

**Akustika – Popis, měření a posuzování
hluku prostředí –
Část 2: Určování hladin hluku prostředí****ČSN
ISO 1996-2**

01 1621

Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of environmental noise levels

Acoustique – Description, évaluation et mesurage du bruit de l'environnement – Partie 2: Détermination des niveaux de bruit de l'environnement

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy ISO 1996-2:2007. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard ISO 1996-2:2007. It was translated by Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN ISO 1996-2 (01 1621) z prosince 1992 a ČSN ISO 1996-3 (01 1621) z ledna 1993.

Národní předmluva

Změny proti předchozím normám

Při revizi bylo první vydání norem ČSN ISO 1996-1:1992, ČSN ISO 1996-2:1992 a ČSN ISO 1996-3:1992 nahrazeno normami ČSN ISO 1996-1:2004 a ČSN ISO 1996-2:2009. Jejich struktura i obsah byly zásadně změněny.

Informace o citovaných normativních dokumentech

ISO 1996-1:2003 zavedena v ČSN ISO 1996-1:2004 (01 1621) Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení

ISO 7196 zavedena v ČSN ISO 7196 (01 1625) Akustika – Frekvenční váhová funkce pro měření infrazvuku

IEC 60942:2003 zavedena v ČSN EN 60942:2004 (36 8822) Elektroakustika – Akustické kalibrátory

IEC 61260:1995 zavedena v ČSN EN 61260:1997 (36 8852) Elektroakustika – Oktávové a zlomkooktávové filtry

IEC 61672-1:2002 zavedena v ČSN EN 61672-1:2003 (36 8813) Elektroakustika – Zvukoměry – Část 1: Technické požadavky

Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM), BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML, 1993 (corrected and reprinted, 1995) dosud nezaveden

Vysvětlivky k textu převzaté normy

Indexy u značek veličin jsou uváděny podle anglické verze ISO 1996-2. Výjimkou jsou následující značky veličin uváděné v českém jazyce vzhledem k tomu, že jsou tak uváděny v ČSN ISO 1996-1 nebo jsou běžně užívány:

proměnné a hodnotící hladiny L_{den} , $L_{\text{večer}}$ a L_{noc}	v originále L_{day} , L_{evening} , L_{night} ;
roční hodnotící hladina pro dobu den, noc – L_{Rdn}	v originále L_{Rdn} ;
roční hodnotící hladina pro dobu den, večer, noc – L_{Rdvn}	v originále L_{Rden} ;
korigovaná hladina akustického tlaku – L_{kor}	v originále L_{corr} ;
změřená hladina akustického tlaku – $L_{\text{měř}}$	v originále L_{meas} ;
zbytková hladina akustického tlaku – L_{zbyt}	v originále L_{resid} ;
průměrná hladina hluku v kritickém pásmu – $L_{\text{pn,prům}}$	v originále $L_{\text{pn,avg}}$;
šířka kritického pásma – B_{krit}	v originále B_{crit} .

Upozornění na národní poznámku

Do normy byla k legendě obrázku C.1 doplněna informativní národní poznámka.

Vypracování normy

Zpracovatel: AKKO, IČ 4368662, Ing. Jan Kozák, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 8 Akustika

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Lubomír Drápal, CSc.

MEZINÁRODNÍ NORMA**Akustika – Popis, měření a posuzování hluku prostředí –
Část 2: Určování hladin hluku prostředí****ISO 1996-2**Druhé vydání
2007-03-15

ICS 13.140; 17.140.01

Obsah

	Strana
1 Předmět normy.....	7
2 Citované normativní dokumenty.....	7
3 Definice	7
4 Nejistota měření	8
5 Přístroje.....	9
5.1 Měřicí systém	9
5.2 Kalibrace	9
6 Provoz zdroje	9
6.1 Obecně	9
6.2 Silniční doprava.....	9
6.3 Železniční doprava.....	10
6.4 Letecká doprava.....	10
6.5 Výrobní provozy	10
6.6 Zdroje nízkofrekvenčního zvuku.....	11
7 Meteorologické podmínky	11
7.1 Obecně	11
7.2 Příznivé podmínky šíření zvuku	11
7.3 Průměrná hodnota akustického tlaku v rozsahu meteorologických podmínek	12
8 Postup měření	12
8.1 Princip	12
8.2 Výběr časových intervalů měření	12
8.3 Umístění mikrofonu	12
8.4 Měření	13
9 Hodnocení výsledků měření.....	15
9.1 Obecně	15
9.2 Časově integrované hladiny, L_E a L_{eqT}	15
9.3 Maximální hladina L_{max}	15
9.4 Distribuční hladiny, L_{NT}	16
9.5 Měření uvnitř budov	16
9.6 Zbytkový zvuk	16
10 Extrapolace na jiné podmínky	17
10.1 Umístění.....	17
10.2 Další časové a provozní podmínky	17

	Strana
11 Výpočet	17
11.1 Obecně	17
11.2 Metody výpočtu	18
12 Informace, které musí být zaznamenávány a uváděny ve zprávě	18
Příloha A (informativní) Meteorologické okno a nejistota měření způsobená počasím	19
Příloha B (informativní) Polohy mikrofonu ve vztahu k odrazivým povrchům	25
Příloha C (informativní) Objektivní metoda posuzování slyšitelnosti tónů v hluku – Referenční metoda	28
Příloha D (informativní) Objektivní metoda posuzování slyšitelnosti tónů v hluku – Zjednodušená metoda	36
Příloha E (informativní) Národní specifické metody výpočtu podle zdroje hluku	37
Bibliografie	39

Odmítnutí odpovědnosti za manipulaci s souborem PDF

Tento soubor PDF může obsahovat vložené typy písma. V souladu s licenční politikou Adobe lze tento soubor tisknout nebo prohlížet, ale nesmí být editován, pokud nejsou typy písma, které jsou vloženy, používány na základě licence a instalovány v počítači, na němž se editace provádí. Při stažení tohoto souboru přejímají jeho uživatelé odpovědnost za to, že nebude porušena licenční politika Adobe. Ústřední sekretariát ISO nepřijímá za její porušení žádnou odpovědnost.

Adobe je obchodní značka „Adobe Systems Incorporated“.

Podrobnosti o softwarových produktech použitých k vytvoření tohoto souboru PDF lze najít ve Všeobecných informacích, které se vztahují k souboru; parametry, pomocí kterých byl PDF soubor vytvořen, byly optimalizovány pro tisk. Soubor byl zpracován s maximální péčí tak, aby ho členské organizace ISO mohly používat. V málo pravděpodobném případě, tj. když vznikne problém, který se týká souboru, o tom informujte Ústřední sekretariát ISO na níže uvedené adrese.



DOKUMENT CHRÁNĚNÝ COPYRIGHTEM

© ISO 2007

Veškerá práva vyhrazena. Pokud není specifikováno jinak, nesmí být žádná část této publikace reprodukována nebo používána v jakékoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem, elektronickým nebo mechanickým, včetně fotokopíí a mikrofilmů, bez písemného svolení buď organizace ISO na níže uvedené adrese, nebo členské organizace ISO v zemi žadatele.

ISO copyright office

Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20

Tel. + 41 22 749 01 11

Fax + 41 22 749 09 47

E-mail copyright@iso.org

Web www.iso.org

Published in Switzerland

Předmluva

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětovou federací národních normalizačních orgánů (členů ISO). Mezinárodní normy obvykle připravují technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být v této technické komisi zastoupen. Práce se zúčastňují také vládní i nevládní mezinárodní organizace, s nimiž ISO navázala pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice.

Mezinárodní normy jsou navrhovány podle pravidel uvedených ve směrnici ISO/IEC, část 2.

Hlavním úkolem technických komisí je vytvořit mezinárodní normy. Návrhy mezinárodních norem přijaté technickými komisemi se rozesílají členům ISO k hlasování. Vydání mezinárodní normy vyžaduje souhlas alespoň 75 % hlasujících členů.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. ISO není odpovědná za identifikování jakéhokoliv nebo všech těchto patentových práv.

ISO 1996-2 byla vypracována technickou komisí ISO/TC 43 *Akustika*, subkomisí SC 1 *Hluk*.

Toto druhé vydání ISO 1996-2, společně s ISO 1996-1:2003, ruší a nahrazuje první vydání (ISO 1996-2:1987), ISO 1996-1:1982 a ISO 1996-3: 1987. Zahrnuje také změnu ISO 1996-2:1987/Amd.1:1998.

ISO 1996 tvoří následující části se společným názvem *Akustika – Popis, měření a posuzování hluku prostředí*:

- Část 1: *Základní veličiny a postupy posuzování*
- Část 2: *Určování hladin hluku prostředí*

1 Předmět normy

Tato část normy ISO 1996 popisuje, jak mohou být hladiny akustického tlaku určovány přímým měřením, extrapolací výsledků měření pomocí výpočtu, nebo výlučně výpočtem jako základ pro posuzování hluku prostředí. Jsou uvedena doporučení týkající se preferovaných podmínek měření nebo výpočtů použitých v případech, kde se neuplatňují další regulace. Tato část ISO 1996 může být použita k měření s jakýmkoli frekvenčním vážením a v jakémkoli frekvenčním pásmu. Pro hodnocení nejistoty výsledků posouzení hluku je uveden návod.

POZNÁMKA 1 Protože se tato část ISO 1996 týká měření při aktuálních provozních podmínkách, není mezi touto částí ISO 1996 a dalšími normami ISO, které stanovují měření emisí při stanovených provozních podmínkách, žádný vztah.

POZNÁMKA 2 Z důvodu obecné platnosti je v celé této části ISO 1996 index označení frekvenčního a časového vážení vypuštěn.

2 Citované normativní dokumenty

Následující citované dokumenty jsou nezbytné pro používání tohoto dokumentu. U datovaných citovaných dokumentů se používají pouze citovaná vydání. U nedatovaných citovaných dokumentů se používá poslední vydání citovaného dokumentu (včetně změn).

ISO 1996-1:2003 Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures

(Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postup pro hodnocení)

ISO 7196 Acoustics – Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements

(Akustika – Frekvenční váhová funkce pro měření infrazvuku)

IEC 60942:2003 Electroacoustics – Sound calibrators

(Elektroakustika – Akustické kalibrátory)

IEC 61260:1995 Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave band filters

(Elektroakustika – Oktávové a zlomkooktávové filtry)

IEC 61672-1:2002 Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications

(Elektroakustika – Zvukoměry – Část 1: Technické požadavky)

Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM), BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML, 1993 (corrected and reprinted, 1995)

(Pokyn pro vyjadřování nejistoty měření)

3 Termíny a definice

Pro účely tohoto dokumentu platí termíny a definice uvedené v ISO 1996-1 a dále uvedené.

3.1

místo příjmu (*receiver location*)

místo, ve kterém je hluk posuzován

3.2

metoda výpočtu (*calculation method*)

soubor algoritmů k výpočtu hladiny akustického tlaku ve kterémkoli místě ze změřených nebo predikovaných dat emise a útlumu zvuku

3.3

metoda predikce (*prediction method*)

podmnožina metody výpočtu zamýšlená pro výpočet výhledových hladin hluku

3.4

časový interval měření (*measurement time interval*)

časový interval během něhož je prováděno jednotlivé měření

3.5

časový interval sledování (*observation time interval*)

časový interval během něhož je prováděna série měření

3.6

meteorologické okno (*meteorological window*)

soubor meteorologických podmínek během nichž může být měření prováděno při omezeném a známém kolísání výsledků měření způsobeném změnou počasí

3.7

poloměr zakřivení dráhy zvuku (*soundpath radius of curvature*)

R

poloměr aproximující zakřivení drah zvuku způsobené atmosférickou refrakcí

POZNÁMKA R se vyjadřuje v kilometrech.

3.8

nízkofrekvenční zvuk (*low-frequency sound*)

zvuk obsahující posuzované frekvence v rozsahu pokrývajícím třetinooktávová pásma od 16 Hz do 200 Hz

4 Nejistota měření

Nejistota hladin akustického tlaku, určených podle popisu v této části ISO 1996, závisí na zdroji zvuku a časovém intervalu měření, meteorologických podmínkách, vzdálenosti od zdroje a metodě měření a měřicích přístrojích. Nejistota měření musí být určena v souladu s GUM. Některé směrnice, uvádějící jak odhadnout nejistotu měření, jsou v tabulce 1 kde je nejistota měření vyjádřena jako rozšířená nejistota založená na kombinaci standardní nejistoty násobené koeficientem rozšíření 2, poskytujícím pravděpodobnost pokrytí přibližně 95 %. Tabulka 1 odkazuje pouze na ekvivalentní hladiny akustického tlaku A . Vyšší nejistoty mohou být očekávány v maximálních hladinách, hladinách ve frekvenčních pásmech a v hladinách tónových složek hluku.

POZNÁMKA 1 Tabulka 1 není úplná. Když se připravovala tato část ISO 1996, nebyly dostupné dostatečné informace. V mnoha případech je vhodné doplnit více příspěvků nejistoty, např. příspěvek spojený s výběrem umístění mikrofону.

POZNÁMKA 2 Příslušné orgány mohou stanovit jiné konfidenční úrovně. Na příklad koeficient rozšíření 1,3 poskytuje konfidenční úroveň 80 % a koeficient rozšíření 1,65 poskytuje konfidenční úroveň 90 %.

Ve zprávě o měření musí být vždy pravděpodobnost pokrytí stanovena společně s rozšířenou nejistotou.

Tabulka 1 – Přehled nejistoty měření pro L_{Aeq}

Standardní nejistota				Kombinovaná standardní nejistota	Rozšířená nejistota měření $\pm 2,0\sigma$
Způsobená přístroji ^a	Způsobená provozními podmínkami ^b	Způsobená meteorologickými podmínkami a povrchem země ^c	Způsobená zbytkovým zvukem ^d		
1,0 dB	X dB	Y dB	Z dB	σ_t $\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$ dB	$\pm 2,0\sigma$ dB
^a Pro přístroje třídy 1 odpovídající IEC 61672-1:2002. Pokud se použijí jiné přístroje (zvukoměry třídy 2 odpovídající IEC 61672-1:2002 nebo typu 1 odpovídající IEC 60651:2001/IEC 60804:2000) nebo se použijí směrové mikrofóny budou hodnoty větší.					
^b Musí být určena nejméně ze tří a přednostně z pěti měření v opakovatelných podmínkách (tytéž měřicí postupy, tytéž přístroje, tatáž obsluha, tatáž lokalita) a v pozici, kde změny meteorologických podmínek mají malý vliv na výsledky. U dlouhodobých měření je požadováno více přístrojů k určení směrodatné odchylky opakovatelnosti. Pro hluk dopravy je pro hodnotu X jeden návod uveden v 6.2.					
^c Hodnota kolísá v závislosti na měřicí vzdálenosti a převažujících meteorologických podmínkách. Metoda užívající zjednodušené meteorologické okno je uvedena v příloze A (v případě $Y = \sigma_m$). U dlouhodobých měření je nezbytné se zabývat rozdílnými meteorologickými kategoriemi odděleně a poté je sloučit dohromady. U krátkodobých měření jsou změny podmínek povrchu země malé. Ale u dlouhodobých měření mohou tato kolísání značně zvyšovat nejistotu měření.					
^d Hodnota kolísá v závislosti na rozdílu mezi měřenými celkovými hodnotami a zbytkovým zvukem.					

5 Přístroje

5.1 Měřicí systém

Měřicí systém, včetně mikrofonu, krytu proti větru, kabelů a záznamových přístrojů, pokud jsou, musí splňovat jeden z následujících požadavků:

- přístroj třídy 1 odpovídající IEC 61672-1:2002,
- přístroj třídy 2 odpovídající IEC 61672-1:2002.

Při měření ve venkovním prostoru musí být vždy použit kryt proti větru.

Je přípustné, aby příslušné orgány požadovaly přístroje třídy 1 odpovídající IEC 61672-1:2002.

POZNÁMKA 1 Přístroje třídy 1 odpovídající IEC 61672-1:2002 jsou určeny pro rozsah teploty vzduchu od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a přístroje třídy 2 odpovídající IEC 61672-1:2002 od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

POZNÁMKA 2 Většina zvukoměrů, které splňují požadavky IEC 60651 a IEC 60804, splňuje také akustické požadavky IEC 61672-1.

U měření v oktavových nebo třetinooktavových pásmech musí měřicí systémy třídy 1 resp. třídy 2 splňovat požadavky na filtry třídy 1 resp. třídy 2, stanovené v IEC 61260:1995.

5.2 Kalibrace

Bezprostředně před a po každé sérii měření musí být mikrofón kalibrován akustickým kalibrátorem třídy 1 nebo v případě přístrojů třídy 2, akustickým kalibrátorem třídy 1 nebo třídy 2 odpovídajícím IEC 60942:2003, aby se zkontrolovala kalibrace celého měřicího systému na jedné nebo více frekvencích.

Jestliže měření probíhají po delší dobu, např. den nebo více, pak má být měřicí systém kontrolován buď akusticky, nebo elektricky v pravidelných intervalech, např. jednou nebo dvakrát denně.

Doporučuje se ověřovat shodu kalibrátoru s požadavky IEC 60942 nejméně jedenkrát za rok a shodu měřicího systému s požadavky relevantních norem IEC nejméně každé dva roky v laboratoři s návazností na národní etalony.

Zaznamenávají se údaje z poslední kontroly a potvrzuje se shoda s relevantními normami IEC.

6 Provoz zdroje

6.1 Obecně

Provozní podmínky zdroje musí být v případě sledovaného hlukového prostředí statisticky reprezentativní. K získání spolehlivého odhadu ekvivalentní hladiny akustického tlaku, stejně jako maximální hladiny akustického tlaku, musí časový interval měření zahrnovat minimální počet hlukových událostí. V 6.2 až 6.5 je uveden návod pro nejobecnější typy zdrojů hluku.

POZNÁMKA Provozní podmínky uvedené v této části ISO 1996-2 jsou vždy reálné podmínky. Proto se běžně liší od provozních podmínek stanovených v mezinárodních normách pro měření emise hluku.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{eqT} hluku železniční nebo letecké dopravy může být často určena nejefektivněji měřením několika hladin expozice zvuku jednotlivých událostí L_E a z nich vypočítané ekvivalentní hladiny akustického tlaku. Přímé měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku L_{eqT} je možné, pokud je hluk stálý nebo časově proměnný, tak jako je to v případě hluku silniční dopravy nebo hluku výrobních provozů. Hladiny expozice zvuku jednotlivých událostí L_E silničních vozidel mohou být měřeny pouze na silnicích s malou intenzitou dopravy.

6.2 Silniční doprava

6.2.1 Měření L_{eq}

Při měření L_{eq} musí být během časového intervalu měření sečítán počet projíždějících vozidel. Jestliže jsou výsledky měření upraveny vzhledem k dalším podmínkám dopravy, musí být rozlišeny nejméně dvě kategorie vozidel, „těžké“ a „lehké“. K určení, zda jsou podmínky dopravy reprezentativní musí být změřena rychlost průměrného dopravního proudu a musí být zaznamenán typ povrchu vozovky.

POZNÁMKA Běžná definice těžkého vozidla je vozidlo převyšující hmotnost 3 500 kg. Těžká vozidla jsou často rozdělena do jednotlivých subkategorií v závislosti na počtu náprav.

Počet projíždějících vozidel potřebných k průměrování rozdílů emise hluku jednotlivých vozidel závisí na požadované přesnosti měření L_{eq} . Není-li dostupná lepší informace, standardní nejistota označena jako X v tabulce 1 může být vypočítána pomocí rovnice (1):

$$X \equiv \frac{10}{\sqrt{n}} \text{ dB} \quad (1)$$

kde n je celkový počet projíždějících vozidel.

POZNÁMKA Rovnice (1) se vztahuje na smíšenou silniční dopravu. Je-li sledována pouze jedna kategorie vozidel, standardní nejistota bude menší.

Pokud jsou L_E jednotlivých projíždějících vozidel zaznamenávány a použity společně s dopravními statistikami k výpočtu L_{eq} v průběhu referenčního časového intervalu, musí být minimální počet vozidel v jedné kategorii 30.

6.2.2 Měření L_{max}

Maximální hladiny akustického tlaku, podle definice v ISO 1996-1, se liší podle kategorie vozidel. V každé kategorii vozidel se náhodně vyskytuje určitý rozptyl maximálních hladin akustického tlaku, v důsledku individuálních rozdílů mezi vozidly a rozdílů mezi rychlostmi nebo způsoby jízdy. Maximální hladina akustického tlaku má být určena na základě hladiny akustického tlaku měřené během průjezdu nejméně 30 vozidel posuzované kategorie.

6.3 Železniční doprava

6.3.1 Měření L_{eq}

Měření musí zahrnovat hluk průjezdu nejméně 20 vlaků. Každá kategorie vlaku, která potenciálně významně přispívá k celkové L_{eq} musí být zastoupena nejméně pěti průjezdy. Pokud je to nezbytné, měření musí pokračovat následující den.

6.3.2 Měření L_{max}

K určení maximální hladiny akustického tlaku určité kategorie vlaků musí být zaznamenána maximální hladina akustického tlaku nejméně 20 průjezdů. Pokud není možné získat takové množství záznamů, musí být ve zprávě uvedeno kolik průjezdů vlaků bylo analyzováno a musí být posouzen vliv na nejistotu.

6.4 Letecká doprava

6.4.1 Měření L_{eq}

Měření musí zahrnovat hluk pohybu pěti nebo více letadel každého typu, významně přispívajících k určované hladině akustického tlaku. Musí se zajistit, že způsob provozu (užitá dráha, vzlety a přistávání, skladba letadel, časové denní rozdělení provozu) je relevantní k výsledku sledování.

6.4.2 Měření L_{max}

Pokud je účelem měřit maximální hladinu akustického tlaku letecké dopravy v určité obydlené oblasti, musí se zajistit, aby periody měření obsahovaly typy letadel s nejvyšší emisí hluku používající letové trajektorie v nejbližší blízkosti. Maximální hladiny akustického tlaku musí být určeny nejméně z pěti pohybů a přednostně 20 nebo více výskytů nejhlučnějšího leteckého provozu. K odhadu procent rozložení maximálních hladin akustického tlaku se zaznamenává nejméně 20 relevantních událostí. Pokud není možné získat takové množství záznamů, musí být ve zprávě uvedeno kolik pohybů bylo analyzováno a musí být posouzen vliv na nejistotu.

POZNÁMKA Hluk pohybu může působit letadlo ve vzduchu nebo na zemi, např. při pojíždění.

6.5 Výrobní provozy

6.5.1 Měření L_{eq}

Provozní podmínky zdroje musí být rozděleny do tříd. V každé třídě musí být časové kolísání emise zvuku výrobního provozu přiměřeně stacionární ve stochastickém smyslu. Kolísání musí být menší, než kolísání útlumu na dráze přenosu v důsledku měnících se meteorologických podmínek (viz kapitola 7). Časové kolísání emise zvuku výrobních provozů se musí určovat z hodnot L_{eq} od 5 min do 10 min měřených ve vzdálenosti dosti velké k zahrnutí příspěvků hluku všech hlavních zdrojů a dosti krátké k minimalizování meteorologických vlivů (viz kapitola 7), po dobu určitých provozních podmínek. Pokud má zdroj cyklický charakter, musí měření zahrnovat celý počet cyklů. Pokud je kritérium překročeno, musí být stanovena nová kategorizace provozních podmínek. Pokud je kritérium splněno, měří se L_{eq} za podmínek provozu každé třídy a vypočítává se výsledná L_{eq} s ohledem na četnost a trvání provozních podmínek každé třídy.

11

7.3 Průměrné hladiny akustického tlaku v rozsahu meteorologických podmínek

Odhad průměrných hladin hluku prostředí, které se vyskytují v rozsahu meteorologických podmínek, vyžaduje dlouhé časové intervaly měření, často několik měsíců. Jako alternativa pro určení dlouhodobých průměrů jsou dobře monitorovaná, krátkodobá měření reprezentující rozdílné meteorologické podmínky, která mohou být kombinována s výpočty beroucími v úvahu statistiku počasí.

Musí být uvažována kombinace provozních podmínek zdroje a šíření zvuku v závislosti na počasí, tak aby každá důležitá součást expozice zvuku byla zahrnuta do výsledků měření.

Při určování dlouhodobé průměrné hladiny hluku, která se může vyskytnout během roku, je nezbytné uvažovat kolísání emise zdroje a šíření zvuku během celého roku.

8 Postup měření

8.1 Princip

K výběru vhodných intervalů pozorování a časových intervalů měření může být nezbytné provádět provozní měření v relativně dlouhých časových úsecích.

8.2 Výběr časových intervalů měření

Časové intervaly měření se vybírají tak, aby pokrývaly všechny významné rozdíly emise a šíření hluku. Pokud hluk vykazuje periodičnost, má interval měření zahrnovat celočíselný počet nejméně tří period. Pokud nemůže být v takové periodě provedeno nepřetržité měření, musí být časové intervaly měření vybírány tak, že každý reprezentuje část cyklu a dohromady reprezentují kompletní cyklus.

Když se měří hluk jednotlivých událostí (např. přelet letadla, při kterém se hluk mění během přeletu, ale chybí během značné části referenčního časového intervalu), musí být časové intervaly měření vybírány tak, že může být určena hladina expozice hluku L_E jednotlivé události (viz 8.4.3).

8.3 Umístění mikrofону

8.3.1 Venkovní prostor

K posuzování situace v určitém místě se používá v tomto místě mikrofón.

K dalším účelům se používá jedna z následujících poloh:

a) Poloha ve volném poli (referenční podmínka).

Tento případ je buď skutečný případ, nebo teoretický případ, ve kterém je v hypotetickém volném poli nad zemí hladina akustického tlaku dopadajícího zvukového pole vně budovy vypočítána z výsledků měření prováděného v blízkosti budovy [(viz 8.3.1 b) a 8.3.1 c)]. Označení jako dopadající zvukové pole se vztahuje na skutečnost, že jsou vyloučeny všechny odrazy, pokud jsou, od jakékoli budovy za mikrofónem. Poloha za budovou, která se projevuje jako clona, se také považuje za polohu v dopadajícím poli, ale v tomto případě polohy 8.3.1 b) a 8.3.1 c) nejsou relevantní a odrazy od zadní části budovy se zahrnují.

b) Poloha s mikrofónem přímo připevněným na odrazivém povrchu.

V tomto případě je korekce použita k získání dopadajícího zvukového pole -6 dB. Návod na splnění podmínek je uveden v příloze B. Pro jiné podmínky je nezbytné použít jiné korekce.

POZNÁMKA 1 $+6$ dB je rozdíl mezi mikrofónem připevněným na fasádě a mikrofónem v případě ideálního volného pole. V praxi se vyskytují od této hodnoty méně významné odchylky.

c) Poloha s mikrofónem 0,5 m až 2 m před odrazivým povrchem.

V tomto případě je korekce použita k získání dopadajícího zvukového pole -3 dB. Návod na splnění podmínek je uveden v příloze B. Pro jiné podmínky je nezbytné použít jiné korekce.

POZNÁMKA 2 Rozdíl mezi hladinou akustického tlaku na mikrofónu umístěném 2 m před fasádou a na mikrofónu v ideálním volném poli, kde nejsou jiné odrazy od vertikálních překážek ovlivňujících šíření zvuku do posuzovaného místa příjmu, je téměř 3 dB. Ve složitých situacích, např. vysoká hustota budov na ploše, úzké ulice atd., mohou být tyto rozdíly mnohem větší. Dokonce i v ideálním případě mohou nastat odchylky. V případě téměř tečného dopadu tato poloha není doporučena, protože odchylky mohou být větší. Další návod viz příloha B.

V zásadě může být použita jakákoli poloha popsaná v tomto článku s podmínkou, že použitá poloha je zaznamenána současně s prohlášením, zda byla nebo nebyla provedena nějaká korekce na referenční podmínku. V některých specifických případech jsou polohy popsány v tomto článku předmětem dalších omezení. Další návod viz příloha B.

K obecnému mapování se v obydlené oblasti s vícepodlažní zástavbou používá výška mikrofonu $(4,0 \pm 0,5)$ m. V obydlené oblasti s přízemní zástavbou a v rekreačních oblastech se používá výška mikrofonu $(1,2 \pm 0,1)$ m nebo $(1,5 \pm 0,1)$ m.

Při stálém monitorování hluku je přípustné použít jiné výšky mikrofonů.

Hladiny hluku v bodech rastru při mapování hluku jsou obvykle vypočítávány. Pokud jsou ve speciálních případech prováděna měření, závisí zvolená hustota bodů rastru v oblasti na prostorovém rozlišení požadovaném pro příslušnou studii a prostorových změnách hladin akustického tlaku hluku. Tato změna je největší v nejbližším okolí zdrojů a velkých překážek. Hustota bodů rastru má tedy být v těchto místech vyšší. Obecně nemá být rozdíl hladin akustického tlaku mezi sousedními body rastru větší než 5 dB. Pokud se vyskytnou významně vyšší rozdíly, musí být doplněny vložené body rastru.

8.3.2 Uvnitř budov

Použijí se nejméně tři různé polohy rovnoměrně rozložené v prostoru místnosti, kde ovlivňované osoby převážně tráví čas, nebo se pro ustálený hluk alternativně použije systém s rotujícím mikrofonem.

Pokud je podezření na přítomnost dominantního nízkofrekvenčního hluku (viz 6.6.), jedna ze tří poloh mikrofonu musí být v rohu a není dovolené použít rotující mikrofon. Poloha v rohu musí být 0,5 m od všech hraničních povrchů v rohu s nejsilnějšími stěnami a bez jakýchkoliv otvorů blíže než 0,5 m.

Další mikrofony musí být umístěny nejméně 0,5 m od zdí, stropů nebo podlahy a nejméně 1 m od významných prvků přenosu zvuku, jako jsou okna nebo otvory pro větrání. Vzdálenost mezi sousedními polohami mikrofonů musí být nejméně 0,7 m. Pokud je použit mikrofon s nepřetržitým pohybem, poloměr jeho pohybu musí být nejméně 0,7 m. Příčná plocha musí být nakloněná, aby pokryla velkou část povoleného prostoru místnosti a nesmí ležet v rozmezí 10° od plochy jakéhokoliv povrchu místnosti. Výše uvedené požadavky týkající se vzdálenosti jednotlivých poloh mikrofonů od stěn, stropů, podlah a prvků přenosu se rovněž používají pro polohy pohyblivého mikrofonu. Délka periody pohybu musí být menší než 15 s.

POZNÁMKA V případech, kde se měří pouze s frekvenčním vážením A a jsou pouze malé příspěvky k hladinám akustického tlaku A na nízkých frekvencích, může v některých případech stačit použít jednu polohu mikrofonu.

Postupy uvedené v tomto článku jsou zamýšleny především pro místnosti o objemu $< 300 \text{ m}^3$. Pro větší místnosti může být vhodné více poloh mikrofonů. V takových případech má být pro nízkofrekvenční hluk jedna třetina přidávaných poloh v rozích.

8.4 Měření

8.4.1 Obecně

POZNÁMKA Proměnné a hodnotící hladiny, jako jsou roční průměr L_{den} , $L_{\text{večer}}$ a L_{dvn} , jsou definovány v ISO 1996-1.

8.4.2 Ekvivalentní hladina akustického tlaku, $L_{\text{eq}T}$

Běžné měření L_{eq} : pokud je hustota dopravy nízká, nebo hladina zbytkového akustického tlaku vysoká, musí být hladiny L_{eq} určeny, pokud možno, z měření L_E individuálních průjezdů. To je časté v případě hluku železniční a letecké dopravy, viz 6.3.1 a 6.4.1. V případě krátkodobého průměrování, pokud nejsou podmínky nerovnosti (2) splněny, se měří nejméně 10 min, aby se průměrovala kolísání vyvolaná počasím na dráze šíření. Pokud jsou podmínky nerovnosti (2) splněny, obvykle stačí 5 min. Aby se získal reprezentativní vzorek provozních podmínek zdroje, může být nezbytné tyto minimální doby zvýšit (viz kapitola 6).

8.4.3 Hladina expozice zvuku, L_E

Pokud není možné měřit L_{eq} požadovaného počtu událostí, měří se L_E každé individuální události. Měří se minimální počet událostí provozu zdroje, jak je stanoveno v kapitole 6. Měří se každá událost během časového úseku, který je dosti dlouhý, aby obsahoval všechny důležité příspěvky hluku. Při průjezdech úseku se měří dokud hladina akustického tlaku neklesne nejméně 10 dB pod maximální hladinu.

8.4.4 *N*procentní distribuční hladina, $L_{N,T}$

Během časového intervalu měření se zaznamenává krátkodobá L_{eqT} (kde $T \leq 1$ s) nebo se zaznamenává hladina akustického tlaku s časovým vzorkováním menším než je časová konstanta použitého časového vážení. Rozsah třídy, do které zaznamenané výsledky spadají musí být 1,0 dB nebo méně. Ve zprávě musí být uvedeny základní parametry a, kde je to možné, časové vážení, perioda záznamu a rozsah třídy použité k určení $L_{N,T}$, tj. „založeno na vzorkování 10 ms L_F s rozsahem třídy 0,2 dB“ nebo „založeno na L_{eq1s} , rozsah třídy 1,0 dB“.

8.4.5 Frekvenčně a časově vážená maximální hladina akustického tlaku, L_{Fmax} , L_{Smax}

Při použití časového vážení F nebo S, jak je stanoveno, se měří L_{Fmax} nebo L_{Smax} minimálního počtu událostí provozních podmínek zdroje, jak je stanoveno v kapitole 6. Zaznamenaná se každý výsledek.

POZNÁMKA Časové vážení F koreluje lépe s vnímáním lidí než časové vážení S. Použití časového vážení S obecně zlepšuje reprodukovatelnost.

8.4.6 Hladina špičkového akustického tlaku, L_{peak}

Akustický třesk, výbuchy atd. viz ISO 10843.

POZNÁMKA IEC 61672-1 stanovuje přesnost pouze pro detektor špičkové hodnoty při použití vážení funkcí C.

8.4.7 Zvuk s tónovými složkami

Pokud charakteristiky hluku v místě příjmu obsahují slyšitelný (slyšitelné) tón (tóny), má se objektivně změřit význačnost tónů. Polohy mikrofonu pro nejvíce slyšitelný (slyšitelné) tón (tóny) mají být vybrány a analýza provedena podle přílohy C pro referenční metodu a podle přílohy D pro zjednodušenou metodu.

POZNÁMKA Obecně není tónová analýza vnitřního hluku doporučena vzhledem k modálnímu chování tónů v místnostech. V případě některých frekvenčních pásem je to také problematické u mikrofonů před fasádou.

8.4.8 Impulzní zvuk

Neexistuje obecně přijatá metoda zjištění impulzního zvuku objektivním měřením. Pokud impulzní zvuk vznikne, identifikuje se zdroj a srovnává se seznamem zdrojů impulzního hluku uvedeném v ISO 1996-1. Kromě toho se zjišťuje, zda je impulzní zvuk reprezentativní a vyskytuje se v časovém intervalu měření.

8.4.9 Nízkofrekvenční zvuk

Uvnitř budov se měří ve třech polohách mikrofonu, jak je stanoveno v 8.3.2. Ve venkovním prostoru se měří ve volném poli nebo přímo na fasádě viz příloha B.

Metody v této části ISO 1996 jsou obecně platné až do oktaвовého pásma 16 Hz. Při měření na těchto nízkých frekvencích musí být však mikrofon nejméně 16 m od nejbližšího významného odrazivého povrchu jiného než terén, aby se jednalo o měření ve volném poli (dopadající zvukové pole).

POZNÁMKA Poloha mikrofonu před odrazivým povrchem uvedená v 8.3.1 c) není určována pro měření nízkofrekvenčního zvuku.

8.4.10 Zbytkový zvuk

Zbytkový zvuk, jak je definován v ISO 1996-1, tak jako všechny jiné než zkoumané zvuky, je při měření hluku prostředím často problém. Jedním důvodem je, že předpisy často požadují, že hluk různých typů zdrojů se musí řešit odděleně. Toto oddělení, např. dopravního hluku od hluku výrobních provozů, je v praxi často obtížné. Dalším důvodem je, že měření jsou běžně prováděna ve venkovním prostoru. Připouští se, že hluk vyvolaný prouděním, přímo na mikrofon a nepřímo na stromy, budovy atd., může také ovlivnit výsledek. Charakter těchto zdrojů hluku může činit obtížným nebo dokonce znemožnit provedení jakýchkoli korekcí. Pokud je nezbytné měřit zbytkový zvuk, viz provádění korekcí v 9.6.

8.4.11 Frekvenční rozsah měření

Pokud se požaduje frekvenční složení hluku, pak, pokud není stanoveno jinak, se měří hladina akustického tlaku s použitím oktaвовých filtrů, které mají následující střední frekvence pásma:

63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 8 000 Hz.

Volitelně se může měřit ve třetinooktávových pásmech se středními frekvencemi pásma od 50 Hz do 10 000 Hz.

Je přípustné vyloučit frekvenční pásma bez významného vlivu ($< 0,5$ dB) na hladinu akustického tlaku A a tato vyloučení se mají uvést ve zprávě.

Pokud jde o nízkofrekvenční zvuk, objevuje se posuzované frekvenční pásmo přibližně od 5 Hz do 100 Hz. V pásmu nižším než přibližně 20 Hz se při posuzování zvuku v některých zemích užívá v souladu s ISO 7196 vážení funkcí G. V některých zemích se používá přibližně nad 15 Hz analýza v oktávových nebo třetinooktávových pásmech v rozsahu od přibližně 16 Hz do 100 Hz. Pokud jde o nízkofrekvenční zvuk, zahrnuje tato část ISO 1996 rozšířené frekvenční pásmo od přibližně 12 Hz do 200 Hz (třetinooktávová pásma 16 Hz, 31 Hz, 63 Hz, 125 Hz a 160 Hz) a hodnocení musí provedeno být podle ISO 7196.

9 Hodnocení výsledků měření

9.1 Obecně

Všechny hodnoty měření ve venkovním prostoru se, pokud je to možné, korigují na referenční podmínky, to je na hladinu ve volném poli s vyloučením všech odrazů, kromě odrazů od povrchu země.

9.2 Časově integrované hladiny, L_E a L_{eqT}

Pro každou polohu mikrofonu a pro každé provozní podmínky zdroje se určuje energetický průměr měřených hodnot L_E a L_{eqT} .

POZNÁMKA Návod na získání hodnotících hladin, jako je L_{Rdn} a L_{Rdvn} , je uveden v ISO 1996-1.

9.3 Maximální hladina, L_{max}

Pro každou polohu mikrofonu a každou kategorii provozních podmínek zdroje se určují následující hodnoty vždy, když je to relevantní:

- maximum;
- aritmetický průměr;
- energetický průměr;
- směrodatná odchylka;
- statistické rozdělení změřených hodnot L_{max} .

Pro homogenní skupiny jednotlivých událostí s Gaussovým rozdělením maximálních hladin akustického tlaku se k odhadu percentilů rozdělení maximálních hladin akustického tlaku používají rovnice (3) a obrázek 1.

$$L_{max,p} = \bar{L}_{max} + y \cdot s \quad (3)$$

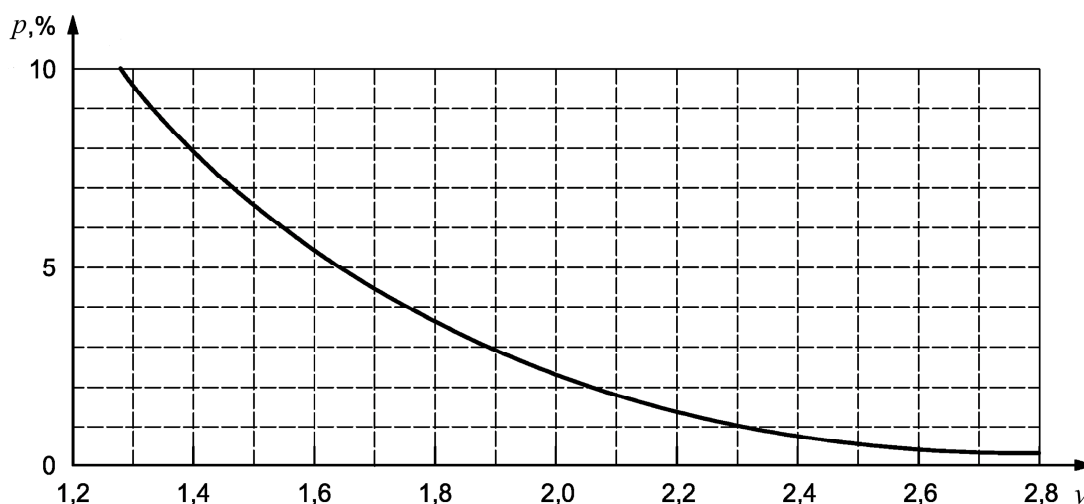
kde

$L_{max,p}$ je maximální hladina překročená v p % případů;

$\bar{L}_{max}$ aritmetický průměr L_{max} ze všech událostí;

s směrodatná odchylka maximálních hladin událostí (odhad směrodatné odchylky Gaussova rozložení);

y počet směrodatných odchylek uvedený na obrázku 1.



Obrázek 1 – Procento p jednotlivých událostí s maximální hladinou akustického tlaku překračující o určitý počet y směrodatných odchylek, (aritmetický) průměr při normálním rozložení maximálních hladin akustického tlaku

Příklad Pokud se požaduje pátá nejvyšší maximální hladina akustického tlaku z 500 průjezdů vozidel, potom je požadovaný percentil $(5/500) \times 100 = 1 \%$ a koeficient y na obrázku 1 k dosažení do rovnice (3) je dán $y = 2,33 \approx 2,3$, to je:

$$L_{\max \text{ 5. nejvyšší }} = \bar{L}_{\max \text{ aritmetický průměr }} + 2,3 s$$

kde s je směrodatná odchylka maximálních hladin.

9.4 Distribuční hladiny, $L_{N,T}$

K získání statistické hladiny $L_{N,T}$ pro $N \%$ se statisticky analyzují hodnoty vzorků.

9.5 Měření uvnitř budov

Používá se skenování mikrofonom nebo měření v diskretních polohách. Pokud jsou použity jednotlivé polohy mikrofону, vypočítává se prostorově průměrovaná hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku pomocí rovnice (4):

$$L_{\text{eq}} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_{\text{eq}j}/10} \text{ dB} \quad (4)$$

kde

n je počet poloh mikrofónu rovný nebo větší než 3;

$L_{\text{eq}j}$ ekvivalentní hladina akustického tlaku v poloze j , vyjádřená v decibelech.

Pokud jsou měření prováděna v různých časových intervalech s různými podmínkami dopravy, každá hladina hluku $L_{\text{eq}j}$ má být převáděna na stejné referenční podmínky dopravy pomocí vhodné metody výpočtu, viz 11.2.

Pokud je místnost, ve které se měří, běžně vybavena nábytkem nebo má na stropě akustickou úpravu, neprovádí se žádné korekce změřených hodnot. Pokud je místnost prázdná a bez akustických úprav, odečítají se od změřených hodnot 3 dB.

POZNÁMKA Korekce 3 dB použitá k zahrnutí rozdílu mezi místnostmi s nábytkem a bez nábytku do výpočtu je zjednodušení, aby se vyloučilo měření doby dozvuku. Pokud to předpisy požadují jinak, může být nezbytné měřit dobu dozvuku a normovat změřené hladiny akustického tlaku na referenční stav požadovaný předpisy.

9.6 Zbytkový zvuk

Pokud je zbytková hladina akustického tlaku 10 dB nebo více pod změřenou hladinou akustického tlaku, neprovádí se žádná korekce. Změřená hodnota je tedy pro zkoušený zdroj platná.

Pokud je zbytková hladina akustického tlaku 3 dB nebo méně pod změřenou hladinou akustického tlaku, žádné korekce nejsou dovolené. Nejistota měření je potom vyšší. Ale je přípustné výsledky ještě zaznamenat a výsledky mohou být užitečné při určování horní hranice hladiny akustického tlaku zkoušeného zdroje. Pokud jsou taková data zaznamenána, musí být jasně stanoveno v textu zprávy stejně jako v grafech a tabulkách výsledků, že zaznamenané hodnoty nemohou být korigovány k odstranění vlivu zbytkového zvuku.

V případech, kdy zbytková hladina akustického tlaku je v rozsahu od 3 dB do 10 dB pod změřenou hladinou akustického tlaku, koriguje se podle rovnice (5):

$$L_{kor} = 10 \lg \left(10^{L_{měř}/10} - 10^{L_{zbyt}/10} \right) \text{ dB} \quad (5)$$

kde

L_{kor} je korigovaná hladina akustického tlaku;

$L_{měř}$ změřená hladina akustického tlaku;

L_{zbyt} zbytková hladina akustického tlaku.

10 Extrapolace na jiné podmínky

10.1 Umístění

K odhadu hladiny akustického tlaku v jiných lokalitách je často používána extrapolace výsledků měření. Taková extrapolace je např. užitečná, když zbytkový zvuk brání přímému měření v místě příjmu.

Měření hluku musí být prováděna v dobře určeném místě, ani příliš blízko (nikoli v blízkém poli nějaké části zdroje), ani příliš daleko (menší vliv počasí na přenos je žádoucí) od zdroje v poměru k rozměrům zdroje. Výpočtem útlumu, který nastává při šíření ze zdroje do místa měření je stanoven odhad emise hluku zdroje. Tento odhad se následně používá k výpočtu hladiny akustického tlaku v místě příjmu ve větší vzdálenosti od zdroje, než je mezilehlá měřicí poloha.

K provedení výpočtu útlumu přenosu zvuku je nezbytné použít výpočtovou metodu, viz kapitola 11. Mezilehlá měřicí poloha musí být vybrána tak, že usnadňuje spolehlivé měření a výpočet. Například mezi zdrojem a mikrofonom nemají být žádné stínící překážky a preferuje se vysoká poloha mikrofону, protože minimalizuje vliv meteorologických podmínek během měření.

10.2 Další časové a provozní podmínky

Měření jsou často prováděna během časových period kratších než je referenční časový interval a výsledky mají být přizpůsobeny jiným časovým a provozním podmínkám. Dlouhodobé průměry jsou vypočítávány z krátkodobých měření beroucích v úvahu takové vlivy jako jiná intenzita dopravy, jiná skladba vozidel, jiné rozložení meteorologických podmínek atd. Občas jsou rozdílné denní doby posuzovány odlišně. Je nezbytné, aby takové úpravy vycházely z nějaké metody výpočtu, viz kapitola 11.

11 Výpočet

11.1 Obecně

V mnoha případech mohou být měření nahrazena nebo doplněna výpočty. Výpočty jsou často spolehlivější, než jednotlivá krátkodobá měření, když jsou určovány dlouhodobé průměry a v dalších případech, kde je nemožné provést měření v důsledku nadměrných hladin zbytkového akustického tlaku. V druhém případě je někdy vhodné provádět měření v kratší vzdálenosti od zdroje a potom použít metodu výpočtu ke stanovení výsledku ve větší vzdálenosti.

Pro výpočty spíše než pro měření hladin akustického tlaku je nezbytné mít k dispozici data emise zdroje hluku, přednostně jako hladinu akustického výkonu zdroje (včetně směrovosti zdroje) a polohu bodového (bodových) zdroje (zdrojů), které vytvářejí stejné hladiny akustického tlaku v prostředí jako reálný zdroj. U hluku dopravy jsou hladiny akustického výkonu často nahrazeny hladinami akustického tlaku určeného při dobře určených podmínkách. Taková data jsou často dána stanovenými výpočtovými modely, ale v jiných případech je nezbytné, aby byla určena v každém individuálním případě.

Při použití vhodného modelu šíření zvuku od zdroje do místa příjmu může být hladina akustického tlaku v posuzovaném místě vypočítána. Je nezbytné vztahovat šíření zvuku k dobře určeným meteorologickým podmínkám a podmínkám povrchu terénu. Nejvíce existujících výpočetních modelů se vztahuje k neutrálním nebo příznivým podmínkám šíření zvuku, protože jiné podmínky šíření je mnohem obtížnější predikovat. Akustická impedance povrchu země je také důležitá, především při malých vzdálenostech a nízkých výškách místa zdroje a příjmu. Nejvíce modelů rozlišuje pouze mezi tvrdým a měkkým povrchem terénu. Obecně je méně obtížné provádět přesné výpočty při vysokých polohách místa zdroje a místa příjmu nad terénem.

V závislosti na účelu výpočtu jsou požadovány různé stupně jeho přesnosti. Nezbytná hustota rastru bodů použitá jako základ při mapování hladin hluku oblasti závisí na účelu mapování. Variabilita hladin hluku je výraznější v okolí zdrojů a velkých překážek. Proto má být hustota rastru v takových místech vyšší. Pro celkovou expozici hluku obecně nemá být rozdíl hladin akustického tlaku mezi sousedními body rastru větší než 5 dB. Při výběru protihlukových opatření formou buď stavebního snižování hluku, nebo ekonomického odškodnění, má být hustota bodů rastru zvolena tak, aby rozdíly mezi sousedními body nepřevýšily 2 dB.

11.2 Metody výpočtu

11.2.1 Obecně

Neexistují žádné kompletní mezinárodně uznávané metody výpočtu ačkoliv jsou některé mezinárodní normy, jako je ISO 9613-1, ISO 9613-2 a ISO/TS 13474 týkající se šíření zvuku, které mohou být použity pro zdroje se známým akustickým výkonem. Seznam národních metod výpočtu je uveden v příloze E.

11.2.2 Specifické postupy

Pro posuzování hluku silniční, železniční a letecké dopravy byly vytvořeny samostatné metody výpočtu. Ve většině zemí se používají národní metody. Mnoho metod je omezeno na výpočet hladin akustického tlaku A a metody jsou použitelné pro specifické frekvenční spektrum. Běžné je vypočítávána základní metrika L_{Aeq} a někdy je tato metrika doplněna L_{max} . To jsou však spíše výjimky.

12 Informace, které musí být zaznamenávány a uváděny ve zprávě

Následující informace týkající se měření musí být zaznamenány a uvedené ve zprávě, pokud jsou relevantní:

- doba, den a místo měření;
- přístroje a jejich kalibrace;
- měřené a, pokud je to relevantní, korigované hladiny akustického tlaku (L_{eqT} , L_E , L_{max}), vážené funkcí A (volitelně také vážené funkcí C) a volitelně ve frekvenčních pásmech;
- měřená N procentní distribuční hladina ($L_{N,T}$), včetně základu, ze kterého je vypočítána (rychlost vzorkování a další parametry);
- odhad nejistoty měření spolu s pravděpodobností pokrytí;
- informace o hladinách akustického tlaku zbytkového zvuku během měření;
- časové intervaly při měřeních;
- úplný popis měřicích míst, včetně povrchu, stavu terénu a místních zdrojů a mikrofónů, včetně jejich výšek;
- popis provozních podmínek, včetně počtu projíždějících motorových vozidel/železničních vozidel/pohybů letadel stanovených pro každou odpovídající kategorii;
- popis meteorologických podmínek, včetně rychlosti větru, směru větru, míry oblačnosti, teploty, barometrického tlaku, vlhkosti a výskytu srážek a umístění čidel větru a teploty;
- metoda (metody) použité k extrapolaci měřených hodnot vzhledem k dalším podmínkám.

Pokud jde o výpočty, musí být uváděny relevantní informace zaznamenané v bodech a) až k), včetně výpočtu nejistoty.

Příloha A (informativní)

Meteorologické okno a nejistota měření způsobená počasím

A.1 Počasí a nejistota měření

Kolísání hladin hluku během měření je ovlivněno meteorologickými podmínkami. Meteorologické podmínky jsou v této příloze charakterizovány poloměrem zakřivení dráhy zvuku. Uvedené hodnoty směrodatné odchylky σ_m jsou v důsledku kolísání útlumu šíření zvuku vyvolaného počasím platné pro specifické podmínky šíření zvuku. Takové hodnoty nemohou být uváděny pro dlouhodobé průměry hladin hluku složené z příspěvků šíření zvuku za různých podmínek. Tato příloha je platná pro časové intervaly měření od 10 min do několika hodin.

A.2 Charakteristika počasí

Pro téměř horizontálním šíření může být poloměr šíření R , přibližně určující zakřivení drah zvuku způsobené atmosférickou refrakcí, určen pomocí rovnice (A.1).

$$R = \frac{c(\tau)}{\frac{k_{\text{konst}}}{\sqrt{\tau}} \frac{\partial \tau}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial z}} \quad (\text{A.1})$$

kde

$c(\tau)$ je rychlost zvuku ve vzduchu, vyjádřená v metrech za sekundu, rovnající se $c_0 \sqrt{\tau}$, kde

$$c_0 = 20,05 \frac{\text{m}}{\text{s} \sqrt{\text{K}}};$$

u složka rychlosti větru ve směru šíření, vyjádřená v metrech za sekundu;

k_{konst} konstanta rovnající se $10 \frac{\text{m}}{\text{s} \sqrt{\text{K}}}$;

τ absolutní teplota vzduchu, vyjádřená v kelvinech;

z výška nad zemí, vyjádřená v metrech.

Na základě rozdílů teploty a rychlosti větru v 10 m a 0,5 m nad zemí, může být číselná hodnota R , vyjádřená v kilometrech, přibližně stanovena pomocí rovnice (A.2).

$$R = \frac{3,2}{0,6 \Delta \tau + \Delta u \cos \theta} \quad (\text{A.2})$$

kde

$\Delta \tau$ je číselná hodnota rozdílu mezi teplotami vzduchu, vyjádřené v kelvinech, v 10 m a 0,5 m nad zemí;

Δu číselná hodnota rozdílu mezi rychlostmi větru, vyjádřené v metrech za sekundu, v 10 m a 0,5 m nad povrchem země;

θ úhel mezi směrem větru a směrem od zdroje k místu příjmu.

Měření malých rozdílů teploty má být věnována pozornost. Často je rozdíl menší, než nejistota kalibrace teploměrů.

A.3 Příznivé podmínky šíření zvuku

Poloměr zakřivení dráhy zvuku R závisí na středním gradientu rychlosti větru a teploty a je nejdůležitějším činitelem určujícím podmínky šíření zvuku. Kladná hodnota R odpovídá klesání křivky zvukového paprsku (tj. při šíření ve směru větru nebo inverzi teploty). Takové podmínky šíření zvuku jsou často uváděny jako „příznivé“, což znamená vyšší hladiny akustického tlaku.

POZNÁMKA 1 Teplotní inverze může vzniknout např. v noci, pokud je oblačnost nižší než 70 %.

POZNÁMKA 2 $R = \infty$ odpovídá přímému šíření zvuku („žádný vítr“, homogenní atmosféra), zatímco záporná hodnota R odpovídá stoupání zakřivení zvukového paprsku (tj. při šíření proti směru větru nebo během klidného, slunečného dne).

A.4 Návod týkající se poloměru zakřivení požadovaného pro příznivé šíření zvuku a souvisící nejistota vyvolaná počasím

Rovnice (2) požaduje k měření za každého počasí výšky mikrofonu nad 5 m nebo 10 m ve vzdálenosti přibližně 50 m až 100 m od zdroje. Pro měření v typičtějších používaných výškách mikrofonu specifikuje obrázek A.1 poloměr zakřivení požadovaný pro „příznivé“ podmínky šíření zvuku a stanovuje souvisící směrodatnou odchylku σ_m výsledků měření očekávanou v důsledku kolísání počasí při šíření nad porézním povrchem, jako je travnatý povrch. Obrázek není použitelný pro dlouhodobá měření.

Na obrázku A.1 se rozlišuje mezi tak zvanými polohami „vysoká“ a „nízká“, které závisí na výšce zdroje h_s a výšce místa příjmu h_r . Polohy jsou „vysoké“, když jsou jak zdroj, tak mikrofon 1,5 m nebo více nad zemí. Když je zdroj níže než 1,5 m nad zemí, výška mikrofonu musí být 4 m nebo více, aby poloha byla „vysoká“. Když je zdroj níže než 1,5 m nad terénem a výška mikrofonu je 1,5 m nebo méně, poloha je „nízká“. Při „nízké“ poloze jsou požadavky na meteorologické podmínky během měření přísnější, než při „vysoké“ poloze.

– vysoká poloha: $h_s \geq 1,5$ m a $h_r \geq 1,5$ m nebo

$$h_s < 1,5$$
 m a $h_r \geq 4$ m

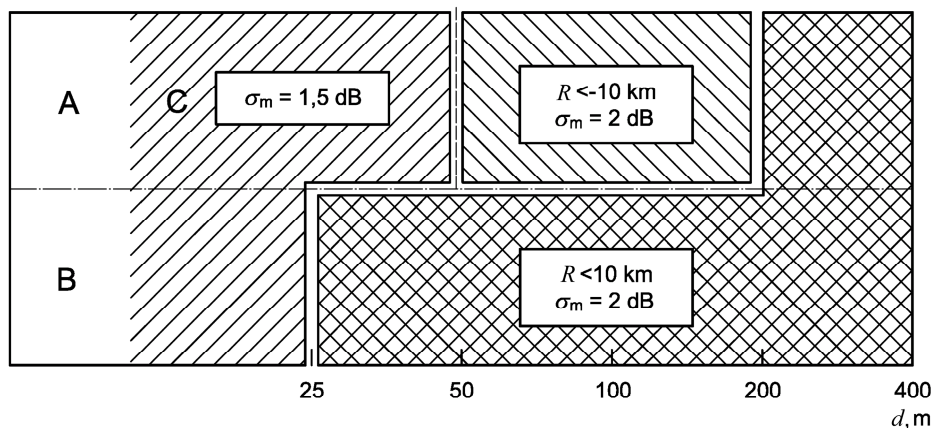
– nízká poloha: $h_s < 1,5$ m a $h_r \leq 1,5$ m

Když je celý povrch terénu mezi zdrojem a polohou měření tvrdý, směrodatná odchylka daná vlivem počasí může být zanedbatelná, dokud se nevytvoří stín zvuku, tj. $\sigma_m \approx 0,5$ dB do 25 m při „nízké“ poloze a do 50 m při „vysoké“ poloze.

POZNÁMKA 1 Návod na obrázku A.3 vychází z naměřených dat. Taková data mají tendenci pocházet z míst příjmu ve výšce 4 m nebo výše, zatímco z míst příjmu ve výšce 1,5 m nebo 2 m nepocházejí.

POZNÁMKA 2 Na obrázku A.1 se připouští záporný poloměr zakřivení při „vysokých“ polohách se vzdálenostmi šíření do 200 m.

Obrázek A.1 je platný pro nestíněný plochý terén. Pro stíněná místa příjmu nebo terén se složitou topografií nejsou dostupné žádné kvantitativní informace. Pokud takové informace nebudou dostupné, je doporučeno použít obrázek A.1 rovněž pro stíněné situace a uvažovat stíněné polohy jako „nízké“ polohy.



Legenda

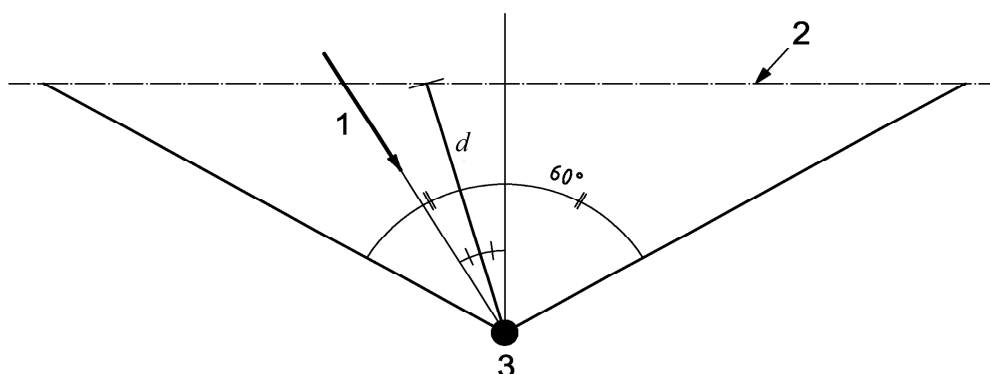
A vysoká

B nízká

C žádné omezení

Obrázek A.1 – Poloměr zakřivení dráhy zvuku R a souvisící příspěvek nejistoty měření, vyjádřený jako směrodatná odchylka σ_m v důsledku vlivu počasí, pro různé kombinace výšek zdroje a místa příjmu (A až C) nad porézním povrchem země. Ve vzdálenostech, d , vyjádřených v metrech, větších než 400 m musí být poloměr zakřivení menší než 10 km a poté se nejistota měření σ_m rovná $1 + \left(\frac{d}{400}\right)$ dB

Pro silnice nebo další velké zdroje, musí být zakřivení určeno ve svislé rovině procházející polohou mikrofonu kolmo k ose vozovky (nebo kolmé k charakteristickému většímu rozměru zdroje, je-li to vhodné). Průměrný směr větru musí být v intervalu ± 60 stupňů od kolmice k vozovce procházející polohou mikrofonu. Efektivní vzdálenost zdroj-místo příjmu musí být určena podél obou částí úhlu mezi vektorem střední rychlosti větru a kolmicí od vozovky k poloze mikrofonu, viz obrázek A.2.



Legenda

- 1 střední směr větru
- 2 osa
- 3 poloha měření

Obrázek A.2 – Příznivé podmínky šíření od silnice a efektivní vzdálenost zdroj-místo příjmu d

A.5 Návod týkající se souhlasu zakřivení dráhy zvuku s požadavky na obrázku A.1

Obrázky A.3 a A.4 ukazují omezení výšky slunce a z toho plynoucího teplotního gradientu pro časové denní intervaly (na svislé ose) pro každý měsíc v roce (na vodorovné ose):

- plocha A odpovídá době, kdy slunce je nad horizontem v úhlu od 40° do 60° ;
- plocha B odpovídá době, kdy slunce je nad horizontem v úhlu od 25° do 40° ;
- plocha C;
- plocha D;
- plocha AA (obrázek A 4) odpovídá době, kdy slunce je nad horizontem v úhlu převyšujícím 60° .

Obrázky A.3 a A.4 jsou vhodné pro šíření zvuku nad travnatými povrchy v městské zástavbě, tj. tráva, jednotlivé stromy a izolované rodinné domy v městské zástavbě nebo na venkově.

Tabulka A.1 indikuje nejmenší přijatelnou složku rychlosti větru (složka po větru) ve směru šíření zvuku, která zajišťuje, že poloměr zakřivení dráhy zvuku je menší než ~ 10 km pro „vysokou“ polohu a menší než 10 km pro „nízkou“ polohu. Požadavek na složku po větru závisí na oblačnosti a na požadovaném poloměru zakřivení R .

Tabulka A.1 – Charakteristiky ovlivňující poloměr zakřivení, R

Denní doba	Stupeň oblačnosti	Nejmenší hodnota složky rychlosti větru v 10 m nad povrchem, v m/s kde	
		$R < -10$ km (vysoká, $d > 50$ m)	$R < 10$ km (nízká, $d > 25$ m)
A	8/8 zataženo	0,4	1,3
	6/8 až 8/8	1,2	2,0
	< 6/8	2,0	2,7
B	8/8 zataženo	0,2	1,2
	6/8 až 8/8	0,9	1,7
	< 6/8	1,6	2,3
C	8/8 zataženo	0	0,9
	6/8	0,3	1,3
	< 4/8	0,8	1,7
Noc	6/8 až 8/8	0,1	> 0,5
	< 6/8	Rychlost větru > 2 m/s; složka $\geq 0,1$	
D	Pouze měření blízko zdroje		
Tyto požadavky zajišťují, že poloměr zakřivení R je menší než -10 km pro „vysokou“ a 10 km pro „nízkou“ polohu, a to pro různé denní doby a stupeň oblačnosti.			

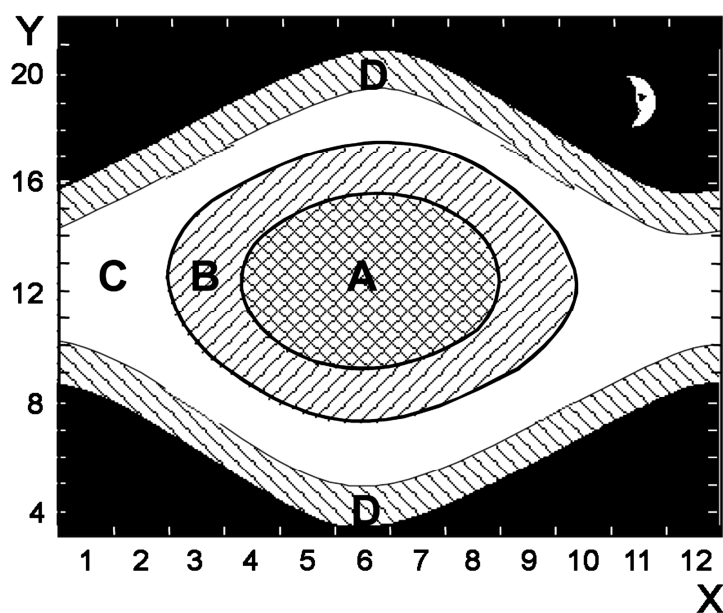
Plocha označená „A“ odpovídá „střední části letního dne“. Při kompaktní a celistvé oblačnosti (zataženo) se ke splnění kritéria $R < 10$ km požaduje složka větru ve směru šíření $1,3$ m/s. Při polojasném nebo jasném počasí je složka větru ve směru šíření $2,7$ m/s nebo větší nezbytná k zajištění $R < 10$ km, což je požadováno při „nízké“ poloze ve vzdálenosti zdroj-místo příjmu převyšující 25 m.

Plocha označená „B“ odpovídá letnímu ránu nebo odpoledni a na jaře a na podzim době okolo poledne. Na příklad, kritérium $R < 10$ km může být splněno při složce větru ve směru šíření $2,3$ m/s, kdy je stupeň oblačnosti menší než $6/8$.

Plocha označená „C“ zahrnuje hodiny ve dne mimo dobu označenou A nebo B. Kritérium $R < 10$ km může být například splněno při oblačnosti $4/8$ se složkou větru ve směru šíření $1,7$ m/s.

Hodiny označené „D“ indikují dobu od východu slunce do $1,5$ h po východu slunce a $1,5$ h před západem slunce do západu slunce. Během těchto hodin lze očekávat velké lokální kolísání teploty a je doporučeno během těchto časových period neprovádět žádná měření citlivá na počasí, pokud takové podmínky ve speciálních případech nepřevažují.

Během noci (znázorněno černě na obrázku A.3 a A.4) je požadovaná pouze malá složka větru ve směru šíření, když je oblačnost větší než $6/8$. Pokud je oblačnost během noci menší než $6/8$, mohou vzniknout velké lokální teplotní gradienty a je požadována rychlost větru 2 m/s nebo větší, aby se vyloučily speciální efekty šíření zvuku, jako je fokusace zvuku za inverzních podmínek.



Legenda

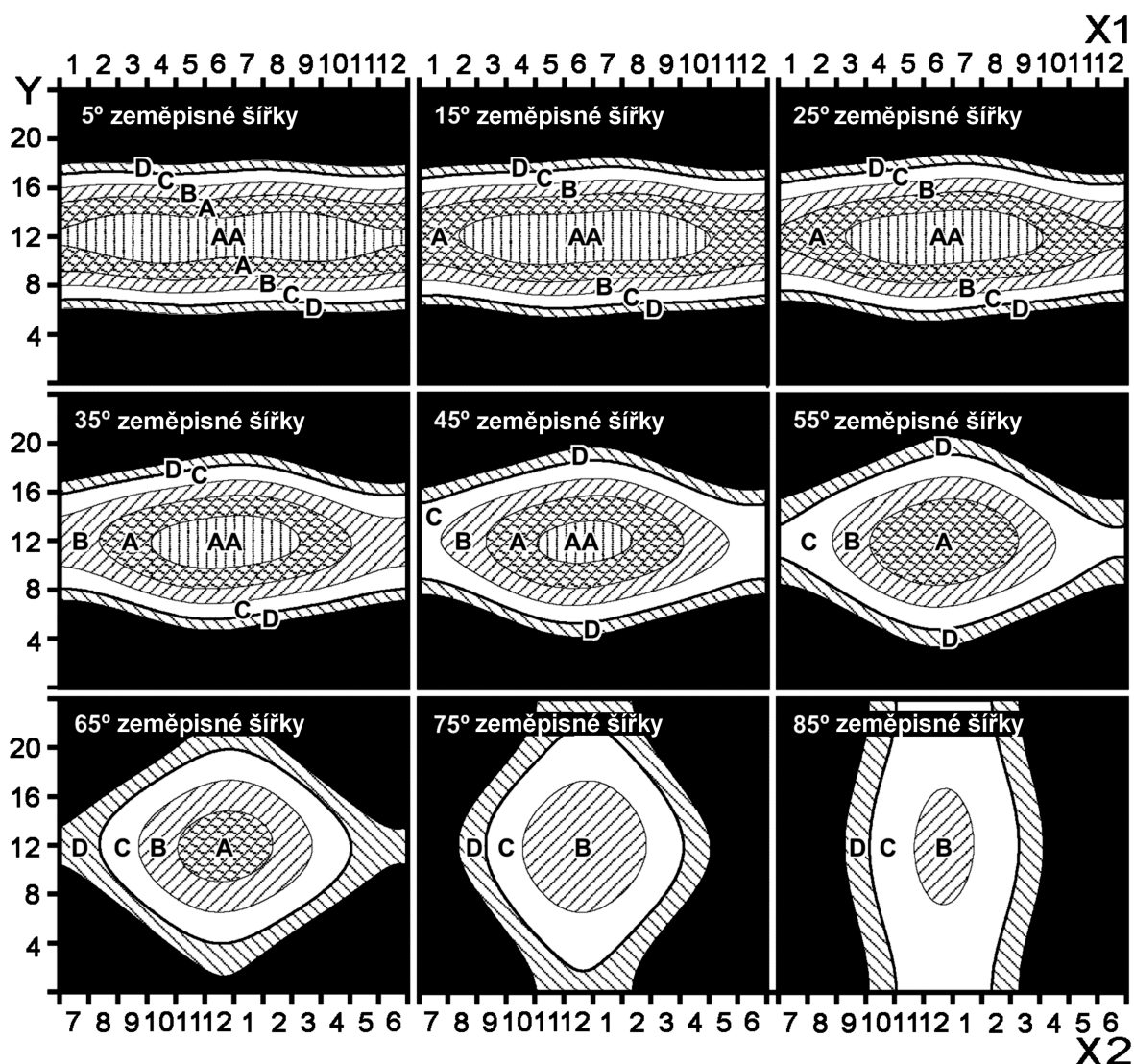
X měsíce roku (počínaje 1 pro leden)

Y denní doba v hodinách

POZNÁMKA 1 Data použitá při tvorbě obrázku A.3 a tabulky A.1 byla získána přibližně na 56° severní šířky.

POZNÁMKA 2 Data dalších zeměpisných šířek viz obrázek A.4.

Obrázek A.3 – Časové intervaly, v nichž výška slunce a z toho plynoucí teplotní gradient jsou v určitých mezích pro 56° severní šířky



Legenda

- X1 měsíce roku (počínaje 1 pro leden), severně od rovníku
 X2 měsíce roku (počínaje 7 pro červenec), jižně od rovníku
 Y denní doba v hodinách

POZNÁMKA Data použitá při tvorbě obrázku A.4 byla získána přibližně na 56° severní šířky a byla zobrazena, aby byla platná v dalších zeměpisných šířkách. Data pro požadavky na směr větru v oblasti AA jsou nedostatečná.

Obrázek A.4 – Časové intervaly, kdy výška slunce a z toho plynoucí teplotní gradient jsou v určitých mezích pro různé zeměpisné šířky

Příloha B (informativní)

Polohy mikrofonu ve vztahu k odrazivým povrchům

B.1 Poloha ve volném poli

Je to poloha, kde nejsou žádné jiné odrazivé povrchy než povrch země dostatečně blízko, aby ovlivnily hladinu akustického tlaku. Vzdálenost mikrofonu od jakéhokoli povrchu odrážejícího zvuk, mimo povrch země, musí být nejméně dvojnásobek vzdálenosti mikrofonu od dominantní části zdroje zvuku.

POZNÁMKA Výjimky lze udělat v případě malých povrchů odrážejících zvuk a v případech kdy může být prokázáno, že odraz nemá významný vliv. To může být založeno na výpočtu zahrnujícím největší rozměry odrazivého povrchu a vlnovou délku.

B.2 Mikrofon přímo na povrchu

Cílem této polohy je na základě omezení a požadavků navržených níže dosáhnout dobře určené zvýšení hladiny akustického tlaku dopadajícího zvuku (hladina „volného pole“) o +6 dB.

Tato poloha je na odrazivém povrchu a dopadající a odražený zvuk jsou pod určitou frekvencí f ve fázi. Pro širokopásmový hluk dopravy se zvukem dopadajícím z mnoha úhlů je f okolo 4 kHz pro mikrofon o průměru 13 mm, připevněný na odrazivém povrchu. Tato poloha se nemá používat, pokud zvuk dopadá převážně pod tečnými úhly.

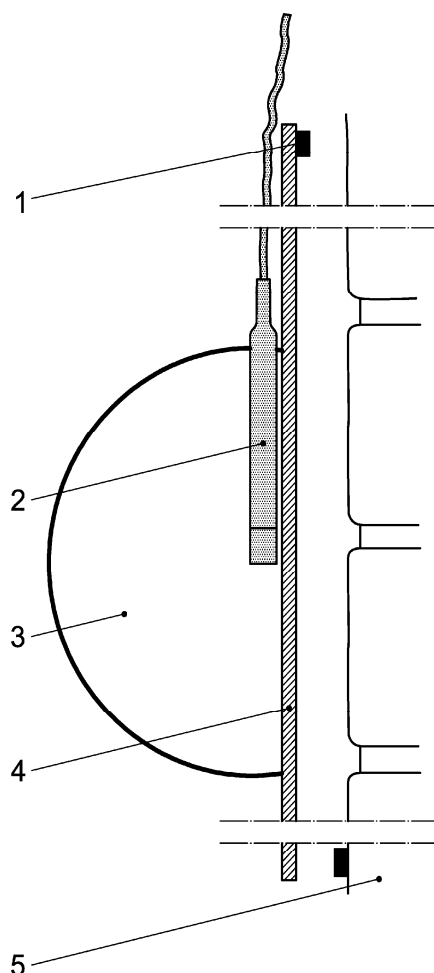
Fasáda s odstupem 1 m od mikrofonu musí být rovná s mezními úchylkami $\pm 0,05$ m. Vzdálenost mikrofonu od okrajů plochy fasády musí být větší než 1 m. Mikrofon může být připevněn, jak je uvedeno na obrázku B.1 nebo s membránou mikrofonu v jedné rovině s povrchem připevňovací desky. Deska nemá být tlustší než 25 mm a její rozměry nesmí být menší než $0,5 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}$. K redukci vlivu ohybu na okrajích desky musí být vzdálenost mikrofonu od okrajů a středových os připevňovací desky větší než 0,1 m.

Deska musí být z akusticky tvrdého a tuhého materiálu, jako je natřená dřevotřísková deska, tlustší než přibližně 19 mm nebo 5 mm hliníková deska s tlumícím materiálem minimálně 3 mm připevněném na stranu směřující ke stěně, aby se vyloučilo pohlcování zvuku a rezonance v posuzovaném frekvenčním pásmu.

POZNÁMKA Deska na obrázku B.1 je na pružných gumových páscích kompenzujících nerovnosti fasády.

Pozornost má být věnována tomu, aby nevznikal žádný rušivý aerodynamický hluk mezi deskou a hrubým povrchem fasády.

Mikrofon se může používat bez desky, pokud je zeď z betonu, kamene, skla, dřeva nebo podobného tvrdého materiálu. V tomto případě musí být povrch zdi do vzdálenosti 1 m od mikrofonu plochý, s mezními úchylkami $\pm 0,01$ m. Při měřeních v oktavových pásmech se má používat mikrofon o průměru 13 mm nebo méně. Pokud je frekvenční pásmo rozšířeno nad 4 kHz, má se používat mikrofon o průměru 6 mm.



Legenda

- 1 gumový pásek
- 2 mikrofon
- 3 kryt proti větru
- 4 připevňovací deska
- 5 zeď nebo odrazivá plocha

Obrázek B.1 – Mikrofon připevněný na odrazivé ploše

B.3 Mikrofon blízko odrazivé plochy

Cílem této polohy je na základě omezení a požadavků navržených níže dosáhnout dobře určené zvýšení hladiny akustického tlaku dopadajícího zvuku (hladina „volného pole“) o +3 dB.

Když má mikrofon odstup od odrazivé plochy, je přímý a odražený zvuk stejně silný a když je posuzované frekvenční pásmo dosti široké, působí odraz zdvojnásobení energie přímého zvukového pole a zvýšení hladiny akustického tlaku o 3 dB.

Fasáda musí být rovinná plocha s mezními úchylkami $\pm 0,3$ m a mikrofon nesmí být umístěn v poloze, kde je zvukové pole ovlivňováno násobnými odrazy mezi vyčnívajícími částmi povrchu budovy.

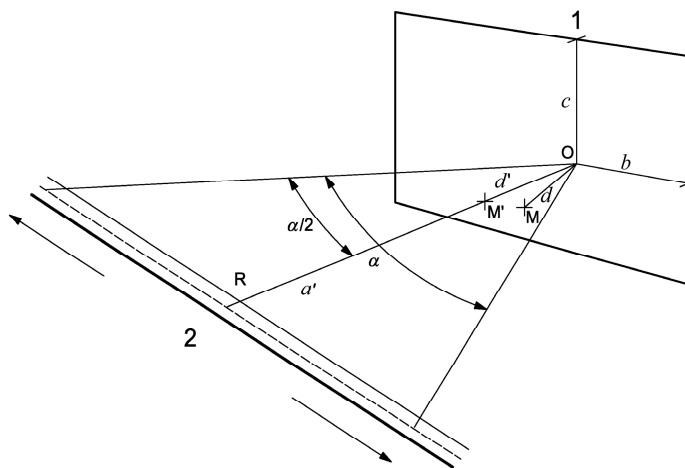
Okna musí být považována za část fasády. Během měření musí být zavřená, ale je dovoleno malé pootevření pro kabel mikrofonu.

Kritéria v člancích B.1 až B.3 zajišťují, že se celková změřená ekvivalentní nebo maximální hladina akustického tlaku odchyluje o méně než 1 dB od hladiny dopadajícího zvuku plus 3 dB. Jsou rozlišovány dva případy viz obrázek B.2:

- a) velký zdroj, tj. zorný úhel zdroje α je 60° nebo více;
- b) bodový zdroj, tj. α je menší než 60° .

Vzdálenosti od bodu O k nejbližšímu okraji odrazivého povrchu jsou b (měřeno horizontálně) a c (měřeno vertikálně). Aby se vyloučily okrajové jevy ve frekvenčním rozsahu, včetně oktávových pásem 125 Hz až 4 kHz, musí být splněna kritéria z nerovnosti (B.1) v případě horizontálního měření nebo nerovnosti (B.2) v případě vertikálního měření.

$$c \geq 2d \tag{B.2}$$

$$d' \leq 0.05a' \quad (\text{B.4})$$
$$d' \geq 5,4 \text{ m} \quad (\text{B.8})$$


RO dělicí čára úhlu, α

27

Příloha C (informativní)

Objektivní metoda posuzování slyšitelnosti tónů v hluku – Referenční metoda

C.1 Úvod

Tato příloha poskytuje postupy měření, které se používají k ověření přítomnosti slyšitelných tónů, pokud je jejich přítomnost sporná. Na základě význačnosti tónů poskytuje tento postup také doporučené hladiny přizpůsobení. Cílem objektivní metody je posoudit význačnost tónů stejným způsobem, jakým obvykle posuzují posluchači. Metoda je založena na psychoakustickém pojetí kritických pásem, což jsou pásma stanovená tak, že zvuk mimo kritické pásmo nepřispívá významně ke slyšitelnosti tónů uvnitř kritického pásma.

Tato metoda zahrnuje postupy pro ustálené a kolísavé tóny, úzkopásmový hluk, nízkofrekvenční tóny a výsledek je odstupňovaně upraven od 0 dB do 6 dB.

C.2 Objektivní metoda

C.2.1 Obecně

Tato metoda má tři kroky:

- úzkopásmová frekvenční analýza (přednostně FFT analýza);
- určení průměrné hladiny akustického tlaku tónu (tónů) a maskovacího hluku v kritickém pásmu kolem tónu (tónů);
- výpočet slyšitelnosti tónů ΔL_{ta} a přizpůsobení K_t .

C.2.2 Frekvenční analýza

Úzkopásmové spektrum vážené funkcí A se měří lineárním průměrováním po dobu nejméně 1 min („dlouhodobý průměr“).

Efektivní šířka analyzovaného pásma musí být menší než 5 % šířky kritického pásma s tónovými složkami. Šířky kritických pásem jsou uvedeny v tabulce C.1.

Doporučuje se kalibrovat měřicí systém, včetně frekvenčního analyzátoru v dB s referenční hodnotou 20 μPa a použít Hanningovo vážení jako funkci okna.

POZNÁMKA 1 Při doporučeném Hanningově časovém okně je efektivní šířka pásma analýzy (nebo efektivní šířka pásma šumu) 1,5násobek frekvenčního rozlišení. Frekvenční rozlišení je vzdálenost mezi čarami spektra.

POZNÁMKA 2 U efektivní šířky pásma analýzy 5 % kritického pásma se právě slyšitelné tóny běžně objevují jako lokální maxima nejméně 8 dB nad okolním maskovacím hlukem v průměrovaných spektrech.

POZNÁMKA 3 V ojedinělých případech složených tónů s mnoha blízko ležícími tónovými složkami může být nezbytné jemnější rozlišení ke správnému určení hladiny maskovacího hluku.

POZNÁMKA 4 Pokud se frekvence slyšitelných tónů liší ve spektru o více než 10 % frekvenčního rozsahu kritického pásma během doby průměrování, může být nezbytné dlouhodobý průměr dále rozdělit na několik krátkodobých průměrů.

C.2.3 Určování hladin akustického tlaku

C.2.3.1 Hladina akustického tlaku tónů L_{pt}

Tóny je přípustné identifikovat z úzkopásmového frekvenčního spektra vizuální kontrolou. Hladiny akustického tlaku tónů jsou určovány ze spektra.

Všechna lokální maxima 3 dB při šířce pásma menší než 10 % šířky pásma skutečného kritického pásma jsou považována za tón.

Hladiny L_{pti} všech tónů i ve stejném kritickém pásmu musí být sečteny na energetickém základu, aby udávaly celkovou hladinu tónů pro toto pásmo L_{pt} , jak je uvedeno v rovnici (C.1):

$$L_{pt} = 10 \lg \sum 10^{\frac{L_{pti}}{10}} \text{ dB} \quad (\text{C.1})$$

POZNÁMKA Pokud je „tónem“ úzké pásmo hluku nebo pokud se frekvence tónů mění, tón se jeví jako několik čar v průměrovaném spektru. V takových případech je hladina tónu L_{pti} dána součtem energie všech čar s hladinami kolem 6 dB lokální maximální hladiny a je korigována na vliv použité funkce okna. (Pro Hanningovo vážení to je součet energie čar minus 1,8 dB.)

V případech, kde se tóny objevují při nízkých frekvencích, je vhodné zkoumat, zda celková hladina tónů je nad prahem slyšení (ISO 389-7). Pokud celková hladina tónů v kritickém pásmu je pod prahem slyšení, nemá být na toto kritické pásmo brán zřetel při posuzování slyšitelnosti tónů.

C.2.3.2 Šířka pásma a střední frekvence kritických pásem

Šířky kritických pásem jsou uvedeny v tabulce C.1:

Tabulka C.1 – Šířky kritických pásem

Střední frekvence f_c , Hz	50 až 500	nad 500
Šířka pásma, Hz	100	20 % f_c

Kritické pásmo musí být umístěno tak, že jeho střední frekvence f_c je na frekvenci tónu. Když je v rozsahu kritického pásma přítomno několik tónů, musí být frekvenční pásmo umístěno symetricky okolo nejvýznamnějších tónů takovým způsobem, že je rozdíl mezi celkovou hladinou tónů L_{pt} a hladinou maskovacího hluku L_{pn} (viz C.2.3.3) maximalizován.

Při stanovení střední frekvence kritického pásma mají být považovány za významné pouze tóny s hladinami o 10 dB nebo méně, než je hladina tónu s maximální hladinou.

POZNÁMKA Střední frekvence f_c kritického pásma se může v posuzovaném frekvenčním pásmu neustále měnit. Nejnižší kritické pásmo je 0 Hz až 100 Hz.

C.2.3.3 Hladina akustického tlaku maskovacího hluku uvnitř kritického pásma, L_{pn}

Průměrnou hladinu hluku $L_{pn,prům}$ je přípustné nalézt v kritickém pásmu pomocí vizuálního průměrování hladin „hlukových čar“ v úzkopásmovém frekvenčním spektru v rozsahu ležícím od střední frekvence f_c do přibližně $\pm 0,5$ kritického pásma až 1 kritického pásma na každé straně. „Hlukové čáry“ se hledají tak, že se neberou v úvahu maxima ve spektru příslušející tónům a jejich možným postranním pásmům v tomto rozsahu.

Celková hladina akustického tlaku maskovacího hluku L_{pn} se vypočítá z průměrné hladiny hluku v kritickém pásmu $L_{pn,prům}$, jak je uvedeno v rovnici (C.2):

$$L_{pn} = L_{pn,prům} + 10 \lg \frac{B_{krit}}{B_{ef}} \text{ dB} \quad (\text{C.2})$$

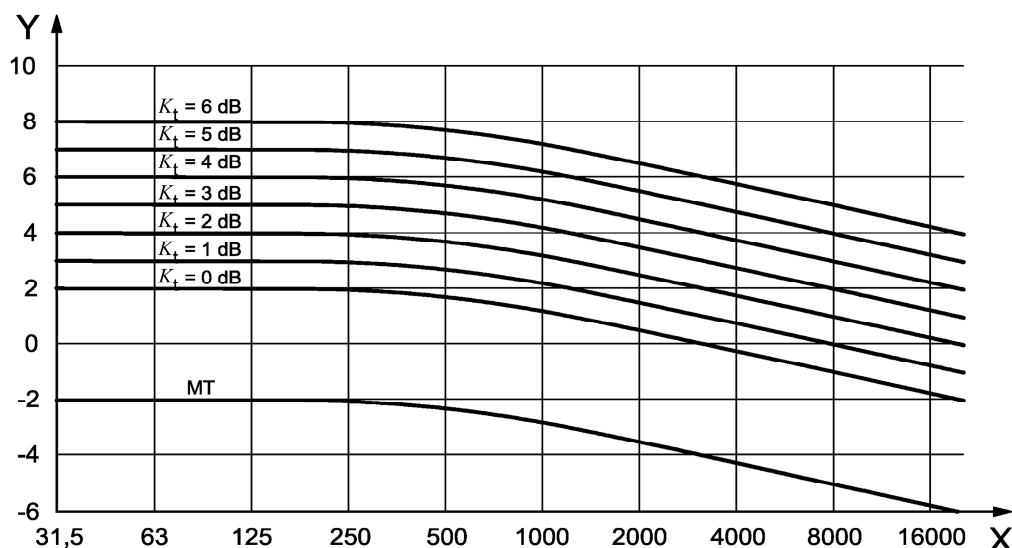
kde

B_{krit} je šířka kritického pásma, vyjádřená v hertzech;

B_{ef} skutečná šířka analyzovaného pásma, vyjádřená v hertzech.

C.2.4 Výpočet slyšitelnosti tónů, ΔL_{ta} , a přizpůsobení, K_t

Slyšitelnost tónů ΔL_{ta} se vyjadřuje v decibelech nad prahem maskování MT, viz obrázek C.1. Přizpůsobení K_t je hodnota, která musí být přičtena k hodnotě L_{Aeq} časového intervalu, čímž vznikne tónově korigovaná hodnotící hladina pro tento interval. Z rozdílu mezi hladinou tónu a hladinou hluku v kritickém pásmu $L_{pt} - L_{pn}$ mohou být jak ΔL_{ta} , tak K_t určeny pomocí obrázku C.1. Daná střední frekvence kritického pásma f_c a daný rozdíl hladin $L_{pt} - L_{pn}$ určuje bod na obrázku C.1. Slyšitelnost tónu ΔL_{ta} se určuje jako rozdíl mezi $(L_{pt} - L_{pn})$ a prahem maskování znázorněným na obrázku. K_t se odečítá jako interpolace mezi čarami označenými na obrázku různými hodnotami K_t . Eventuálně se může ΔL_{ta} vypočítat pomocí rovnice (C.3) a K_t se může vypočítat pomocí nerovnosti (C.4).



Legenda¹⁾

X střední frekvence kritického pásma, vyjádřená v hertzech

Y $L_{pt} - L_{pn}$ vyjádřeno v decibelech

POZNÁMKA L_{pt} je celková hladina akustického tlaku tónů v kritickém pásmu a L_{pn} je celková hladina akustického tlaku maskovacího hluku v kritickém pásmu.

Obrázek C.1 – Práh maskování MT a křivky pro určování přizpůsobení K_t

$$\Delta L_{ta} = L_{pt} - L_{pn} + 2 \text{ dB} + \lg \left[1 + \left(\frac{f_c}{502} \right)^{2,5} \right] \text{ dB} \quad (\text{C.3})$$

kde

L_{pt} je celková hladina akustického tlaku tónů v kritickém pásmu;

L_{pn} celková hladina akustického tlaku maskovacího hluku v kritickém pásmu;

f_c střední frekvence v kritickém pásmu, vyjádřená v hertzech.

Přizpůsobení K_t , vyjádřené v decibelech, se určuje pomocí nerovností (C.4) až (C.6):

– pro $10 \text{ dB} < \Delta L_{ta}$, v souladu s rovnicí (C.4):

$$K_t = 6 \text{ dB} \quad (\text{C.4})$$

– pro $4 \text{ dB} \leq \Delta L_{ta} \leq 10 \text{ dB}$, v souladu s rovnicí (C.5):

$$K_t = \Delta L_{ta} - 4 \text{ dB} \quad (\text{C.5})$$

– pro $\Delta L_{ta} < 4 \text{ dB}$, v souladu s rovnicí (C.6):

$$K_t = 0 \text{ dB} \quad (\text{C.6})$$

POZNÁMKA K nemusí nabývat pouze celočíselných hodnot.

Když se několik tónů (nebo skupin tónů) vyskytuje současně v různých kritických pásmech, musí být pro každé toto pásmo provedeno samostatné posouzení. Kritické pásmo obsahující nejdominantnější tón (tóny) (tj. dávající nejvyšší hodnotu ΔL_{ta}) je rozhodující pro hodnotu ΔL_{ta} a nastavení K_t .

¹⁾ NÁRODNÍ POZNÁMKA V originále normy ISO 1996-2 jsou v legendě chybně označeny osy X a Y. V tomto textu jsou osy X a Y uvedeny správně tak, že odpovídají obrázku.

C.3 Dokumentace

Pro dokumentování analýzy musí být uvedeny následující informace:

a) pro analýzu:

- počet průměrovaných spekter, časová perioda měření a skutečná analyzovaná šířka pásma;
- časové okno (např. Hanningovo), časové vážení (lin) a frekvenční vážení (A);
- jedno typické spektrum (nejméně) s indikací polohy kritického pásma a průměrnou hladinou hluku v pásmu.

b) pro výpočty v rozhodujícím kritickém pásmu:

- údaj, zda výsledky byly získány vizuální kontrolou nebo automatickým výpočtem;
- frekvenční meze kritického pásma a rozsahu pro vizuální průměrování nebo lineární regresi (viz C.4.3);
- frekvence a hladiny tónů a celková hladina tónu (L_{pti} a L_{pt} , referenční hodnota 20 μPa v decibelech);
- hladinu maskovacího hluku v kritickém pásmu (L_{pn} , referenční hodnota 20 μPa v decibelech);
- slyšitelnost tónů (ΔL_{ta} , v decibelech nad prahem maskování);
- velikost přizpůsobení (K_t , v decibelech).

c) u tónů v dalších kritických pásmech, které mohou být důvodem přizpůsobení, mají být uvedeny jejich frekvence.

C.4 Podrobné stanovení hladin tónů a hladin maskovacího hluku

C.4.1 Obecně

Se zřetelem k uplatnění metod pomocí výpočetní techniky je souhrnné stanovení tónů a hluku uvedeno v článku C.4.

POZNÁMKA Technik provádějící analýzu má konečnou zodpovědnost za správnost výsledků. Je proto důležité, aby uplatnění softwaru umožňovalo vizuální kontrolu výsledků. Je nezbytné mít spektrum alespoň s čarami odpovídajícími nalezeným tónům, spolu s odpovídajícími kritickými pásmy a regresními čarami. Kromě toho je užitečné odlišné vybarvení čar spektra charakterizovaných jako hluk, pauza hluku a tóny.



- Obrázek C.2 – Stanovení tónů, hluku a pauzy hluku (ani tón, ani hluk). Δ je kritérium vyhledávání tónů a je obvykle voleno jako 1 dB**

Pauzy hluku jsou lokální maxima s pravděpodobností tónů. Pauzy hluku se stanovují a zjišťují podle následujícího principu.

Začátek pauzy hluku je čára s na stoupající části lokálního maxima, pro kterou jsou splněny podmínky nerovností (C.7) a (C.8):

$$L_s - L_{s-1} \geq \Delta \text{ dB} \quad (\text{C.7})$$

$$L_{s-1} - L_{s-2} < \Delta \text{ dB} \quad (\text{C.8})$$

L_s je hladina na čáře číslo s a L_{s-1} je hladina na čáře číslo $s - 1$ atd. Δ je kritérium vyhledávání tónu a je obvykle voleno jako 1 dB.

Pro normální a rovnoměrně rozložená a hladká spektra funguje kritérium vyhledávání tónů $\Delta = 1 \text{ dB}$ bez problémů. Pro nepravidelná spektra (tj. spektra s krátkou průměrovací dobou, jak je zmíněno v C.2.2), mohou dávat lepší výsledky hodnoty až do 3 dB nebo 4 dB. Doporučuje se, aby tento parametr mohl být uživatelem při softwarových výpočtech stanovován.

Konec pauzy hluku se stanovuje na klesající části lokálního maxima jako čára e , pro kterou jsou splněny podmínky nerovností (C.9) a (C.10):

$$L_e - L_{e+1} \geq \Delta \text{ dB} \quad (\text{C.9})$$

$$L_{e+1} - L_{e+2} < \Delta \text{ dB} \quad (\text{C.10})$$

Předběžný interval pauzy hluku se stanovuje jako všechny čáry s až e , včetně obou čar.

Hledání další pauzy hluku začíná na čáře číslo $e + 1$.

Pauza hluku může mít pouze jeden začátek a jeden konec. Obdobný postup výše uvedenému postupu musí být proveden pomocí zkoumání čar spektra od vysokých k nízkým frekvencím.

Definitivní intervaly pauz hluku jsou čáry určené jako předběžné pauzy hluku jak při postupu vpřed, tak vzad a jsou do definitivních intervalů pauz hluku zahrnuty.

C.4.3 Tóny

Tóny se nalézají uvnitř pauz hluku. Tón může existovat, když hladina na jakékoli čáře v pauze hluku je o 6 dB nebo více vyšší než hladiny na čarách s číslem $s - 1$ a $e + 1$.

Tóny jsou blíže určeny v C.2.3.1. Toto určení zahrnuje tóny stejně jako úzká pásma hluku. Šířka pásma zjištěné špičky ve spektru je stanovena jako šířka pásma odpovídající 3 dB vzhledem k nejvyšší čáře v pauze hluku.

Když je šířka pásma odpovídající 3 dB menší než 10 % kritické šířky pásma, všechny čáry s hladinami do 6 dB pod maximální hladinou jsou klasifikovány jako tóny. Frekvence tónů je stanovena jako frekvence čáry s maximální hladinou v pauze hluku.

POZNÁMKA Když je šířka pásma odpovídající 3 dB větší než 10 % kritické šířky pásma, nejsou čáry považovány ani za tóny, ani za úzká pásma hluku. Pro tento jev není dáno žádné přizpůsobení, pokud to není způsobeno tónem s kolísající frekvencí, v tomto případě je nezbytná kratší doba průměrování.

Tóny s kolísající frekvencí se mohou jevit jako široká maxima v dlouhodobém průměrném spektru. Šířka těchto maxim závisí na rozsahu změn frekvence tónu a době průměrování. Když jsou změny frekvence tónu větší než 10 % šířky kritického pásma během periody průměrování, doporučuje se, aby kritérium 10 % šířky pásma (viz C.2.3.1) nebylo dodrženo a všechny čáry v širokém maximu tónu byly klasifikovány jako tóny, nebo byla použita kratší doba průměrování.

C.4.4 Maskovací hluk

Všechny čáry, které nejsou charakterizovány jako pauzy hluku jsou určovány jako maskovací hluk, jedná se o označené „čáry hluku“ v C.2.3.3.

Hladina maskovacího hluku uvnitř kritického pásma se určuje pomocí lineární regrese prvního řádu ze všech čar určených jako hluk. Pásmo regrese má být obvykle vybráno jako $\pm 0,75$ kritické šířky pásma okolo střední frekvence kritického pásma.

V případě nepravidelných spekter nebo spekter s širokými maximy tónů je přípustné rozsah lineární regrese rozšířit do jednoho nebo dvou vyšších nebo nižších kritických pásem. To může přinést regresní čáry lépe odpovídající obecnému tvaru spektra hluku. Doporučuje se, aby měl uživatel při softwarových výpočtech možnost regresní analýzy zadat.

Hladina hluku L_n musí být přiřazena ke každé čáře spektra uvnitř aktuálního kritického pásma, jak je predikována regresní čarou. Celková hladina maskovacího hluku L_{pn} je v kritickém pásmu určena jako součet na energetickém základě přiřazených hladin L_n pro všechny čáry v kritickém pásmu, s korekcí na použitou funkci okna. Celková hladina maskovacího hluku L_{pn} může být určena pomocí rovnice (C.11):

$$L_{pn} = 10 \lg \left(\sum 10^{\frac{L_n}{10}} \right) \text{ dB} + 10 \lg \frac{\Delta f}{B_{ef}} \text{ dB} \quad (\text{C.11})$$

kde

Δf je frekvenční rozlišení, vyjádřené v hertzech;

B_{ef} skutečná šířka analyzovaného pásma, vyjádřená v hertzech.

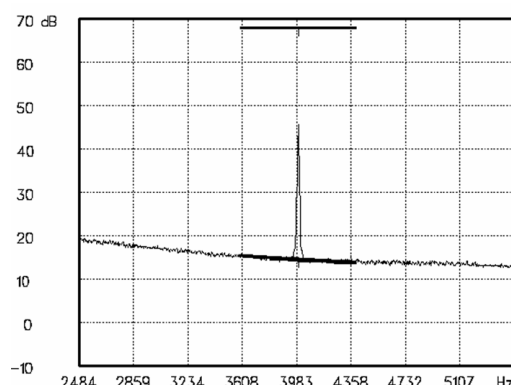
C.5 Příklady

Příklady v tomto článku byly analyzovány automatickým postupem založeným na 350 spektrech a době měření 2 min.

PŘÍKLAD 1 Viz obrázek C.3.

Kritické pásmo:	3,6 kHz až 4,4 kHz;
Tóny, 4 kHz:	46,7 dB;
Hladina tónů, L_{pt} :	46,7 dB;
3 dB šířka pásma tónu:	0,5 % z 800 Hz;
L_{pn} v kritickém pásmu:	37,3 dB;
Slyšitelnost tónů, ΔL_{ta} re MT:	13,7 dB;
Přizpůsobení, K_t :	6 dB.

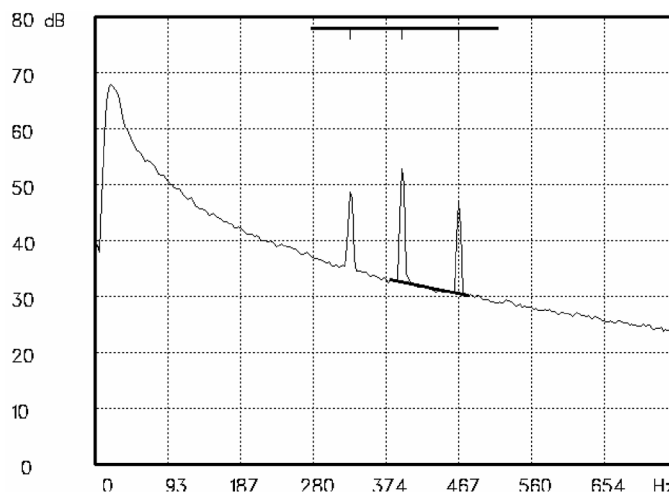
Obrázek C.3



PŘÍKLAD 2 Viz obrázek C.4.

Kritické pásmo:	380 Hz až 480 Hz;
Tóny:	395 Hz: 53,1 dB; 468 Hz: 47,0 dB;
Hladina tónů, L_{pt} :	54,1 dB;
3 dB šířka pásma tónu:	3,1 % ze 100 Hz;
L_{pn} v kritickém pásmu:	45,2 dB;
Slyšitelnost tónů, ΔL_{ta} re MT:	11,1 dB;
Přizpůsobení, K_t :	6 dB.

Obrázek C.4

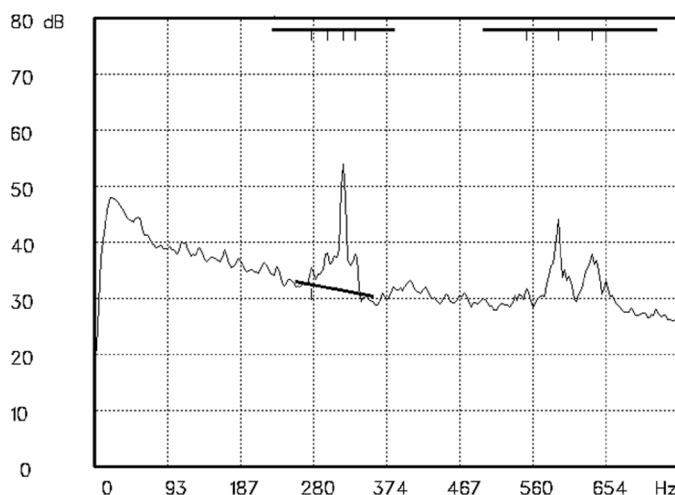


POZNÁMKA Dva tóny s nejvyššími frekvencemi dávají nejvyšší ΔL_{ta} .

PŘÍKLAD 3 Viz obrázek C.5.

Kritické pásmo:	258 Hz až 358 Hz;
Tóny:	278 Hz: 33,3 dB; 299 Hz: 38,4 dB; 319 Hz: 54,3 dB; 334 Hz: 37,1 dB;
Hladina tónů, L_{pt} :	54,6 dB;
3 dB šířka pásma tónu:	3,4 % ze 100 Hz;
L_{pn} v kritickém pásmu:	45,5 dB;
Slyšitelnost tónů, ΔL_{ta} re MT:	10,6 dB;
Přizpůsobení, K_t :	6,0 dB.

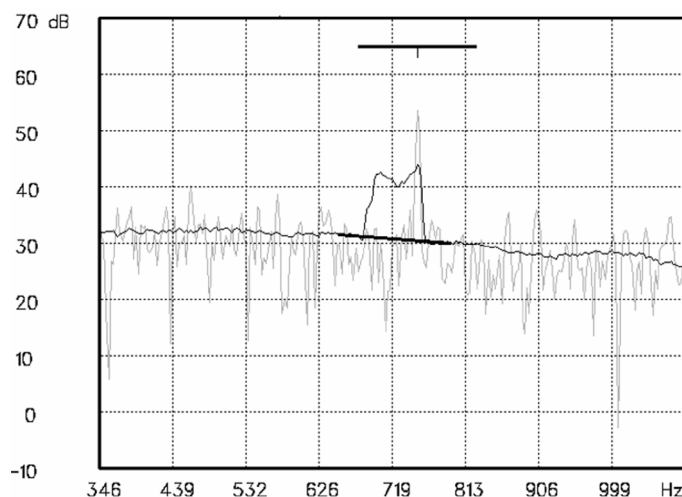
Obrázek C.5



PŘÍKLAD 4 Viz obrázek C.6.

Kritické pásmo:	680 Hz až 830 Hz;
Tóny:	kolísající mezi 680 Hz a 758 Hz;
Hladina tónů, L_{pt} :	53,6 dB;
L_{pn} v kritickém pásmu:	45,5 dB;
Slyšitelnost tónů, ΔL_{ta} re MT:	10,7 dB;
Přizpůsobení, K_t :	6 dB.

Obrázek C.6



POZNÁMKA Obrázek C.6 ukazuje jak průměrované spektrum, tak okamžité spektrum. Podle C.2.3.1 a C.4.2 může být hladina tónů získána buď součtem energie čar v širokém maximu průměrovaného spektra, nebo průměrováním hladin tónů z více spekter měřených s krátkou průměrovací dobou dávající stejnou celkovou průměrovací dobu.

Příloha D (informativní)

Objektivní metoda posuzování slyšitelnosti tónů v hluku – Zjednodušená metoda

Zkouška na přítomnost významné diskrétní frekvenční složky spektra (tónu) obvykle srovnává ekvivalentní hladinu akustického tlaku v některém třetinooktávovém pásmu s ekvivalentními hladinami akustického tlaku v sousedních dvou třetinooktávových pásmech. Aby byla identifikována existence významného diskrétního tónu, je požadováno, aby ekvivalentní hladina akustického tlaku v posuzovaném třetinooktávovém pásmu byla vyšší o určitý konstantní rozdíl hladin, než ekvivalentní hladiny v obou sousedních pásmech.

Je přípustné, aby se měnil konstantní rozdíl hladin s frekvencí. Možné volby rozdílů hladin jsou

- 15 dB v nízkofrekvenčních třetinooktávových pásmech (25 Hz až 125 Hz),
- 8 dB ve středních frekvenčních pásmech (160 Hz až 400 Hz),
- 5 dB ve vysokofrekvenčních pásmech (500 Hz až 10 000 Hz).

POZNÁMKA Vymezení pásem v této příloze není přesně totéž jako v 8.4.11, protože zmíněný článek se týká působení zvuku na člověka, zatímco omezení pásem v této příloze vycházejí z fyzikálních vlivů, převážně změn způsobených atmosférou, ovlivněných šířkou pásma filtru.

Příloha E (informativní)

Národní specifické metody výpočtu podle zdroje hluku

E.1 Silniční doprava

Rakousko: RVS 04.02.11 Lärmschutz, March 2006.

Dánsko, Finsko, Island, Norsko, Švédsko:

- Road Traffic Noise – Nordic Prediction Method, TemaNord 1996:525, ISBN 92 9120 836 1, ISSN 0908-6692.
- Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Road Traffic Noise.

POZNÁMKA Tento dokument může být stažen z www.delta.dk, ale není ještě oficiálně schválen.

Evropská unie: Harmonoise Model.

POZNÁMKA Tento dokument může být stažen z www.imagine-project.org ale není ještě oficiálně schválen.

Francie: NMPB, 1997.

POZNÁMKA Částečně vychází z ISO 9613-2 a ročních průměrů statistik počasí v oktavových pásmech.

Německo: RLS-90.

Japonsko: ASJ RTN-Model 2003.

Holandsko: Reken – en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai 2002, specifying a basic method (Standaard Rekenmethode I) and an advanced method (Standaard Rekenmethode II)

Švýcarsko: StL-86. Swiss road traffic noise model, 1986.

POZNÁMKA Očekává se, že nová metoda, SonRoad, Swiss road traffic noise model, 2004, bude uvedena krátce po vydání této části ISO 1996.

Velká Británie: CRTN-88.

POZNÁMKA Je počítán denní čas 18 h, ISBN 0115508473.

USA: TNM 1998: Geometrical ray theory and diffraction theory – one-third-octave-band spectra.

E.2 Železniční doprava

Rakousko: Berechnung der Schallimmission durch Schienenverkehr, Zugverkehr, Verschub- und Umschlagbetrieb.

Dánsko, Finsko, Island, Norsko, Švédsko:

- Railway Traffic Noise – Nordic Prediction Method, TemaNord 1996:524, ISBN 92 9120 837 X, ISSN 0908-6692,
- Nord 2000 Road. New Nordic Prediction Method for Rail Traffic Noise.

POZNÁMKA Tento dokument může být stažen z www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=89873.org, ale není ještě oficiálně schválen.

Evropská unie: Harmonoise Propagation Model.

POZNÁMKA Tento dokument může být stažen z www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=89873.org, ale není ještě oficiálně schválen.

Francie: NMPB-fer, French standard S 31-133

POZNÁMKA Návrh normy Pr S31-133, podle data vydání této části ISO 1996.

Německo:	Schall 03, Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen.
Japonsko:	K.Nagakura & Y. Zenda, Prediction model of wayside noise level of Shinkansen, Wave 2002, 237-244, BALKEMA PUBLISHERS.
Holandsko:	Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï '96, specifying a basic method (Standaard Rekenmethode I) and an advanced method (Standaard Rekenmethode II).
Švýcarsko:	Schweizerisches Emissions- und Immissionsmodell für die Berechnung von Eisenbahnlärm (SEMIBEL).
Velká Británie:	Calculation of Railway Noise (CRN), ISBN 0115517545, ISBN 0115518738.

E.3 Letecká doprava

Kanada:	Transport Canada NEF 1.8.
Dánsko:	DANSIM based on ECAC doc 29.
Evropská unie:	ECAC doc 29: Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports.
Švýcarsko:	FLULA2 , Swiss aircraft noise program.
USA:	FAA INM 6.0 for Fixed Wing Civilian Aircraft; FAA HNM 2.2 for Civilian Helicopters. USAF – NOISEMAP for Military Aircraft.

E.3 Průmyslový hluk

Rakousko:	ÖAL-Richtlinie 28 Schallabstrahlung und Schallausbreitung, 1987.
Dánsko, Finsko, Island, Norsko, Švédsko:	
–	Environmental noise from industrial plants. General Prediction method. POZNÁMKA Hluk výrobních provozů – Skandinávská metoda predikce podobná ISO 9613-2.
Německo:	VDI-Richtlinie: VDI 2714 Schallausbreitung im Freien (Outdoor sound propagation), 1988.
Japonsko:	Construction noise prediction model of ASJ CN-Model 2002, Acoustical Society of Japan, 2002.
Holandsko:	Handleiding Meten en rekenen industrielawaai 1999, specifying a basic method (Methode I) and an advanced method (Methode II).

Bibliografie

- [1] ISO 389-7 Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions
- [2] ISO 6190 Acoustics – Measurement of sound pressure levels of gas turbine installations for evaluating environmental noise – Survey method
- [3] ISO 5725 (all parts) Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
- [4] ISO 9613-1 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- [5] ISO 9613-2 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation
- [6] ISO 10843 Acoustics – Methods for the description and physical measurement of single impulses or series of impulses
- [7] ISO/TS 13474 Acoustics – Impulse sound propagation for environmental noise assessment
- [8] IEC 60651:2001 Sound level meters
- [9] IEC 60804:2000 Integrating-averaging sound level meters
- [10] STOREHEIER, S.Å., *Measurement of noise emission from road traffic* (in Norwegian), SINTEF Report No. STF44 A78025, Trondheim, 1978
- [11] FISK, D.J., *Statistical sampling in community noise measurement*, J. SVib, **39** (2) (1973)
- [12] Danish Environmental Protection Agency, *Guidelines for Measurements of Environmental Noise*, 6/1984 (in Danish), Nov. 1984
- [13] ZWICKER, E. and FASTL, H., *Psycho-acoustics – Facts and models*, Springer, Jan. 1999
- [14] Søndergaard, M., Holm Pedersen, T. and Kragh, J., *Method for Assessing Tonality of Wind Turbine Noise*, DELTA Acoustics & Vibration, Dec. 1999

U p o z o r n ě n í : Změny a doplňky, jakož i zprávy o nově vydaných normách jsou uveřejňovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN ISO 1996-2

Vydal Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha
Rok vydání 2009, 40 stran

84005 Cenová skupina 414



8 590963 840055