvíce očekávaným účinkem působení nadměrného hluku z dopravy, a to v oblasti usínání, délky a kvality (hloubku) spánku, zejména redukcí 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 (rozmrzelost, únava, špatná nálada, snížení výkonu, bolesti hlavy).

Výsledky Monitoringu potvrzují úzkou závislost počtu osob obtěžovaných venkovním hlukem z dopravy, osob s obtížným usínáním, zhoršenou kvalitou spánku a osob užívajících sedativa, a to zejména na noční  $L_{Aeq,T}$  [3].

## Poruchy duševního zdraví

Nepředpokládá se, že by hluk mohl být přímou příčinou vzniku duševních nemocí, ale pravděpodobně se může podílet na zhoršení jejich projevů, popř. urychlit rozvoj latentních forem chorob. Souvislost mezi hlukovou expozicí a účinky na duševní zdraví byly nalezeny u ukazatelů jako je spotřeba léků, výskyt některých psychiatrických symptomů, hospitalizací.

Nadměrná hlučnost je jeden z tzv. stresogenních faktorů venkovního prostředí a může vést až k neurotickým poruchám osobnosti [2,3].

## Zvýšení celkové nemocnosti

Bylo zjištěno v řadě epidemiologických studií u souborů obyvatel exponovaných mimopracovně vysokým hladinám hluku. Jako nejpravděpodobnější vysvětlení se uvádí působení chronického stresu. Jedná se o výskyt arteriosklerózy, poruchy imunity, zánětlivých onemocnění, onemocnění trávicí soustavy, poruchy menstruačního cyklu. V epidemiologické studii bylo zjištěno, že k rozdílům v nemocnosti docházelo po dlouhodobé expozici hluku - u nervových onemocnění po 8-10 letech, u chorob kardiovaskulárních po 11-15 letech [2].

Účinky hluku nezpůsobují jednu nebo několik specifických chorob, nýbrž způsobují zhoršování celkového zdravotního stavu exponovaných osob. Dochází k dřívějšímu výskytu chorob, které by možná u exponovaných osob propukly později, navíc se působením hluku zhoršuje jejich průběh [2].



## Účinky hluku obsahujícího tónovou složku

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 – 100 Hz) nebo i vibrací zhoršuje účinky vysokofrekvenčního hluku [2].

## 2.2. Definice infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku

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

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

Tyto definice vycházející z názvoslovné normy jsou však na základě studií postupně upřesňovány a v současné době se v odborné literatuře uvádí, že za nízkofrekvenční hluk je považován zvuk v rozsahu 10 – 200 Hz (1). Z toho vyplývá, že se obě definice „překrývají“, tzn., že oblast infrazvuku se částečně posunula do oblasti nízkofrekvenčního hluku [4].

Dosud se vycházelo z předpokladu, že infrazvuk je pod prahem slyšitelnosti. Z hlediska akustického signálu se však jedná o zvuk, jehož frekvence mohou být slyšitelné i v oblasti několika Hz, pokud je dostatečně vysoká hladina zvuku. V oblasti pod 16 – 18 Hz se však ztrácí tonalita. V rámci populace jsou však velké interindividuální rozdíly od průměru až 15 dB.

Z hlediska fyzikálních vlastností je nutné mít na zřeteli, že z hlediska tlumení nízkofrekvenčních signálů je velmi nízký útlum 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. Z těchto důvodů není vzduchová neprůzvučnost  $R_w$  /dB/ definována ani v ČSN ISO 73 0532. Rovněž není standardní metodika výpočtu šíření nízkofrekvenčních signálů.

Důsledky shora uvedených fyzikálních vlastností nízkofrekvenčních signálů jsou následující:

- Šíří se na velké vzdálenosti.
- Zvukoizolační schopnosti stavebních konstrukcí jsou v této oblasti spektra velmi nízké.
- Akustické signály procházejí stavebními konstrukcemi s velmi malým útlumem.
- Dochází navíc k „odfiltrování“ vysokých frekvencí spektra akustického signálu obvodovým pláštěm objektu, takže dochází k transformaci signálu směrem k nízkým frekvencím, které procházejí bez útlumu.
- Díky této filtraci může signál proniklý do vnitřního prostoru stavby získat tónový charakter.
- Délka zvukové vlny v této oblasti je řádově v metrech, takže je srovnatelná s běžnými rozměry místností.
- Díky tomu je možný vznik stojatého vlnění, resp. zánějí.
- Akustické pole v místnostech má výraznou prostorovou nehomogenitu.

### 2.3. Hodnocení infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku dle platné legislativy ČR

V České republice je ochrana veřejného zdraví stanovena zákonem č.258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Hygienické limity pro hluk jsou stanoveny prováděcím právním předpisem k tomuto zákonu, tj. nařízením vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, (dále jen „NV“), platném od 1.6.2006. V tomto NV jsou stanoveny hygienické limity pro komunální prostředí z hlediska celoživotní expozice ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  a dále maximální hladinou akustického tlaku  $A L_{Amax}$ . Uvedené hodnocení však nezohledňuje vliv hluku s nízkými frekvencemi.

Vzhledem k tomu, že stanovení limitních hodnot nízkofrekvenčního hluku a infrazvuku v komunálním prostředí je velmi obtížné a evropské země ani USA závazný limit pro komunální prostředí nemají, není ani v našem NV hygienický limit stanoven.

Na základě objektivizace akustické situace měřením je však možno provést hodnocení např. podle normy DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmismisionen in der Nachbarschaft [5], která je založena na porovnání hladin akustického tlaku v třetinooktávových pásmech s prahem slyšitelnosti  $L_{HS}$ . Další analýzu konkrétní situace pak lze provést tzv. hodnocením zdravotních rizik.

Hygienický limit pro oblast nízkofrekvenčního hluku stanoven legislativně není, ale již se dle NV posuzuje tónová složka v oblasti nízkých frekvencí, resp. případná korekce na její rušivost, podle hladiny prahu slyšení (viz níže):

**„Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu, případně i ve dvou bezprostředně sousedících třetinooktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetinooktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz až 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetinooktávovém pásmu  $L_{teq/T}$  vyšší než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo“ .**

Hladiny prahu slyšení  $L_{PS}$  v decibelech v rozsahu středních kmitočtů třetinooktávových pásem  $f_t$  10Hz až 160 Hz

$f_t$ [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
$L_{PS}$ [dB]	92	87	83	74	64	56	49	43	42	40	38	36	34

### 2.4. Účinky infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku na zdraví lidí

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 [2,4,6].

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).

Průzkumy ukazují, že vnímání a účinky a subjektivní vnímání zvuku se při nízkých kmitočtech značně liší ve srovnání se středními nebo vysokými kmitočty. Hlavní příčiny těchto rozdílů jsou následující:

- slábnutí vnímání výšky s kmitočtem zvuku se zvyšuje s klesajícím kmitočtem od 60Hz níže,
- zvuk je vnímán jako pulzace a fluktuace (zázněje), často i s hmatovými (taktilními) projevy,
- mnohem strmější zvýšení hlasitosti a obtěžování s růstem hladin akustického tlaku na nízkých frekvencích než na středních nebo vysokých frekvencích („sbíhání“ křivek stejné hlasitosti s klesajícím kmitočtem),
- pocit hučení a tlaku v uších,
- vzhledem k dlouhým vlnovým délkám lze ve venkovním i uzavřeném vnitřním prostoru obtížně lokalizovat polohu zdroje hluku, hluk jakoby přicházel ze všech stran,
- výskyt sekundárních jevů jako je řinčení okenních a dveřních skleněných výplní, cinkání skleniček, vlnění vodní hladiny v nádobách, pociťované vibrace částí budov a předmětů, které mohou být příčinou silnějšího zatěžování a obtěžování exponovaných osob a mohou vyvolávat např. podrážděnost [2,4].

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 [4].

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 pocíťované 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.

Ke zvláštnostem vnímání nízkofrekvenčního hluku patří:

- získaná zvýšená citlivost osob – lidé se na tyto frekvence „naladí“ a dokáží ho identifikovat i při vysokém pozadí širokopásmového hluku
- paměťový efekt („cognitive itch“) – lidé mají pocit, že hluk vnímají a pronásleduje a obtěžuje je i když jsou mimo dosah zdroje hluku nebo když je zdroj mimo provoz
- výrazná citlivost na fluktuace  
Obecně jsou nízké frekvence hůře vnímány ženami, které jsou na nízkofrekvenční zvuk více citlivé než muži [4].

## 2.5. 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), turbulence [4].

V literatuře nebylo nalezeno, že by moderní větrné elektrárny byly zdrojem akustického signálu, který by měl charakter nízkofrekvenčního hluku, resp. infrazvuku. Rovněž měření hlučnosti provedená akreditovanými laboratořemi u dosud instalovaných větrných elektráren v České republice neprokázala přítomnost těchto složek spektra, resp. zvýšené hladiny infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku. Obyvatelé v blízkosti VE instalovaných v České republice si nestěžovali na příznaky těchto složek.

Hlučnost vzniklá provozem větrných elektráren je v případě vhodné konfigurace terénu a přítomnosti vzrostlých stromů maskována hlučností větru (šumění stromů, poryvy větru, sekundární hlučností vyvolanou chvěním částí budov – oplechování apod.)

## 3. Hodnocení expozice

Podkladem pro hodnocení expozice byla hluková studie Ing. Jiráskova [7]. Výpočet je proveden výpočtovým programem Hluk+ 7.16. Protože výpočtový program nepracuje s výškovou geometrií terénu, je situace modelována v rovině a útlumy vlivem převýšení terénu jsou uvažovány pouze jako nejistota výpočtu.

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 oktákových pásmech pro spektrum dané VE.

Povrch terénu je modelován alternativně jako pohltivý (letní období), resp. odrazivý (zimní období).

Histogram směrů a rychlostí větru není ve výpočtu uvažován, je tedy počítán nejhorší možný stav, kdy VE má kulovou charakteristiku vyzařování, tzn. že všechny VE jsou současně natočeny směrem k výpočtovému bodu.

Vypočtené hodnoty jsou tedy horními odhady hodnot skutečných.

Hluk VE stoupá se zvyšující se rychlostí větru. Protože při vyšších rychlostech větru již hladina hluku VE zaniká v hluku pozadí (tzv. sekundární emise - šum stromů, bouchání nebo hvízdání částí staveb), je vhodné změřit hluk pozadí v dané lokalitě před instalací VE a hodnotu porovnat s očekávanými hladinami akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$ .

Podmínkou pro tento postup je předpoklad, že hluk VE neobsahuje výraznou tónovou složku, která by mohla být slyšitelná i v případě, kdy  $L_{Aeq,T}$  pozadí je vyšší než  $L_{Aeq,T}$  VE.

**Informativní měření hlukového pozadí** bylo provedeno na louce nad výpočtovým bodem č.1 -Varnsdorf č.p. 75, mimo vliv lesního porostu při západojihozápadním větru. Měření bylo prováděno dle metodiky měření hluku VE ČSN EN 61400-11. V minutových intervalech byly současně měřeny hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  a rychlost větru. Z datových dvojic byla lineární regresí získána závislost hluku pozadí na rychlosti větru, ze které byla vypočtena ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  hluku pozadí pro referenční rychlost větru  $v = 8 \text{ ms}^{-1}$ .

Hodnota hluku pozadí v obci Varnsdorf pro referenční rychlost větru  $v = 8 \text{ ms}^{-1}$   $L_{Aeq,T} = 39,4$  dB. Při vyšší rychlosti může dojít ke zvýšení hluku pozadí vlivem šumu jehličnatých stromů u některých objektů.

*Upozornění:*

Uvedené hodnoty je třeba interpretovat s jistou opatrností, neboť hluk pozadí se může u jednotlivých chráněných objektů lišit.

**Předběžné výpočty hluku VE** pro pohltivý terén (letní období), resp. odrazivý terén (zimní období) ukázaly, že rozdíl při výpočtu je významný, a to 1,6 až 2,9 dB.

V kritickém výpočtovém bodě (nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A$ ) v ČR č.5 (Varnsdorf č.p. 258) je očekávaná hladina  $L_{Aeq,T} = 34,8$  dB (pohltivý), resp. 37,5 dB (odrazivý).

V kritickém výpočtovém bodě (nejvyšší ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A$ ) v SRN č.16 (Seiffenhensdorf) je očekávaná hladina  $L_{Aeq,T} = 39,8$  dB (pohltivý), resp. 42,3 dB (odrazivý).

V dalších odstavcích, resp. tabulce, jsou proto uváděny výsledky pro odrazivý terén, tj. vyšší hladiny.

**Výsledky pro hluk VE** - očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  pro denní i noční dobu se pohybují v rozpětí 30,1 – 42,3 dB. V ČR je nejhorší výpočtový bod č. 5 (Varnsdorf č.p. 258) s ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}} = 37,5$  dB, v SRN výpočtový bod č. 16 (Seiffenhensdorf) s ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}} = 42,3$  dB.

**Výsledky pro hluk z dopravy po komunikacích druhé třídy** se liší pro jednotlivé obce v závislosti na blízkosti komunikace:

**ČR:**

Očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,16h}}$  pro denní dobu se pohybují v rozpětí 20,3 – 30,1 dB, přičemž nejhorší je výpočtový bod č. 9 (Varnsdorf č.p. 1782) s  $L_{Aeq,16h} = 30,1$  dB. Očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,8h}}$  pro noční dobu se pohybují v rozpětí 12,5 – 23,1 dB, přičemž nejhorší je výpočtový bod č. 9 s  $L_{Aeq,8h} = 23,1$  dB.

**SRN:**

Očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,16h}}$  pro denní dobu se pohybují v rozpětí 27,6 – 50,7 dB, přičemž nejhorší je výpočtový bod č. 15 (Spitzkunnersdorf č.p.13) s  $L_{Aeq,16h} = 50,7$  dB. Očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,8h}}$  pro noční dobu se pohybují v rozpětí 19,9 – 43,1 dB, přičemž nejhorší je výpočtový bod č. 15 s  $L_{Aeq,8h} = 43,1$  dB.

Hygienické limity hluku v ČR jsou dány nařízením vlády č.148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [8].

Pro hluk ze silniční dopravy v chráněném venkovním prostoru staveb:

Použije-li se korekce pro starou hlukovou zátěž z pozemních komunikací, v chráněném venkovním prostoru staveb:

$$L_{Aeq,16h} = 70 \text{ dB pro denní dobu ( 6.00 - 22.00 hod.)}$$

$$L_{Aeq,8h} = 60 \text{ dB pro noční dobu (22.00 - 6.00 hod.)}$$

Nepoužije-li se korekce pro starou hlukovou zátěž z pozemních komunikací, v chráněném venkovním prostoru staveb pro hluk v okolí hlavních pozemních komunikací, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující:

$$L_{Aeq,16h} = 60 \text{ dB pro denní dobu ( 6.00 - 22.00 hod.)}$$

$$L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB pro noční dobu (22.00 - 6.00 hod.)}$$

Pro hluk ze stacionárních zdrojů v chráněném venkovním prostoru staveb, tj. VE:

$$L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB pro denní dobu ( 6.00 - 22.00 hod.)}$$

$$L_{Aeq,1h} = 40 \text{ dB pro noční dobu (22.00 - 6.00 hod.)}$$

Stanovení hygienického limitu hluku je v kompetenci místně příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví.

Hygienické limity hluku v SRN jsou dány TA Lärm vom 26. August 1998 (GMBl. 1998 S. 503) [2], pro území vesnic (Dorfgebiet):

$$L_r (L_{Aeq,16h}) = 60 \text{ dB pro denní dobu (6.00 - 22.00 hod.)}$$

$$L_r (L_{Aeq,1h}) = 45 \text{ dB pro noční dobu (22.00 - 6.00 hod.)}$$

Hodnotící hladina (Beurteilungspegel)  $L_r$  se stanoví z ekvivalentní hladiny akustického tlaku (Mittelungspegel)  $L_{Aeq}$  pomocí korekcí na tónovost, informativnost, impulsnost a čas posouzení.

V daném případě jsou tyto korekce nulové. Deskriptory jsou shodné pro hodnocení v ČR i SRN. Dále je uváděna pouze ekvivalentní hladina akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  platná v ČR.

„VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY, lokalita Varnsdorf“  
- Posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví, 04/Ing.DP/2008

Ve výpočtu jsou zohledněny nejbližší stavby pro bydlení dle výkresu a obhlídky lokality. Seznam výpočtových bodů a vypočítané (očekávané) hodnoty  $L_{Aeq,1h}$  pro noční dobu, tj. pro dobu posuzovanou v intervalu 22:00 až 6:00 hodin, a  $L_{Aeq,8h}$  pro denní dobu, tj. pro dobu posuzovanou v intervalu 6:00 až 22:00 hodin, jsou uvedeny v následující tabulce č. 1. Autor hlukové studie posoudil akustickou situaci v dotčených obcích v chráněném venkovním prostoru staveb.

Žlutě vyznačený sloupec uvádí údaje pro denní dobu, modře pro noční dobu. Červeně vyznačené hodnoty jsou kritická místa v obcích. Sloupec „Hluk pozadí“ je vypočtená hodnota hluku pozadí.

Tabulka č. 1

Výpočtový bod				Hluk pozadí $L_{Aeq,T}$ [dB]	denní doba $L_{Aeq,T}$ [dB]			noční doba $L_{Aeq,T}$ [dB]		
č.	obec	čp. / exp. fasáda			doprava	VE	souhrn	doprava	VE	souhrn
1	Varnsdorf	75	SV	39,4	27,8	37,3	37,8	20,0	37,3	37,4
2	Varnsdorf	256	SV		21,7	35,8	36,0	13,9	35,8	35,9
3	Varnsdorf	ns	SV		25,4	36,4	36,7	17,8	36,4	36,4
4	Varnsdorf	257	SV		24,4	35,8	36,1	16,7	35,8	35,8
5	Varnsdorf	258	SV		28,3	37,5	38,0	20,6	37,5	37,6
6	Varnsdorf	254	SV		29,5	36,8	37,5	21,8	36,8	36,9
7	Varnsdorf	49	SV		20,3	32,1	32,4	12,5	32,1	32,1
8	Varnsdorf	372	SZ		28,0	31,0	32,7	21,0	31,0	31,4
9	Varnsdorf	1782	SZ		30,1	31,5	33,9	23,1	31,5	32,1
10	Grossschönau	25a	Z		41,0	31,8	41,5	33,4	31,8	35,7
11	Grossschönau	25a	S		42,0	30,1	42,3	34,2	30,1	35,6
12	Grossschönau	usedlost	S		27,6	34,1	35,0	19,9	34,1	34,2
13	Grossschönau	hájovna	Z		31,3	37,7	38,6	24,3	37,7	37,9
14	Spitzkunn'dorf	jih	JZ		48,5	31,8	48,6	40,7	31,8	41,2
15	Spitzkunn'dorf	13	Z		50,7	32,7	50,8	43,1	32,7	43,5
16	Seifhenn'dorf	východ	J		41,6	42,3	45,0	33,8	42,3	42,9
max	vše	75	SV		50,7	42,3	50,8	43,1	42,3	43,5
max	ČR	256	SV		30,1	37,5	38,0	23,1	37,5	37,6
max	SRN	ns	SV		50,7	42,3	50,8	43,1	42,3	43,5

Z - západ

S - sever

J - jih

ns - novostavba

SV - severovýchod

JZ - jihozápad

SZ - severozápad

Z dat uvedených v tabulce č. 1 lze vyvodit, že odstup očekávaných hodnot hluku z provozu VE od hodnot hluku pozadí, resp. rozdíl hodnot hluku z dopravy a souhrnu, tak, jak byly stanoveny v akustické studii, se pohybuje v denní době v ČR cca  $L_{Aeq,T}$  3,8 dB (VB č. 9, Varnsdorf č.p. 1782) až 14,3 dB (VB č. 2, Varnsdorf č.p. 256), v SRN cca  $L_{Aeq,T}$  0,1 dB (VB č. 15, Spitzkunn'dorf č.p. 13 a 14 bez č.p.) až 7,4 dB (VB č. 12, Grossschönau usedlost).

V noční době v ČR cca  $L_{Aeq,T}$  9,0 dB (VB č. 9, Varnsdorf č.p. 1782) až 22,0 dB (VB č. 2, Varnsdorf č.p. 256), v SRN cca  $L_{Aeq,T}$  0,4 dB (VB č. 15, Spitzkunnorsdorf č.p. 13) až 14,3 dB (VB č. 12, Grossschönau usedlost).

Je nutné mít na zřeteli, že se jedná z hlediska akustického o popis nejnejpříznivějšího provozního stavu, nejnejpříznivějšího stavu z hlediska pohltivosti terénu (terén odrazivý) a zvolené VB reprezentují nejvíce zatížené objekty v každé z posuzovaných oblastí. Vypočtené hodnoty jsou tedy horními odhady hodnot skutečných.

Navýšení hlučnosti v lokalitě Varnsdorf provozem VE je oproti stávajícímu hluku z dopravy z hlediska akustického významný, ale vzhledem k pozadí, které bude tvořit vítr, bude s největší pravděpodobností hluk z VE v hluku šumících stromů zanikat, a to v denní i noční době.

V SRN v denní době zanikne hluk z provozu VE ve stávajícím hluku z dopravy, kromě VB č. 12 a 13 v lokalitě Grossschönau, ale i zde bude s největší pravděpodobností maskován hlukem pozadí tvořeným větrem. V noční době v lokalitách Grossschönau a Seifhennersdorf bude hluk z VE s největší pravděpodobností maskován větrem, v lokalitě Spitzkunnorsdorf zanikne v hluku z dopravy.

## Demografická data

V následující tabulce č. 2 jsou uvedena demografická data tak, jak byla získána z internetové databáze Ministerstva vnitra ČR pro obec Varnsdorf. Byly získány počty adres v obci, resp. jednotlivých částech obce Studánka, Světliny a Varnsdorf, a počet obyvatel hlášených v obci celkem, tj. celkový počet obyvatel hlášených ve všech třech částech obce. Počty obyvatel pro část Varnsdorf, které pravděpodobně budou hlukem z provozu VE dotčeny pak byly odhadnuty na základě počtu adres v jednotlivých částech obcí, resp. počtu čísel popisných (dále jen č.p.) a evidenčních (dále jen č.e.). Je předpoklad, že ovlivněno bude cca 100 objektů obce Varnsdorf. Počet pravděpodobně exponovaných obyvatel byl pak stanoven dle průměrného počtu obyvatel v obcích na jedno č.p. a č.e., tj. 2,5 osoby na jeden objekt. Počet obyvatel žijících v obcích v SRN neměl zpracovatel k dispozici.

Počty adres v částech obce znamenají počty čísel popisných a čísel evidenčních všech objektů v posuzovaných částech obcí, přičemž není rozlišeno, zda je jedná o objekty chráněné ve smyslu § 30 zákona 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Také není zpracovateli známo kolik z těchto objektů je skutečně trvale obydlených.

Tabulka č. 2

Obec	Část obce	Celkem adres	Počet adres v částech obce	Celkový počet obyvatel	Počet obyvatel v dotčených lokalitách
Varnsdorf	Varnsdorf	3 035	2 753*	16 117	6 883*
	Studánka		nedotčeny		nedotčeny
	Světliny		nedotčeny		nedotčeny

\* Pro další výpočty je počet adres, uvedených v tabulce č. 2 pro část Varnsdorf snížen na 100, resp. počet obyvatel na 250, protože hluk z VE bude ovlivňovat pouze severovýchodní část, tj. cca 250 osob.



## 4. Charakterizace rizika

### Účinky hluku z provozu větrných elektráren lze očekávat v oblasti obtěžování [9,10].

- Při posuzování vlivu provozu VE na veřejné zdraví je nutné mít na zřeteli základní aspekt a to, že celkové obtěžování obyvatel vyplývá již z **pouhé existence VE v území**.
- Více negativně vnímají hluk lidé, kteří na VE vidí než ti, kteří je nemají v přímé viditelnosti. Vzhledem k tomu, že se jedná o záměr instalovat VE o výšce stožáru 98 m, bude pravděpodobně ze všech posuzovaných bodů v části obce Varnsdorf na jednu z navržených VE vidět, tj. na VE1. Z obce Seifhennersdorf a části Spitzkunnorsdorfu v SRN uvidí obyvatelé na obě VE, z Grossschönau budou stožáry VE kryty lesním porostem - rozsáhlým jehličnatým lesem na kopci Špičák (544 m.n.m.), ale nelze vyloučit, že uvidí na části listů obou VE.
- Dále je nutné očekávat, že hůře vnímají tyto zdroje hluku obyvatelé vesnických sídel než obyvatelé v městské zástavbě. 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. Obyvatelé SRN jsou na přítomnost VE v terénu již zvyklí a nevnímají je tak negativně jako obyvatelé v naší republice, kde jsou realizace VE v počátcích.
- V některých posuzovaných výpočtových bodech, resp. u některé zástavby, bude pravděpodobně znamenat provoz VE takové navýšení stávajícího hluku ze silniční dopravy, které exponovaní obyvatelé mohou subjektivně vnímat jako změnu akustické situace. Za takové navýšení lze z hlediska odborného považovat navýšení hladin  $L_{Aeq,T}$  minimálně o 2 dB. Na základě hlukové studie lze očekávat takové navýšení **v denní době**:
  - V části Varnsdorf ve všech posuzovaných bodech od cca 4 dB do cca 16 dB v  $L_{Aeq,T}$ . Znamená to, že hluk z VE nebude zanikat v hluku působeném silniční dopravou, ale bude jej výrazně převyšovat. Hluk z VE však bude pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.
  - V SRN v obci Spitzkunnorsdorf se očekává zanedbatelné navýšení  $L_{Aeq,T}$  o 0,1 dB, tj. navýšení prakticky nerozeznatelné od stávajícího hluku ze silniční dopravy, kterým bude hluk z VE maskován.
  - V SRN v obci Seifhennersdorf, resp. u objektu na samotě, který je k VE sice nejbližší, ale od kraje samotné obce je vzdálen více než 1 km, lze očekávat navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 3 dB. V krajových částech obce lze pak očekávat hladiny výrazně nižší.
  - V SRN v obci Grossschönau v části nejbližší k navrhovaným VE lze očekávat navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 7 dB. Ve vzdálenějších částech nevyvolá hluk z VE zvýšení stávajícího hluku vyvolaného silniční dopravou. Hluk z VE však bude navíc pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.
- **v noční době**:
  - V části Varnsdorf ve všech posuzovaných bodech od cca 9 dB do cca 20 dB v  $L_{Aeq,T}$ . Znamená to, že hluk z VE nebude zanikat v hluku působeném silniční dopravou, ale bude jej výrazně převyšovat. Hluk z VE však bude pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.

„VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY, lokalita Varnsdorf“  
- Posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví, 04/Ing.DP/2008

- V SRN v obci Spitzkunnersdorf se očekává navýšení  $L_{Aeq,T}$  o 0,5 dB, tj. navýšení prakticky nerozeznatelné od stávajícího hluku ze silniční dopravy, kterým bude hluk z VE maskován.
  - V SRN v obci Seifhennersdorf lze očekávat u objektu na samotě navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 9 dB. V krajových částech obce pak lze očekávat opět hladiny výrazně nižší. Znamená to, že hluk z VE bude u posuzovaného objektu výrazně převyšovat hluk působený silniční dopravou, ale bude pravděpodobně maskován účinky větru.
  - V SRN v obci Grossschönau v části nejbližší k navrhovaným VE lze očekávat navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 14 dB. Ve vzdálenějších částech nevyvolá hluk z VE zvýšení stávajícího hluku vyvolaného silniční dopravou. Hluk z VE však bude navíc pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.
- Je velmi obtížné stanovit přesnější počet skutečně exponovaných obyvatel ve shora uvedených objektech v tabulce č. 1 z důvodu nedostatečnosti vstupních podkladů. Znamenalo by to totiž vytvoření plošných hlukových map dotčených lokalit, které by stanovily hluk u jednotlivých objektů, a to jak hluk pozadí a hluk z dopravy po komunikacích, tak hluk z provozu VE a dále získání podrobných demografických údajů ke každému objektu. Hluková studie [7] však řeší výpočet ve velmi husté síti výpočtových bodů, takže je pro posouzení vlivu na veřejné zdraví dostačující.
  - Odhad procent a absolutní počet potenciálně obtěžovaných obyvatel v zájmové lokalitě Varnsdorf, tj. orientační kvantitativní vyhodnocení obtěžujících účinků hluku, stanovil zpracovatel této expertízy dle práce švédské odbornice na posuzování vlivu hluku z VE na zdraví paní Eja Pedersen z roku 2007 [10], která odhaduje procenta obtěžovaných obyvatel dle hodnot  $L_{Aeq,T}$  zjištěných ve venkovním prostoru.

V následující tabulce č.3 jsou uvedeny výsledky, které byly stanoveny následovně:

Z akustické studie bylo přiřazeno k jednotlivým lokalitám rozpětí vypočtených  $L_{Aeq,T}$  pro denní a noční dobu. Tomuto rozpětí bylo dle shora citované práce přiřazeno odpovídající rozpětí pravděpodobně obtěžovaných obyvatel v procentech (žluté podbarvení = údaje pro denní dobu, modré podbarvení = údaje pro noční dobu). Z celkového počtu obyvatel a rozpětí procent pak bylo vypočteno rozpětí počtu pravděpodobně obtěžovaných obyvatel. V dolním řádku jsou pak červeně uvedeny součty rozpětí počtu pravděpodobně obtěžovaných osob.

Veškeré hodnoty vstupující do výpočtu i výsledné počty byly zaokrouhleny dle matematických pravidel na celá čísla, tj.  $L_{Aeq,T}$  i počty obyvatel. Výsledky stejné jsou pro denní i noční dobu, protože se nepředpokládá redukce výkonu VE v noční době.

Tabulka č. 3

Část obce	Odhadovaný počet obyvatel	% obtěžovaných obyvatel v denní době	Počet obtěžovaných obyvatel	% obtěžovaných obyvatel v noční době	Počet obtěžovaných obyvatel
Varnsdorf	250	12,5 až 22,5	31 až 56	12,5 až 22,5	31 až 56
Spitzkunnersdorf	neznámý	12,4 až 14,0	neznámý	12,4 až 14,0	neznámý
Seifhennersdorf	neznámý	30,0	neznámý	30,0	neznámý
Grossschönau	neznámý	10 až 22,5	neznámý	10 až 22,5	neznámý

Je nutné mít na paměti, že shora uvedené rozpětí hodnot  $L_{Aeq,T}$  vychází z horního odhadu zatížení lokalit hlukem (viz akustická studie), tj. **jedná se tedy i o horní odhad % obtěžovaných osob, resp. maximální odhad možného počtu obtěžovaných osob.**

- Počet obtěžovaných obyvatel bude pravděpodobně nižší i vzhledem k tomu, že hodnoty  $L_{Aeq,T}$ , které byly vypočteny k nejkritičtějším místům v jednotlivých zájmových lokalitách, byly vztaženy v případě části Varnsdorf ke 150 obyvatelům v této části obce. Je předpoklad, že v SRN v obci Grossschönau bude počet pravděpodobně obtěžovaných obyvatel nižší než shora uvedené %, protože stožáry VE budou kryty lesním porostem - rozsáhlým jehličnatým lesem na kopci Špičák (544 m.n.m.), tudíž obyvatelé uvidí pouze na části listů obou VE. V obci Seiffhennersdorf se týká údaj prakticky pouze osamocenému objektu, který byl výpočtovým bodem č. 16, a v obci Spitzkunnorsdorf pouze jejího okraje přivráceného k VE, resp. hranici s ČR.

## 5. Analýza nejistot

Každé posouzení vlivů na veřejné zdraví je nevyhnutelně zatíženo řadou nejistot, které jsou dány použitými vstupními údaji, expozičními faktory, chováním exponovaných osob. I když bylo toto posouzení provedeno standardními postupy na základě současných znalostí a odborných doporučení uznávaných institucí je nutné upozornit na skutečnost, že se jedná o zjednodušený model velmi složitého, komplexního děje ovlivněného mnoha proměnnými.

Při hodnocení účinků hluku na lidské zdraví je nutné vzít v úvahu velké nejistoty, kterými je tento proces zatížen. V závislosti na fyzikálních parametrech hluku nelze jednoduše a jednoznačně popsat fyziologický vliv a jeho 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 nezdáka setkáváme 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 na druhé straně osob velmi odolných, které stojí vně kvantitativní závislosti. V běžné populaci je až 20% vysoce senzitivních osob stejně jako osob vysoce tolerantních [2].

- Nejistota vstupních dat a hodnocení expozice je dána skutečností, že akustické výpočty, které jsou v těchto případech základním podkladem pro posouzení vlivu na veřejné zdraví, jsou vždy zatíženy poměrně velkými nejistotami danými:
  - o nejistotou geografických podkladů polohopisu a výškopisu;
  - o nejistotou parametrů objektů a prvků modelu (vlastnost fasád objektů a povrchu clon, odrazivost terénu, výška objektů a akustických clon);
  - o nejistotou vstupních podkladů o emisi hluku modelovaných zdrojů hluku z dopravy;
  - o nejistotou vyplývající z vlastností výpočtového standardu;
  - o nejistotou vyplývající z použitých meteorologických dat;
  - o nejistotou způsobenou zpracovatelem modelu procesem uživatel / nástroj;
  - o nejistotou způsobenou použitým predikčním softwarem;
  - o nejistotou vyplývající ze zjednodušení modelů hlukové situace pro urychlení výpočtu.

V tomto konkrétním případě byl použit výpočtový program HLUK+ verze 7.16, který 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 oktávových pásmech pro spektrum dané VE.

Při výpočtu byl uvažován odrazivý terén, kulová charakteristika vyzařování VE a vliv odrazu zvukových vln od zástavby. **Vypočtené hodnoty jsou tedy horními odhady hodnot skutečných. Je nutné mít na zřeteli, že výpočet je vždy proveden v nejhorším místě, resp. ve výpočtovém bodě ve kterém je očekávána nejhorší hlučnost. Jedná se v tomto případě o kraj Varnsdorfu, Grossschönau a Spitzkunnersdorf, přičemž u Seiffhennersdorfu byl výpočtovým bodem objekt na samotě, který je od samotné obce vzdálen více než 1 km.**

- Nejistota použitých výstupů a vztahů epidemiologických studií. Je nutné mít na paměti, že v každé populaci jsou lidé s rozdílnou citlivostí vůči působení hluku. V posuzované lokalitě nebylo provedeno dotazníkové šetření, které by vypovědělo bližší informace o posuzovaných exponovaných skupinách obyvatel (zpracovatel nezná počty obyvatel v jednotlivých exponovaných objektech, jejich životní styl, zaměstnání, včetně možné hlukové expozice v pracovním prostředí, využití volného času, rodinnou anamnézu atd.). Zpracovatel zvolil konzervativní přístup hodnocení, tj. posuzoval nejhorší možnou situaci, resp. použil horní odhady jak akustické zátěže posuzovaných území, tak horní odhady procent i počtu exponovaných obyvatel.
- Nejistota demografických údajů, resp. nejistota počtu exponovaných obyvatel. V tomto konkrétním případě neměl zpracovatel k dispozici údaje týkající se počtu obyvatel v jednotlivých objektech (číslech popisných), ale pracoval s celkovým počtem exponovaných obyvatel dle informací na serveru Ministerstva vnitra ČR. Do demografických údajů byli zahrnuti obyvatelé trvale hlášení na posuzovaném území. Počet obyvatel užívající rekreační objekty není znám, stejně tak není známa délka jejich pobytů v těchto objektech. Pro účely posouzení tohoto záměru jsou však tyto celkové údaje postačující. Rovněž není známa dispozice místností v jednotlivých objektech, resp. orientace místností určených pro spaní osob, podle které by se dal přesněji odhadnout počet osob potenciálně exponovaných a tím obtěžovaných v noční době. Pro část Varnsdorf byl pravděpodobný počet exponovaných objektů snížen na 100, resp. počet obyvatel na 250, protože hluk z VE bude ovlivňovat pouze severovýchodní část. Počet obyvatel žijících v obcích v SRN neměl zpracovatel k dispozici.

## 6. Závěr

Na základě vyhodnocení podkladů – literárních rešerší a zkušeností z měření hlučnosti lze konstatovat následující závěry:

- **Z hlediska odborného lze vyslovit předpoklad, že hluk z provozu větrných elektráren nebude v chráněném venkovním prostoru, resp. chráněném venkovním a vnitřním prostoru staveb v posuzovaných obcích zdrojem infrazvuku, resp. obtěžujícího nízkofrekvenčního hluku.**
- **Očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  z provozu VE pro denní i noční dobu se pohybují v rozpětí 30,1 – 42,3 dB. Nejhorší je**

**výpočtový bod č.16 - osamělý RD východně od obce Seifhennersdorf s  $L_{Aeq,8h} = 42,3$  dB.**

- **Očekávané ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  ve výpočtových bodech reprezentujících nejbližší obytnou zástavbu nepřekračují hygienické limity hluku pro stacionární zdroje stanovené v ČR i SRN, a to v chráněném venkovním prostoru staveb pro denní i noční dobu bez omezení výkonu VE.**
- **U obyvatel, kteří mají k těmto zdrojům negativní postoj např. z důvodu subjektivně vnímaného rušení krajinného rázu, může být odmítavý postoj prezentován jako obtěžování a rušení bez ohledu na akustické vlastnosti VE.**
- **Při posuzování vlivu provozu VE na veřejné zdraví je nutné mít na zřeteli základní aspekt a to, že celkové obtěžování obyvatel vyplývá již z pouhé existence VE v území. Přičemž obyvatelé SRN jsou na přítomnost VE v terénu již zvyklí a nevnímají je tak negativně jako obyvatelé v naší republice, kde jsou realizace VE v počátcích.**
- **Více negativně vnímají hluk lidé, kteří na VE vidí než ti, kteří je nemají v přímé viditelnosti. Na oba stožáry bude vidět z Seifhennersdorfu a části Spitzkunnorsdorfu v SRN, na jeden z částí Varnsdorfu. Z obce Grossschönau budou stožáry VE pravděpodobně kryty lesním porostem - rozsáhlým jehličnatým lesem na kopci Špičák (544 m.n.m.), ale nelze vyloučit, že někteří obyvatelé uvidí na části listů obou VE.**
- **Absolutní počet potenciálně obtěžovaných obyvatel v jednotlivých zájmových lokalitách je uveden v tabulce č. 3, ze které vyplývá, že maximální počet obtěžovaných obyvatel ve Varnsdorfu bude pravděpodobně 31 až 56 z celkového počtu cca 250 exponovaných. Počet obyvatel žijících v obcích v SRN neměl zpracovatel k dispozici, ale lze konstatovat, že v obci Spitzkunnorsdorf může být obtěžováno cca 12 až 14 % obyvatel exponovaných vypočtenými hladinami, v obci Grossschönau 10 až 22,5% a v obci Seifhennersdorfu 10%. K těmto odhadům je však nutné přistupovat s určitou obezřetností, protože se jedná o velmi nadsazený odhad počtu obtěžovaných obyvatel. Jedná se tedy o horní odhad % obtěžovaných osob, resp. maximální odhad počtu pravděpodobně obtěžovaných osob.**
- **V některých posuzovaných výpočtových bodech, resp. u některé zástavby, bude pravděpodobně znamenat provoz VE takové navýšení stávajícího hluku ze silniční dopravy, které exponovaní obyvatelé mohou subjektivně vnímat jako změnu akustické situace. Za takové navýšení lze z hlediska odborného považovat navýšení hladin  $L_{Aeq,T}$  minimálně o 2 dB.**

**Na základě hlukové studie lze očekávat takové navýšení v denní době:**

- **V části Varnsdorf** ve všech posuzovaných bodech od cca 4 dB do cca 16 dB v  $L_{Aeq,T}$ . Znamená to, že hluk z VE nebude zanikat v hluku působeném silniční dopravou, ale bude jej výrazně převyšovat. Hluk z VE však bude pravděpodobně maskován hlukem působený větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.
- **V SRN v obci Seifhennersdorf** resp. u objektu na samotě, který je k VE sice nejbližší, ale od kraje samotné obce je vzdálen více než 1 km, lze očekávat navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 3 dB. V krajových částech obce lze pak očekávat hladiny výrazně nižší.
- **V SRN v obci Grossschönau** v části nejbližší k navrhovaným VE lze očekávat navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 7 dB. Ve vzdálenějších částech nevyvolá hluk z VE zvýšení stávajícího hluku působeného silniční dopravou. Hluk z VE však bude navíc pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.

**v noční době:**

- **V části Varnsdorf** ve všech posuzovaných bodech od cca 9 dB do cca 20 dB v  $L_{Aeq,T}$ . Znamená to, že hluk z VE nebude zanikat v hluku působeném silniční dopravou, ale bude jej výrazně převyšovat. Hluk z VE však bude pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.
  - **V SRN v obci Seifhennersdorf** lze očekávat u objektu na samotě navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 9 dB. V krajových částech obce pak lze očekávat opět hladiny výrazně nižší. Znamená to, že hluk z VE bude u posuzovaného objektu výrazně převyšovat hluk působený silniční dopravou, ale bude pravděpodobně maskován účinky větru.
  - **V SRN v obci Grossschönau** v části nejbližší k navrhovaným VE lze očekávat navýšení  $L_{Aeq,T}$  o cca 14 dB. Ve vzdálenějších částech nevyvolá hluk z VE zvýšení stávajícího hluku působeného silniční dopravou. Hluk z VE však bude navíc pravděpodobně maskován hlukem působeným větrem, resp. šuměním stromů v okolí objektů.
- **V SRN obci Spitzkunnersdorf** se v denní době očekává navýšení  $L_{Aeq,T}$  o 0,1 dB, v noční době pak o 0,5 tj. navýšení prakticky nerozeznatelné od stávajícího hluku ze silniční dopravy, kterým bude hluk z VE maskován.
  - Doporučuji ve zkušebním provozu provést měření hlučnosti instalovaných VE akreditovanou nebo autorizovanou laboratoří dle doporučené metodiky ke zjištění ekvivalentní hladiny akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  a také se zaměřením na detekci infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku. Měření doporučuji provést v obci Varnsdorf u č.p. 75 nebo 258 a u osamělého RD východně od obce Seifhennersdorf, resp. vypočítat z měření v poloviční vzdálenosti nebo v referenčním místě u VE.

## 7. Literatura citovaná a použitá

1. WHO: Guidelines for Community Noise, 1999
2. Havránek J. a kol.: Hluk a zdraví, Avicenum Praha, 1990
3. Autorizační návod AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí, SZÚ, 05/2004, verze 2
4. A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects, Report for Defra by Dr Geoff Leventhall, May 2003
5. DIN 45 680:1997-03: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmmissionen in der Nachbarschaft - Měření a vyhodnocení nízkofrekvenčních imisí hluku v okolí jejich zdroje, 1997
6. Havránek J. – Odborné stanovisko pro NRL pro měření a hodnocení hluku v komunálním prostředí – Nízkofrekvenční hluk a infrazvuk Provodínské písky, 2001
7. Hluková studie, Ing. Aleš Jirásk, duben 2008
8. Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
9. E.Pedersen: Human response to wind turbine noise-annoyance and moderating factors, First International Meeting on Wind Turbine noise, Berlin, říjen 2005
10. 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

## **8. Příloha**





## STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

příspěvková organizace  
100 42 Praha 10, Šrobárova 48

pověřená podle ustanovení § 80 odst. 1 písm. 1) zákona č. 258/2000 Sb., ve znění  
pozdějších předpisů, Ministerstvem zdravotnictví ČR k provádění autorizace  
(pověření zveřejněno jako sdělení č. 4 v částce 7/2002  
Věstníku Ministerstva zdravotnictví ČR)  
Na základě žádosti Č.j.: SKL/JOV-3/2005  
vydává

# OSVĚDČENÍ O AUTORIZACI K HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK

pro: **Ing. Danu POTUŽNÍKOVOU**

číslo: **004/04**

datum narození: **27. 3. 1963**

Tímto osvědčením se na základě splnění podmínek stanovených zákonem č. 258/2000 Sb.,  
ve znění pozdějších předpisů, prokazuje, že výše uvedená osoba je způsobilá provádět  
činnosti v oblasti hodnocení zdravotních rizik,

předmět autorizace (autorizační sety):

## I. Hodnocení zdravotních rizik expozice hluku

Rozsah a podmínky činnosti jsou ve shodě s vyhláškou č. 490/2000 Sb., ve znění  
pozdějších předpisů a „Podmínkami pro udělení autorizace“ stanovenými v souladu  
s ustanovením § 83a odst. (2) zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů,  
Ministerstvem zdravotnictví ČR.

**Doba, na kterou bylo osvědčení vydáno: do 9. 6. 2011**

Osvědčení platí při dočrzení podmínek, za kterých bylo vydáno.

V Praze dne: 18. 5. 2006

MUDr. Jaroslav Volf, Ph. D.  
ředitel

## MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ

128 01 Praha 2, Palackého nám. 4, pošt. příhr. 81

Číslo jednací: HEM-300-7.9.04/25736  
Pořadové číslo osvědčení: 2/2004

V Praze dne 14. září 2004

### ROZHODNUTÍ

Ministerstva zdravotnictví

Ministerstvo zdravotnictví v y d á v á podle § 19 odst. 1 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění zákona č. 93/2004 Sb.

žadatelce

**Ing. Dana Potužníková**

datum narození: 27. 3. 1963

adresa bydliště: Chodská 1126, 562 06 Ústí nad Orlicí

### osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví

Osvědčení se vydává na dobu do 14. 9. 2009

Odůvodnění:

Ministerstvo zdravotnictví posoudilo žádost paní Ing. Dany Potužníkové, Chodská 1126, 562 06 Ústí nad Orlicí, o vydání osvědčení o odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví.

Žadatelka paní Ing. Dana Potužníková předloženými doklady vyhověla požadavkům vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 353/2004 Sb., kterou se stanoví bližší podmínky osvědčení o odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví, postup při jejich ověřování a postup při udělování a odnímání osvědčení.

Poučení:

Proti tomuto rozhodnutí lze podat u Ministerstva zdravotnictví ve lhůtě 15 dnů ode dne oznámení rozhodnutí rozklad.



*Ud. Mgr. Michael Vít*

MUDr. Michael Vít, Ph.D.  
hlavní hygienik ČR