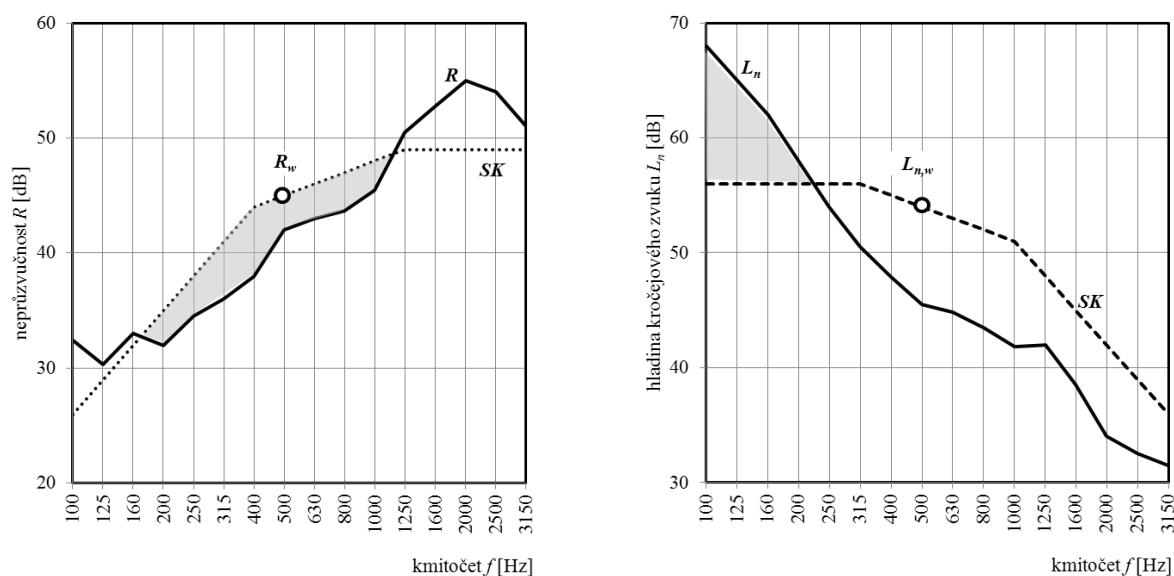


EVROPSKÉ TRENDY VE STAVEBNÍ AKUSTICE

Ing. Jiří Nováček, Ph.D., UCEEB ČVUT, Trinecká 1024, 273 43 Buštěhrad

Hodnocení zvukové izolace v budovách je založeno na porovnávání hodnot jednočíselných veličin zvukové izolace s normovými požadavky. Tyto veličiny vyjadřují schopnost budovy nebo její části snižovat přenos zvuku mezi místnostmi nebo přenos zvuku z venkovního prostředí do místnosti. Podle charakteru zdroje zvuku se rozlišuje izolace vůči zvuku přenášenému vzduchem a izolace vůči kročejovému zvuku. Do první kategorie zdrojů zvuku patří ty, které vyzařují zvuk do svého okolí – například hlasové projevy osob nebo zvířat, reprodukováná hudba, pozemní doprava apod. Druhá skupina reprezentuje především zdroje, které působí hluk prostřednictvím mechanických impulzů na stavební konstrukce – např. chůze osob po podlaze, pády předmětů na podlahu apod.

Pro hodnocení izolace vůči zvuku přenášenému vzduchem se používají veličiny vzduchové neprůzvučnosti. Ty jsou vesměs založené na rozdílu hladin akustického tlaku L_p (dB) mezi (hlučnou) místností zdroje a (chráněnou) místností příjmu. Vyšší rozdíl hladin znamená vyšší vzduchovou neprůzvučnost. Nejčastěji používanými veličinami jsou stavební neprůzvučnost R' (dB) a normovaný rozdíl hladin D_{nT} (dB) nebo D_n (dB). Tyto veličiny jsou kmitočtově závislé a stanovují se v rozsahu běžného zvukově izolačního pásma, tj. pro kmitočty od 100 Hz do 3150 Hz. Obvykle se tedy jedná o soubor 16-ti hodnot, z nichž se postupem popsaným v ČSN EN ISO 717-1 stanoví jednočíselné „vážené“ hodnoty veličin R'_w , $D_{nT,w}$ nebo $D_{n,w}$. Tento postup spočívá v porovnání zjištěných hodnot s referenčním průběhem neprůzvučnosti nebo rozdílu hladin (směrnou křivkou SK) – viz obrázek 1.



Obrázek 1 – Stanovení jednočíselných veličin zvukové izolace: vážené neprůzvučnosti R_w (vlevo) a vážené normované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku $L_{n,w}$ (vpravo)

Směrná křivka dává jednotlivým kmitočtům určitou váhu, skutečný charakter rušivého zvuku však nezohledňuje. Stanovená hodnota tak představuje stavebně-fyzikální parametr, který je úzce svázán se stavební konstrukcí, nikoliv však s akustickým prostředím, ve kterém je zabudována. Takto konstrukčně orientovaný systém hodnocení se dlouhodobě používá ve většině evropských zemí.

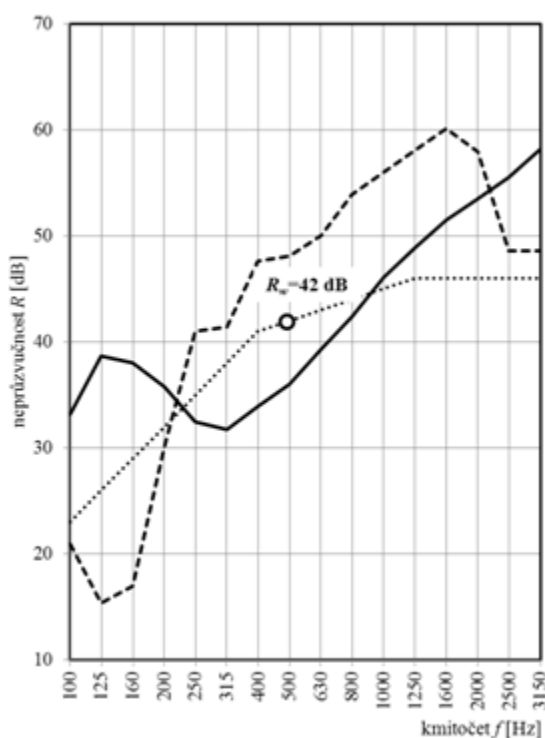
Pro hodnocení izolace vůči kročejovému zvuku se používají veličiny kročejové neprůzvučnosti. Ty jsou založené na hladině akustického tlaku L_p (dB) v (chráněné) místnosti příjmu, způsobené provozem normalizovaného zdroje kročejového zvuku na zkoušené podlaze. Nižší hladina akustického tlaku znamená vyšší kročejovou neprůzvučnost. Nejčastěji používanými veličinami jsou normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku L'_n (dB) nebo L'_{nT} (dB). Tyto veličiny jsou kmitočtově závislé a stanovují se v rozsahu běžného zvukové izolačního pásma, tj. pro kmitočty od 100 Hz do 3 150 Hz. Obvykle se tedy jedná o soubor 16-ti hodnot, z nichž se postupem popsáním v ČSN EN ISO 717-2 stanoví jednočíselné „vážené“ hodnoty veličin $L'_{n,w}$ nebo $L'_{nT,w}$. Tento postup spočívá v porovnání zjištěných hodnot s referenčním průběhem hladiny kročejového zvuku (směrnou křivkou SK) – viz obrázek 1.

Zpráva COST TU0901 uvádí, že v současné době se veličina R'_w nebo $D_{nT,w}$ používá ve 22 zemích a $L'_{n,w}$ nebo $L'_{nT,w}$ dokonce ve 26 zemích. Přesto v posledních letech sílí snahy o změnu tohoto systému na uživatelsky orientovaný. Jeho cílem je do hodnocení zvukové izolace zavést veličiny, které budou lépe korelovat se subjektivním hodnocením akustického prostředí uživateli staveb, tj. se skutečně vnímanou mírou zvukové izolace. Tento systém vychází z veličin akustické imise, které se dnes používají zejména pro hodnocení účinku hluku z definovatelných zdrojů na člověka podle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Sem patří zejména hladina akustického tlaku A (dB). V případě vzduchové neprůzvučnosti se tak mají používat jednočíselné veličiny, které reprezentují rozdíl hladin akustického tlaku A mezi místnostmi zdroje a místností příjmu. Pro kročejový zvuk potom přímo hladina akustického tlaku A v chráněné místnosti.

Podobné snahy byly zaznamenány již na konci 20. století, kdy byly do norem zavedeny nové veličiny/doplňková kritéria - faktory přizpůsobení spektru C a C_{tr} . Tyto faktory se dnes běžně uvádějí v závorce za hodnotou základní vážené veličiny, např. R_w (C; C_{tr}). Faktory přizpůsobení spektru C a C_{tr} zohledňují tvaru kmitočtového spektra rušivého zvuku na vzduchovou neprůzvučnost především těch stavebních prvků, které mají velmi nízkou neprůzvučnost v některém z kmitočtových pásem. Faktor přizpůsobení spektru C se vztahuje k růžovému šumu, který reprezentuje následující zdroje zvuku: činnosti v bytě (hovor, hudba, rozhlas, televize), dětské hry, kolejovou dopravu pro střední a vysoké rychlosti a dálkovou silniční dopravu nad 80 km.h⁻¹. Faktor přizpůsobení spektru C_{tr} se vztahuje k tvaru spektra hluku silniční dopravy, který reprezentuje městskou dopravu, kolejovou dopravu pro nízké rychlosti, disko hudbu apod. Pro kročejový zvuk byl zaveden faktor C_l .

Veličiny $R'_w + C$ nebo $D_{nT,w} + C$ v zásadě představují již zmíněný rozdíl hladin akustického tlaku A mezi místností zdroje a místností příjmu. Součet $L'_{n,w} + C_1$ představuje celkovou neváženou hladinu akustického tlaku, která více odpovídá vážené hladině akustického tlaku A vznikající chůzí po všech typech stropů. Tyto veličiny jsou tedy blízko subjektivně orientovanému přístupu. Přesto se dnes pro hodnocení prakticky nepoužívají. Podle ČSN 73 0532 jsou doporučené pouze pro situace, kdy jsou na zvukovou izolaci kladeny zvýšené požadavky. Nicméně například v novém návrhu normy ISO/CD 16717-1 jsou uvedeny už jen tyto veličiny, které se nově označují jako R_{living} , resp. $D_{nT,\text{living}}$. Případně pro hluk silniční dopravy $R'_w + C_{\text{tr}}$ nebo $D_{nT,w} + C_{\text{tr}}$ nahrazují veličiny R_{traffic} , resp. $D_{nT,\text{traffic}}$. Pro většinu běžných stavebních konstrukcí jsou faktory přizpůsobení spektru C a C_{tr} celá záporná čísla. Pro jednoduché zděné stavební konstrukce faktor C běžně nabývá hodnot od -1 do -2 dB a faktor C_{tr} -1 až -7 dB. Pro lehké dvojité stavební prvky bývají hodnoty faktorů ještě nižší.

Například na obrázku 2 jsou znázorněny kmitočtové průběhy laboratorní neprůzvučnosti dvou různých stavebních prvků se stejnou hodnotou vážené neprůzvučnosti $R_w = 42$ dB. Plná čára reprezentuje jednoduchou příčku z plných cihel tl. 65 mm s oboustrannou omítkou ($R_w(C; C_{\text{tr}}) = 42$



Obrázek 2 – Neprůzvučnost jednoduché zděné stěny (plnou čarou) a dvojité sádkartonové příčky (čárkovaně) se stejnou váženou neprůzvučností

(0;-3) dB) a čárkovaná čára dvojitou příčku s dřevěnými sloupky a dvojitým opláštěním sádkartonovými deskami ($R_w(C; C_{\text{tr}}) = 42$ (-5;-11) dB). Z obrázku je zřejmé, že ačkoliv vážená neprůzvučnost obou prvků je totožná, průběhy neprůzvučností v závislosti na kmitočtu jsou zcela odlišné. V důsledku toho bude různý také rozdíl hladin L_A , který odpovídá součtu $R_w + C$, tj. pro zdivo $42 + 0 = 42$ dB, zatímco pro sádkartonovou příčku $42 - 5 = 37$ dB. Jinými slovy, pro hluk z užívání bytu poskytuje zděná příčka o 5 dB vyšší ochranu před hlukem.

Další změnou v hodnocení zvukové izolace, která bude pravděpodobně brzy zavedena, je rozšíření zvukově izolačního pásma. Dnes je standardní zvukově izolační pásmo ohraničeno kmitočty 100 Hz a 3150 Hz.

Vychází se z předpokladu, že zvuky o vyšších

kmitočtech bývají stavebními konstrukcemi dostatečně tlumeny, zatímco na zvuk o nízkých kmitočtech je lidský sluch méně citlivý. Ukazuje se však, že zvláště pro lehké vícenásobné prvky je stávající rozsah zvukově izolačního pásma nedostačující. Tyto prvky totiž v důsledku malé plošné

hmotnosti a rezonance typu hmotnost-poddajnost-hmotnost mívají v oblasti pod 100 Hz nízkou neprůzvučnost, ve srovnání s tradičními zděnými konstrukcemi. To se projevuje tím, i zvuk v rozsahu 50 až 100 Hz se u těchto prvků stává rušivým. Nové veličiny proto vesměs počítají s rozšířením zvukově izolačního pásma na 50 Hz (pro ISO/CD 16717-1 se jedná o veličiny $R_{\text{living},50}$, resp. $D_{\text{nT},\text{living},50}$, podle publikace COST TU0901 o veličinu $D_{\text{nT},50}$ a $L'_{\text{nT},50}$).

Dvě zásadní připravované změny v hodnocení zvukové izolace v budovách (zohlednění vlivu tvaru spektra rušivého zvuku na hodnoty jednočíselných veličin a rozšíření zvukově izolačního pásma) směřují k systému, který bude lépe odpovídat subjektivnímu vnímání zvukové izolace uživateli staveb. Na druhou stranu je třeba poznamenat, že takový systém může velmi zkomplikovat navrhování a hodnocení staveb, založené na výpočtech a/nebo akustických měření. Výpočtový odhad vzduchové neprůzvučnosti stavebních prvků pod 100 Hz je velmi obtížný, neboť v této oblasti je neprůzvučnost ovlivněna vlastními rezonancemi konstrukcí. Rovněž zvukové pole v místnostech běžných rozměrů není v této kmitočtové oblasti difúzní, což významně snižuje přesnost měření. Zavedení nového systému hodnocení tak může vést ke změnám v mnoha dalších oblastech stavební akustiky, na které je nezbytné se připravit.

Použitá literatura

ČSN EN ISO 717-1 Akustika - Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách –
Část 1: Vzduchová neprůzvučnost

ČSN EN ISO 717-2 Akustika - Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách –
Část 2: Kročejová neprůzvučnost

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

ISO/CD 16717-1 Acoustics – Evaluation of sound insulation spectra by single-number values – Part 1:
Airborne sound insulation

COST Action TU0901: Building acoustics throughout Europe, Volume 1: Towards a common
Framework in building acoustics throughout Europe