

NÍZKOFREKVENČNÍ HLUK Z VENKOVNÍ PRODUKCE HUDBY A JEHO VLIV NA ZDRAVÍ NEZÚČASTNĚNÝCH OSOB V OKOLÍ

EFFECTS OF LOW FREQUENCY NOISE FROM OPEN AIR MUSIC FESTIVALS ON UNCONCERNED PEOPLE IN THE SURROUNDING AREAS

PAVEL JUNEK¹, DANA POTUŽNÍKOVÁ¹, TOMÁŠ HELLMUTH¹, LUBOMÍR PÍŠA², IVAN KUČERA²

¹*Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Národní referenční laboratoř pro komunální hluk, Ústí nad Orlicí*

²*Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje se sídlem v Hradci Králové*

SOUHRN

Nízkofrekvenční zvuk s frekvenčními složkami v pásmu kmitočtů nižších než 200 Hz má z hlediska svých fyzikálních vlastností při šíření vzduchem velmi nízký útlum a je velice málo ovlivňován překážkami. Šíří se tak na velké vzdálenosti a může způsobovat vznik stojatého vlnění, rezonance a výraznou nehomogenitu akustického pole, a to především v uzavřených prostorech. Během produkce elektronicky zesilované hudby ve venkovním prostředí má nízkofrekvenční zvuk navíc ještě i tonální charakter. Na základě těchto svých vlastností se může, zejména v noční době, stávat hlavní příčinou stížností obyvatel na hluk z venkovních produkcí hudby.

Autoři na základě řady měření hluku z hudebních festivalů v období 2008 až 2010 předkládají poznatky, které jednoznačně ukazují na souvislost stížností obyvatel a působení nízkofrekvenční složky zvuku. Upozorňují na nevhodnost používání váhového filtru A při těchto měřeních, neboť dochází k výraznému potlačení právě frekvencí pod 1 kHz. Teprve použitím váhového filtru C a pomocí výpočtu rozdílu těchto hodnot lze objektivně indikovat i přítomnost nízkofrekvenčního zvuku. Autoři uvádějí příklady měření hluku z venkovní produkce hudby, včetně nízkofrekvenční složky ve venkovním prostoru i uvnitř budovy.

Práce také předkládá poznatky o významných biologických aspektech vnímání hudby u člověka. Zdá se, že na jejich základě mohou hudební produkce a nízkofrekvenční zvuk vyvolávat u člověka řadu nepříjemných vjemů a pocitů. Autoři uvažují, že nízkofrekvenční zvuk může u člověka také ovlivňovat rytmus mozkové aktivity. Tím pak může být výrazně narušován spánek obyvatel i ve značných vzdálenostech od zdroje hudební produkce.

Cílem práce je přispět k vysvětlení možných negativních účinků hluku z elektronicky zesilované hudby. Ukázat na nevhodnost některých současných zavedených postupů při měření a hodnocení tohoto hluku a navrhnout využití těchto poznatků pro snížení obtěžování a rušení obyvatel v okolí venkovních produkcí hudby.

Klíčová slova: nízkofrekvenční zvuk, veřejné zdraví, hodnocení zdravotních rizik, rušení, rušení spánku, stres, veřejná produkce hudby

SUMMARY

Low frequency noise in the frequency range below 200 Hz has a very low attenuation through the open air, walls, windows and other barriers. It propagates over very large distances and can cause standing waves and resonances in dwellings. Therefore, the acoustic fields can be non homogenous in the embosomed areas. Some of the sources of low frequency noise are musical instruments. Presently, open air festivals have become a part of our everyday life, and sleep disturbance is commonly reported by people living in surrounding areas.

The authors of the paper relate complaints of citizens from the surroundings of the open air festivals locations with low frequency noise in the music, based on series of measurements taken in the years 2008 and 2009. They point out the problems with measurements of the A-weighted sound level noise in which the low frequencies are present. They propose to use the difference between C- and A-weightings to indicate presence of the low frequency noise in the music. Examples of the outdoor and indoor noise measurements taken during the open air festivals are presented with categorization based on the types of music.

Biological aspects of the influence of music on humans are also presented. It seems that loud music with low frequency noise can influence several systems in the human body. Special attention is paid to brain waves. Sleep disturbance of people living in distant dwellings is also worth concern.

The aim of the presented work is to point out some negative effects of electronically amplified music at open air festivals on people living in the surrounding areas, and demonstrate the unsuitability of contemporary common measurement methods used in environmental noise investigation and health risk assessment.

Key words: low frequency noise, public health, health risk assessment, annoyance, sleep disturbance, stress, entertainment music

Problematika posuzování a regulace nadlimitních krátkodobých expozic, a s tím související problematika nízkofrekvenčního hluku z hlediska ochrany veřejného zdraví před hlukem v komunálním prostředí, patří mezi základní výzkumné priority Evropské unie (2).

Stávající systém měření a hodnocení hluku v komunálním prostředí v České republice (11), založený na korekci širokopásmových hlukových ukazatelů, výrazně podceňuje nepříznivé působení nízkofrekvenčního hluku na člověka a neumožňuje objektivně hodnotit jeho extrémní rušivost.

Fenomén venkovních hudebních produkcí v průběhu posledních několika let s sebou přináší obtěžování obyvatel přilehlých sídel. Při produkci současné elektronicky zesilované hudby jsou používány výkonné aparatury pro její zesílení, úpravu a reprodukci, jejichž výsledkem je zvuk, který obsahuje z hlediska akustického významnou nízkofrekvenční složku. Charakter tohoto zvuku je navíc periodicky proměnný v čase a obsahuje i tónové složky. Pro nezúčastněné osoby v intravilánech okolních obcí, tj. nikoliv návštěvníky těchto koncertů, bývá tato hudba velmi často zdrojem obtěžování a rušení, což mnohdy vede až ke koordinovaným protestním reakcím exponovaných obyvatel. Obecně jakékoliv vnímané obtěžování a rušení vyvolává stresovou reakci, jejímž dlouhodobým následkem mohou být nejrůznější obtíže, od poruch spánku až po rozvoj hypertenze a snížení imunity (16).

Problém nízkofrekvenčního hluku s tónální složkou je možné na případu venkovní hudební produkce dobře zkoumat vzhledem k dostupnosti zdroje tohoto hluku a k velkému počtu zasažených osob. V roce 2010 proběhlo na území ČR cca 120 velkých hudebních festivalů s dobou trvání minimálně 2 dny, plocha zasaženého území je tedy značná a počet exponovaných nezúčastněných obyvatel může dosahovat řádově až 100 tisíc.

Nízkofrekvenční zvuk

Nízkofrekvenční zvuk je slyšitelný zvuk s frekvencími složkami v pásmu kmitočtů nižších než 200 Hz. V literatuře jsou uváděny i jiné hodnoty, např. 100 Hz nebo 150 Hz. Takový zvuk má z fyzikálních důvodů velmi nízký útlum při šíření vzduchem, je málo pohlcován zemským povrchem a ovlivňován překážkami. Nízkofrekvenční zvuk se tedy šíří na velké vzdálenosti. Může způsobovat vznik stojatého vlnění, rezonance a výraznou nehomogenitu akustického pole v uzavřených prostorech. Akustické signály v oblasti nízkých frekvencí procházejí stavebními konstrukcemi pouze s velmi malým útlumem, navíc při průchodu dojde k odfiltrování vyšších frekvencí a v chráněném vnitřním prostoru staveb tak může zvuk získat tónový charakter.

Zdroje nízkofrekvenčního zvuku můžeme rozdělit na přírodní (např. vítr, zemětřesení, sopečná činnost) a technické (např. stroje, doprava, turbulence plynů a kapalin, elektronicky zesilovaná hudba). Technické zdroje mohou být i sekundární, například přenos vibrací na konstrukce objektů a následné rozkmitání jejich obvodových stěn, které pak způsobí vybuzení rovinných vln v oblasti nízkých frekvencí.

Nízkofrekvenční zvuk může mít jak pozitivní, tak negativní vliv na lidský organismus. Pozitivní účinky představuje speciální meditační hudba, která dokáže zklidnit mysl. Uvádí činnost mozku do tzv. hladiny alfa, což odpovídá relaxovanému stavu těsně před usnutím. K nežádoucím účinkům patří negativní ovlivnění spánku, navození podrážděného chování, snížení výkonnosti až dezorientace (8).

Negativní vnímání nízkofrekvenčního zvuku se při vysokých hladinách akustického tlaku projevuje jako pulzace a časová fluktuace tlaku pocíťovaná v uších, ale i povrchem těla, a další nepříjemné pocity (8).

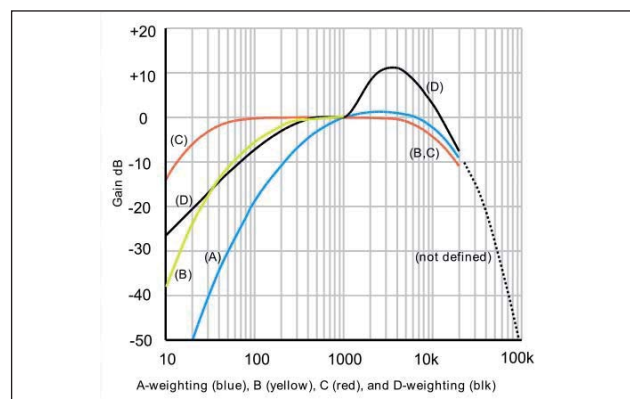
Měření zvuku

Kvantitativně se zvuk vyjadřuje prostřednictvím naměřených hladin akustického tlaku. Hladina je definována jako konstantou vynásobený logaritmus podílu dvou hodnot o stejné charakteristice (tlak, intenzita), z nichž jedna je referenční. Jednotkou je 1 decibel [dB] (15).

K měření zvuku se používají zvukoměry. Jedná se o přístroje, které prostřednictvím přesného mikrofónu převádějí změny akustického tlaku na elektrický signál. Podle potřeb měření se vstupní signál ve zvukoměru upravuje pomocí filtrů (např. A, B, C, D, G). Následně se signál digitalizuje, zpracovává a zobrazuje na displeji, zaznamenává v přístroji nebo nahrává na externí paměťové medium (15).

Pro měření hluku v životním prostředí (komunální respektive environmentální hluk) se používá měření hodnot akustického tlaku váženého filtrem A. Tento filtr výrazně potlačuje frekvence pod 1000 Hz. Na frekvenci 10 Hz je signál utlumen až o 70 dB. Zařazení tohoto filtru souvisí s poznatkami o vnímání zvuku lidským sluchem. Naproti tomu váhový filtr C má útlum na frekvencích pod 50 Hz o 1 dB, pod 31,5 Hz o 3 dB. Na frekvenci 10 Hz je útlum pouze 14 dB. Hodnoty naměřené prostřednictvím filtru C tak lze považovat do určité míry za „nevážené hodnoty“. Při měření a hodnocení nízkofrekvenčních zvuků je možné se setkat i s filtry B, D a G, které však nejsou obecně příliš používány (8, 9, 10).

Z obrázku 1 je patrné, že na nízkých frekvencích dochází při standardním měření zvuku pomocí váhových filtrů A a C k velkému rozdílu. Tento rozdíl lze použít k hodnocení významnosti nízkofrekvenčních složek v posuzovaném akustickém signálu.



Obr. 1: Útlum váhových filtrů A, B, C a D.

Zdroj: Wikipedia: The free encyclopedia [Internet]. Wikimedia Foundation, Inc. [Image], Acoustic weighting curves; [cited 2011 Jun 21]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Acoustic_weighting_curves.svg.

Elektronicky zesilovaná hudba vzniká přeměnou akustické energie na energii elektrickou pomocí snímačů a mikrofónů, jejím mixováním, upravením a dále zesílením a převodem zpět z elektrické energie na akustický signál pomocí reproduktorů.

Hudba obecně je charakteristická svým tonálním charakterem (melodie a harmonie), rytmem (tempo), dynamikou a celkovou kvalitou zvuku. Pro popis zvuku se nejčastěji používá časový průběh hladiny akustického tlaku a spektrální frekvenční popis v jistém časovém intervalu. Z časového průběhu akustického signálu můžeme určit nejen hladinu akustického tlaku, popřípadě jiných akustických veličin, ale také jeho periodicitu (rytmus). Z frekvenčního popisu lze poznat např. dominanci určitého hudebního nástroje (5).

Jednotlivé nástroje se liší svým frekvenčním spektrem. Každý tón zahráný na nějakém nástroji je charakteristický svojí základní frekvencí a svojí barvou, která je dána charakterem nástroje (dechový, strunný, bicí). Každý nástroj vytváří kromě základního tónu i řadu vyšších harmonických tónů. Tabulka 1 uvádí přibližný přehled frekvencí podle typů nástrojů.

Tab. 1: Přehled frekvencí hudebních nástrojů

Lidský hlas	80–1000 Hz
Strunné nástroje	40–4000 Hz
Dechové dřevěné nástroje	16–5000 Hz
Dechové plechové nástroje	40–1000 Hz
Bicí nástroje	50–4000 Hz
Syntezátor	Je schopen vytvořit téměř jakýkoli zvuk

Jak je patrné, většina hudebních nástrojů může produkovat také nízkofrekvenční zvuk.

Nízké frekvence v lidském organismu

Oblast nízkých frekvencí můžeme obecně nalézt v činnosti více orgánů a systémů lidského těla.

Srdce pracuje na frekvenci přibližně 72 tepů za minutu, tedy asi 1,2 Hz. Vznuchy v neuronech se šíří frekvencí přibližně 40 Hz (1, 13). Nízké frekvence jsou v těle vnímány nejen sluchovým aparátem, ale i jinými orgány. V literatuře je uváděno vnímání pomocí dlouhých kostí, páteří, popřípadě pánví.

Aktivita mozku může být posuzována na základě snímání elektrické aktivity z různých částí mozku pomocí metod elektroencefalografie (dále EEG). Na EEG je možné rozlišit podle stavu vědomí několik rytmů mozkové aktivity charakterizovaných tzv. mozkovými vlnami. Při běžné bdělé aktivitě jsou zaznamenávány tzv. vlny beta (frekvence 13–30 Hz), při relaxaci a usínání se objevují vlny alfa (frekvence 8–12 Hz), při spánku podle hloubky pak vlny theta (frekvence 4–7 Hz) a delta (frekvence 0,5–3 Hz) (18).

Vnímání zvuku a hluku je u člověka značně individuální. Hudba v sobě kombinuje reprodukci textu, tonality, emocí, rytmů, a proto je i její vnímání značně různé (3, 19).

Vzniklo také mnoho úvah o propojení emocí a tonality. To je vysoce pravděpodobné, neboť tóny v hudbě jsou podobné tónům v mluvené řeči, které nesou emocionální obsah. V mozku dochází ke zpracování obsahové části hudby i mluveného slova ve stejných oblastech.

Dalším důležitým aspektem při vnímání hudby je separace. Mozek si dokáže spojit zvuky, které k sobě „patria“ (například dokážeme sledovat televizi, i když běží pračka, lednička, vysavač a všechny tyto zvuky jsou sluchovým aparátem zpracovány najednou). Tato možnost odlišení nebo zaměření se na určitý „proud“ zvuku je nesmírně důležitá pro vnímání obsahu (3). Toto je normální způsob rozpoznání obsahu proudu zvuku u zdravého jedince. Během produkce hudby na více hudebních scénách v jednom okamžiku však může dojít u jedince, který je od těchto zdrojů zvuku dostatečně vzdálen, k výraznému omezení schopnosti jednotlivé zdroje zvuku separovat. To u něho může navodit stavy rozrušení a podrážděnosti.

Důležitým prvkem je také znalost hudby a její předvídatelnost. Proud hudby navozuje určité očekávání dalšího pokračování. To souvisí s hudební pamětí. Určité skladby, styly, hudební nástroje jsme schopni rozlišit během několika sekund (3). Problémem některých stylů hudby (např. techno) je, že toto předvídání nefunguje. Mixování jednotlivých vzorků (sample) hudby dohromady (které je běžné právě v techno hudbě), jejich zesílení a zkreslení pomocí syntezátorů, může v jedinci opět vyvolat pocity nejistoty (5).

Pro vnímání hudby je důležitý také jev binaurální tempové frekvence. Na základě vnímání rozdílných, ale blízkých tónů (rozdíl mezi oběma frekvencemi menší než 30 Hz) dochází ke vnímání rozdílového tónu bez fyzického stimulu. Vytváření těchto binaurálních tempových tónů může být využito pro navození uvolněného pocitu (alfa a theta vlny), ale také pro stimulování určitých oblastí mozku pro zvýšení koncentrace a schopnosti se učit (gamma vlny). V lidském mozku jsou v jednom okamžiku přítomny všechny typy mozkových vln, ale vždy jeden typ dominuje. A právě vnější stimulaci v oblasti konkrétních frekvencí může dojít k posílení určitého typu mozkových vln (17).

Měření hudební produkce

V roce 2008 Národní referenční laboratoř pro komunální hluk při Zdravotním ústavu se sídlem v Pardubicích (dále jen NRL) provedla dlouhodobé měření Open Air festivalu v Trutnově. Měření proběhlo na 4 různých místech v okolí areálu během celé doby hudební produkce a byla provedena i krátkodobá sonda uvnitř obytného domu (4, 12). Měření bylo prováděno formou kontinuálního sekundového záznamu akustického signálu. Zároveň byly zaznamenávány události uvnitř areálu (produkce jednotlivých pódíí) formou písemného záznamu.

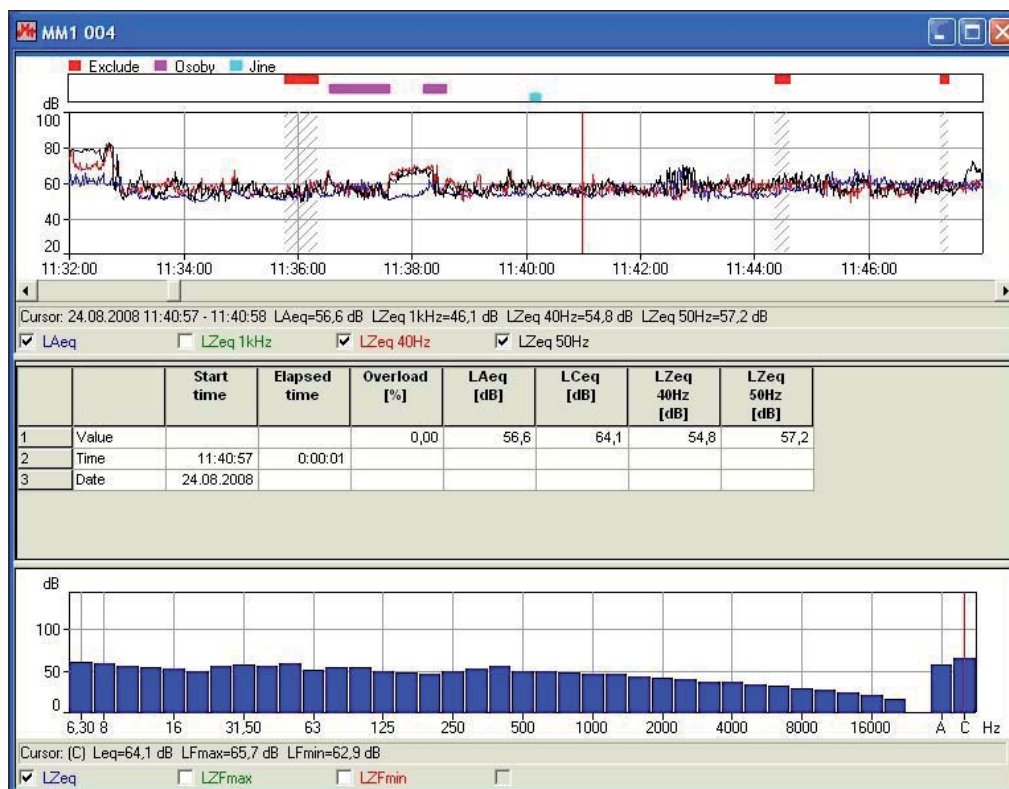
Vyhodnocením tohoto měření bylo porovnání jednotlivých typů hudební produkce. Bylo zvoleno rozli-

šení na mluvené slovo, melodickou hudbu (folk, rock) a nemelodickou hudbu (techno, rap, world music) (4, 12).

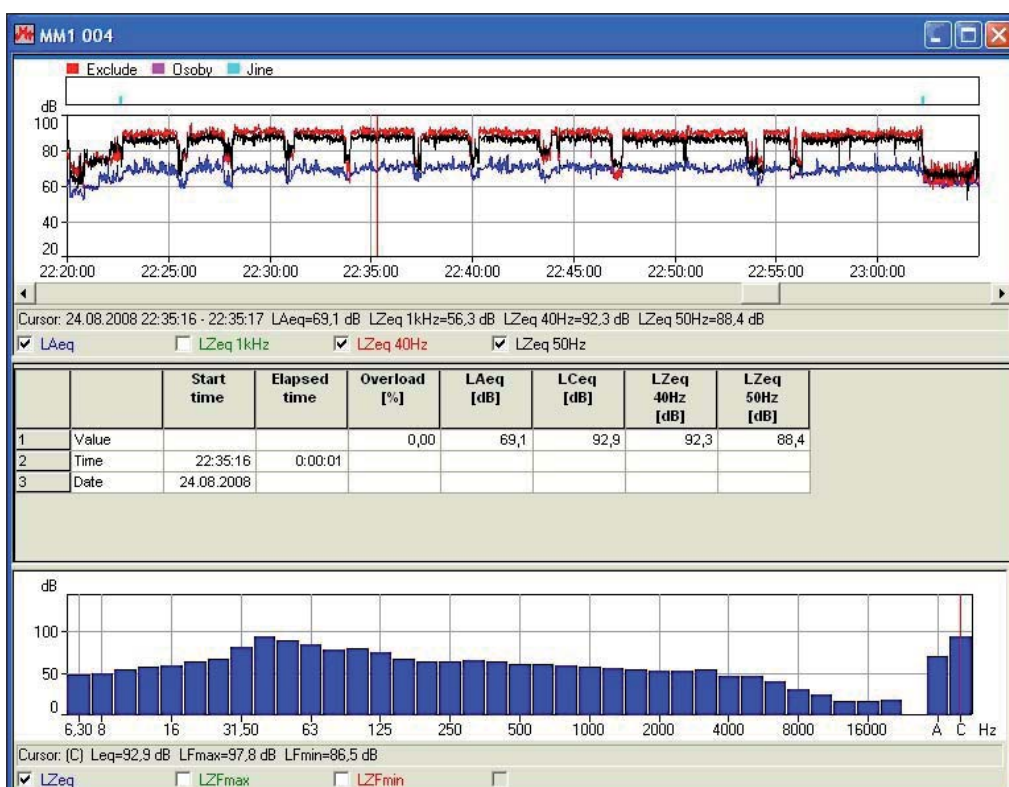
Obrázky 2 a 3 ukazují porovnání časového a frekvenčního průběhu signálu ekvivalentní hladiny akustického tlaku ($L_{Aeq,T}$), hladiny ve frekvenčním pásmu $f_t=40$ Hz (L_{40}) a $f_t=50$ Hz (L_{50}) během těchto měření. Na obrázku 2 je zobrazen průběh signálu získaný měřením elek-

tronicky zesíleného mluveného slova (bohoslužba), na obrázku 3 průběh měření elektronicky zesilované nemelodické hudby.

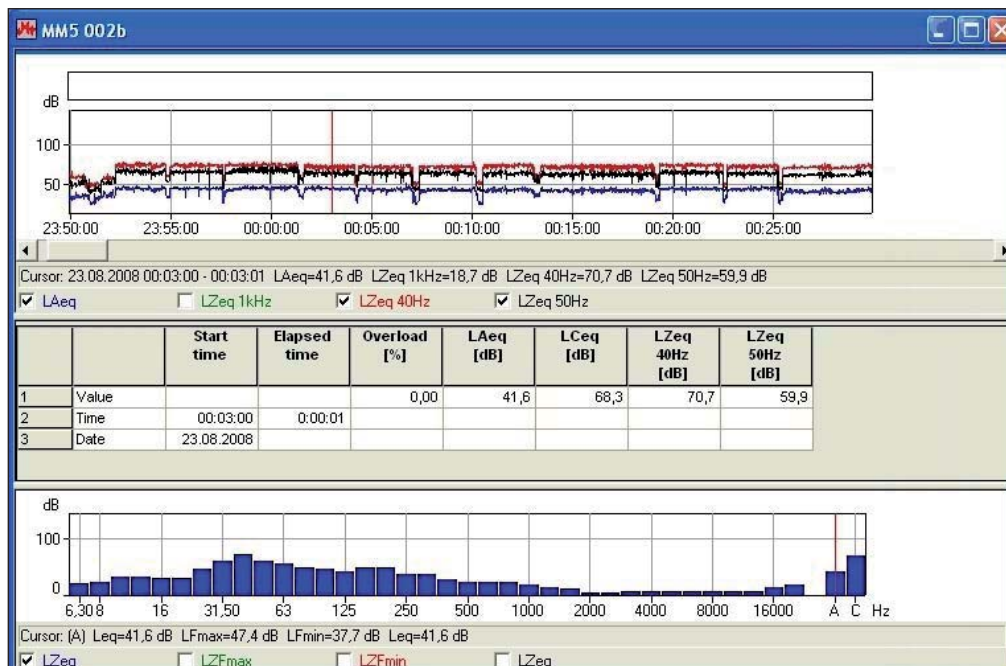
Z časového průběhu signálu je patrný rozdíl mezi hodnotami hladiny $L_{Aeq,T}$ a hladinami L_{40} a L_{50} . Tento rozdíl činí až 25 dB. Ukazuje se, že právě dominance hladin L_{40} a L_{50} je charakteristická pro elektronicky zesilovanou hudbu.



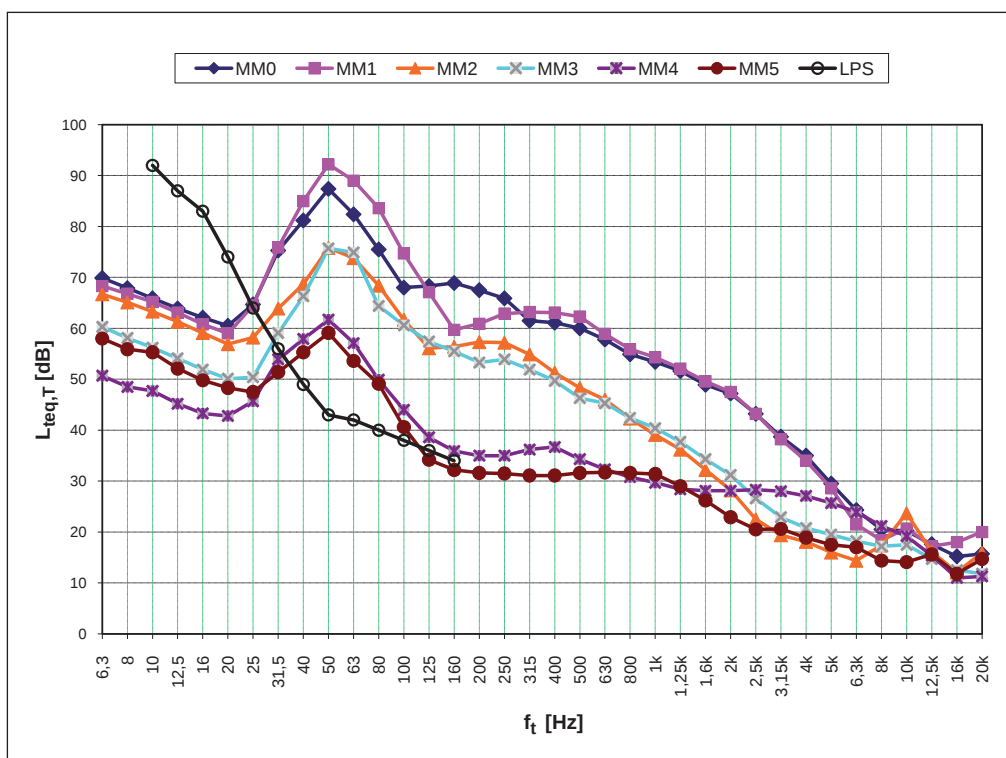
Obr. 2: Mluvené slovo.



Obr. 3: Nemelodická hudba.



Obr. 4: Měření uvnitř budovy.



Obr. 5: Frekvenční třetinooktávové spektrum. (Festival Pleasure Islands, Festivalpark na letišti v Hradci Králové, 24. 7.–25. 7. 2010).

Obrázek 4 uvádí hodnoty z měřicího místa uvnitř budovy (během produkce melodické rockové hudby). Zde je rozdíl bezmála 30 dB. Vzhledem k tomu, že hladina $L_{Aeq,T}$ je průměrná hladina akustického tlaku vážená filtrem A, jejíž hodnota je díky vážení rozhodujícím způsobem ovlivněna především hladinami v oblasti nad 500 Hz, je zjevné, že uvedený rozdíl hladin indikuje významnou přítomnost nízkofrekvenčních složek. To potvrzují uvedené frekvenční spektra.

V roce 2009 NRL uskutečnila krátkodobé měření během Hip Hop festivalu konaného ve Festivalparku na

letišti v Hradci Králové, během kterého byl také zaznamenáván audiosignál měřeného zvuku. Toto měření potvrdilo, že problémy s rušením v okolí festivalů opravdu mohou být prioritně působeny nízkofrekvenčním tonálním zvukem. V tomto roce NRL také vytvořila studii, která obsahuje detailní rozbor dostupné literatury a internetových zdrojů, které se věnují měření nízkofrekvenčního zvuku s tonální složkou, jeho působení na člověka a jeho spojitosti s hudbou (5).

V roce 2010 se NRL uvedenému problému dále věnovala. Ve spolupráci s KHS Královéhradeckého kraje

se sídlem v Hradci Králové (dále jen KHS HK) se usku-
tečnil dlouhodobý monitoring tří velikých hudebních
festivalů pořádaných ve Festivalparku na letišti v Hradci
Králové. Tento monitoring spočíval v dlouhodobém
měření na pěti měřicích místech v okolí Festivalparku.
Součástí tohoto monitoringu byl také průzkum mezi
obyvateli přilehlých městských částí a zasažených obcí.

Z třetinooktávového frekvenčního spektra signálu
během měření festivalu Pleasure Island na obrázku 5 je
zřejmý podíl nízkých frekvencí a tonální charakter zvuku
v okolí 50 Hz.

Diskuse

Uvedená zjištění ukazují na to, že působení nízkofrekvenčního hluku s tonální složkou na neúčastněného člověka během vícedenních letních hudebních festivalů je oblast, které je třeba se nadále věnovat. V České republice není působení nízkofrekvenčního hluku s tonální složkou na člověka legislativně ošetřeno, neexistují limitní hodnoty pro uvedený typ hluku.

Pro objektivizaci měření je třeba navrhnout vhodné akustické ukazatele a jejich limitní hodnoty. Jako jeden z možných ukazatelů se jeví rozdíl ekvivalentních hladin hluku L_{Ceq} a L_{Aeq} , jako další hodnoty L_{40} a L_{50} a jejich časové průběhy. Tyto navržené ukazatele je třeba prověřit ve vztahu s rušením na hudbě neúčastněných osob.

NRL v roce 2010 uskutečnila průzkum mezi obyvateli, který by měl vést k sestavení epidemiologického dotazníku a k uskutečnění epidemiologického šetření. Toto šetření by se mělo stát základem připravovaného projektu, jehož cílem je prokázat vliv nízkofrekvenčního hluku s tónovou složkou na zdraví lidí.

Na základě uskutečněných měření a šetření, které NRL během tří let provedla, a na základě literárních údajů, je možné současné poznatky shrnout takto:

1. Nízké frekvence v elektronicky zesilované hudbě (35–100 Hz) korespondují u člověka s frekvencemi mozkové aktivity s vlnami beta a gama. Lidé zasažení tímto typem zvuku si navíc stěžují na dunění a chvění vnitřních orgánů.
2. Během hudební produkce může vzniknout binaurální frekvence z rozdílu dominantního kmitočtu basové kytary a bicích (posílený generátory basových tónů). Tak může dojít ke vzniku frekvence, která je mozkiem subjektivně vnímána, přestože není uchem registrována a nelze ji tedy ani změřit. Tato frekvence však může na vysokých hladinách akustického tlaku působit subjektivně značně nepříjemně (např. pocit tlukotu). Tento jev může také souviset se vznikem rázů (záznějí) o velice nízké vlastní frekvenci.
3. V těsné blízkosti areálů, kde je hudba provozována, mohou hladiny akustického tlaku překračovat limitní hodnoty. Ve vzdálenějších místech od areálů však dochází k útlumu vysokých frekvencí a naopak k dominanci nízkých frekvencí. Akustickou situaci pak nelze hodnotit pomocí L_{Aeq} . Využití váhového filtru A se tak jeví jako nevhodné.
4. Odfiltrováním vysokých frekvencí na větší vzdálenosti může dojít ke vzniku tonálního nízkofrekvenčního hluku, který navíc může být modulován a vnímán jako pulzace nebo tlukot.

5. Problémy s nízkofrekvenčním hlukem jsou často znamenány uvnitř místností a nikoli venku před budovou. S největší pravděpodobností to souvisí s rozměry místností a s délkou zvukové vlny a s možným vznikem stojatého vlnění.
6. Lidé ve věkové kategorii nad 50 let jsou vnímavější k nízkým frekvencím, a proto je doléhající zvuk hudebních produkcí může více obtěžovat. Zejména v případech, kdy daná hudba není jejich oblíbeným nebo alespoň tolerovaným žánrem. Obtěžování a rušení je tak potencováno negativním emocionálním vztahem.
7. Může dojít k narušení separace vnímaného signálu v mozku. Při intenzivních zdrojích hluku (více produkcí hudby na open air festivalech na více pódíích produkovaných najednou) je nemožné v plné míře jednotlivé zvuky separovat. Tím dochází ke vzniku pocitů nejistoty, podrážděnosti a bezmocnosti.
8. Na základě vnímání nechtěné hudby a vazby na emoční centra v mozku může dojít k vybavení určitých nepříjemných zvuků z paměti. I krátký úsek nepříjemného zvuku může v člověku vyvolat vzpomínku na jinou situaci, ve které byl rušen a obtěžován nepříjemným zvukem s převažující nízkofrekvenční složkou.
9. V běžném přírodním prostředí se v dřívějších dobách nízkofrekvenční zvuk vyskytoval pouze v souvislosti s nepříjemnými nebo nebezpečnými přírodními jevy (vichřice, hrom, zemětřesení), což v lidech vyvolávalo pocity strachu a úzkosti.

Závěr

Z uskutečněných měření a hodnocení venkovní hudební produkce plyne, že nízkofrekvenční hluk způsobovaný touto činností se stal v komunálním prostředí závažným zdravotním i sociálním problémem. Mechanismy jeho působení na lidský organismus nejsou ještě zdaleka jasné. Je tedy nezbytné se tímto specifickým akustickým problémem a jeho působením i nadále zabývat.

Poděkování:

Tento článek byl napsán na základě studie, kterou vypracovala Národní referenční laboratoř pro komunální hluk při Zdravotním ústavu se sídlem v Pardubicích na základě zkušeností s měřením Open Air festivalu v Trutnově v roce 2008, Hip Hop festivalu v Hradci Králové v roce 2009 a řady dalších měření. Zdravotní ústav na této problematice spolupracuje s Krajskou hygienickou stanicí Královéhradeckého kraje se sídlem v Hradci Králové, která se již několik let snaží problematiku stížností na hluk z venkovní hudební produkce řešit.

LITERATURA

1. Maki A, Kawase T, Kobayashi T. Effects of contralateral noise on 40-Hz and 80-Hz auditory steady-state responses. *Ear Hear.* 2009 Oct;30(5):584-9.
2. Research for a Quieter Europe in 2020. Graz: CALM Network; 2007.
3. Jensenius AR. How do we recognize a song in one second?: the importance of salience and sound in music perception. Oslo: University of Oslo; 2002.

4. Jirásková A. Protokol 4205/H-170/AJ/08 Zdravotního ústavu se sídlem v Pardubicích z 16.9.2008. Nepublikováno.
5. Junek P, Hellmuth T, Potužníková D. Hodnocení zdravotních rizik nízkofrekvenčního hluku venkovní produkce hudby z hlediska ochrany veřejného zdraví před hlukem. Ústí nad Orlicí: Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích; 2009. Nepublikováno.
6. Keidel WD. Stručná učebnice fyziologie. Bratislava: Slovenská akadémia vied; 1973.
7. Koukolík F. Mozek a jeho duše. 3. vyd. Praha: Galén; 2005.
8. Leventhall G. A Review of published research on low frequency noise and its effects. London: DEFRA; 2003.
9. Leventhall G, Benton S, Robertson D. Coping strategies for low frequency noise. London: DEFRA; 2005.
10. Moorhouse A, Waddington D, Adams M. Proposed criteria for the assessment of low frequency noise disturbance. London: DEFRA; 2005.
11. Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Sbírka zákonů ČR. 2006 březen 15; částka 51:1842-54.
12. Potužníková D. Hodnocení zdravotních rizik expozice hluku: na základě měření Open Air festivalu v Trutnově v roce 2008, 20/Ing.DP/2008. Ústí nad Orlicí: Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích; 2008. Nepublikováno.
13. Ross B, Herdman AT, Pantev C. Right hemispheric laterality of human 40 Hz auditory steady-state response. Cereb Cortex. 2005 Dec;15(12):2029-39.
14. Singer W. Consciousness and the binding problem. Ann N Y Acad Sci. 2001 Apr; 929:123-46.
15. Smetana C, a kol. Hluk a vibrace: měření a hodnocení. Praha: Sdělovací technika; 1998.
16. Vandasová Z, Dobšík O, Vencálek O. Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku: odborná zpráva za rok 2009. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí [online]. Praha: SZÚ; 2010 [cit. 2010 Dec 15]. Dostupný z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_09/Odborna_hluk_09.pdf.
17. Siever D. Entraining tones and binaural beats [Internet]. Edmonton (Canada): Mind Alive Inc.; 2009 [cit. 2010 Dec 10]. Available from: http://www.mindalive.com/1_0/article%2011.pdf.
18. Budzinsky T. The clinical guide to sound and light [Internet]. [cited 2010 Dec 12]. Available from: <http://www.stanford.edu/group/brainwaves/2006/theclinicalguidetosoundand-light.pdf>.
19. Syrový V. Výchozí teorie barvy zvuku a jejich současná akustická interpretace [online]. [cit. 2010 Dec 11]. Dostupný z: <http://zvuk.hamu.cz/vyzkum/dokumenty/Lit28z.pdf>.

Elektronická verze článku s ilustracemi v barevném provedení je uložena na adrese: <http://www.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2011-1-03-full.pdf>.

Došlo do redakce: 18. 10. 2010

Přijato k tisku: 2. 12. 2010

*Ing. Pavel Junek
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě
Jana a Jos. Kovářů 1412
562 06 Ústí nad Orlicí
E-mail: pavel.junek@zu.cz*