



Akustická laboratoř

Autorizovaná dle zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Akulab s.r.o., Meziříčská 774, Rožnov pod Radhoštěm 756 61
www.akulab.cz, e-mail: akulab@akulab.cz, tel.: 606 641 521

Akustický posudek - efektivita výměny oken

Rodinný dům - [REDACTED]

Vypracoval: Mgr. Luboš Popelák


Verze: 01

Kontakt na zpracovatele: e-mail: popelak@akulab.cz, tel.: 606 641 521


V Rožnově pod Radhoštěm dne: 16. 10. 2020

.....
Ing. Lukáš Haluska
Vedoucí akustické laboratoře

Bez písemného souhlasu laboratoře není možno posudek reprodukovat jinak než celý.

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	2 z 11

1. Úvod.....	3
2. Vstupní údaje	3
3. Měření hluku	3
Použité měřicí přístroje	4
Zdroj hluku	4
Místa měření	4
Meteorologické podmínky	5
Fotodokumentace	5
4. Výsledky měření	6
Vzduchová neprůzvučnost konstrukce	6
Nejistota měření.....	6
5. Posouzení stávajícího a výhledového stavu	7
Teoretický výpočet vzduchové neprůzvučnosti zdiva	7
Teoretický výpočet stavební vzduchové neprůzvučnosti stávajících oken	8
Navrhovaná opatření.....	8
Teoretický výpočet stavu po realizaci navrhovaných opatření	9
6. Závěr.....	9
7. Použitá literatura	10
8. Příloha – doporučení pro výměnu oken	11

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	3 z 11

1. Úvod

Akustický posudek byl zpracován pro orientační posouzení útlumu hluchnosti v chráněném vnitřním prostoru stavby (CHVniPS) v souvislosti s výměnou oken. Posudek vychází z dat provedeného souběžného měření hluku ve CHVePS a CHVniPS, informací o skladbě obvodového pláště domu poskytnutých majitelem domu a akustické specifikace navrhovaných oken. Pro účely zhodnocení změny akustické situace v interiéru domu byla vybrána jedna obytná místnost, přičemž se předpokládá, že v ostatních obývaných místnostech bude situace velmi podobná.

2. Vstupní údaje

Posuzovaný RD je situován v obci ██████████ při komunikaci III. třídy, která je hlavním zdrojem hluku. V předmětném úseku je maximální povolená rychlost provozu 50 km/h. Ve stávajícím stavu je dům osazen přibližně 10 let starými plastovými okny, přičemž z vnější strany domu není ošetřena připojovací spára (mezi rámem okna a zdivem je degradovaná montážní pěna).

Pro kvantifikaci míry akustické zátěže od silniční dopravy na místní komunikaci bylo provedeno měření před oknem a v místnosti. Cílem měření bylo posouzení akustické zátěže dopadající na objekt a stanovení vážené vzduchové neprůzvučnosti stávajících zabudovaných oken Rw' .


3. Měření hluku

Měření hluku bylo provedeno v souladu s ČSN 73 0532, ČSN ISO 1996-1, ČSN ISO 1996-2 a Metodickým návodem pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí (Věstník MZ ČR, částka 11/2017).

Byly měřeny jednosekundové ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$. Z naměřených hladin byly odstraněny zdroje nesouvisející s hodnocenými ději (hovor lidí, štěkot psa, atd..). Součástí měření bylo sčítání dopravy rozdělené do tří kategorií (OA, NA a NS), v souladu s Metodickým návodem (11/2017).

V rámci měření byla na místě detekována hladina zbytkového hluku, která byla vyhodnocena při postprocessingu. Výsledky měření jsou podle její výše korigovány.

Měření bylo uskutečněno krátkodobě, dne 15. 10. 2020 v čase 15:45 – 16:45.

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	4 z 11

Použité měřicí přístroje

Všechny měřicí přístroje jsou pravidelně ověřovány / kalibrovány příslušným akreditovaným orgánem a mají platné ověřovací / kalibrační listy. Použitá měřicí aparatura náleží do třídy I a byla před a po měření kontrolována uvedeným akustickým kalibrátorem.

Seznam použité měřicí techniky

měřidlo	výrobní číslo	ověření / kalibrace do
Zvukový analyzátor NTI AG, XL 2	A2A-14977-E0	30.11.2021
Mikrofon NTI AG, MC 230A	Al6436	30.11.2021
Zvukový analyzátor SVAN 971	87140	23.02.2022
Mikrofon ACO Pacific 7052E	76516	16.02.2022
Akustický kalibrátor LD Cal 200	16763	04.02.2022
Meteostanice WH 1080	-	09.02.2024
Měřicí pásmo 10 m Festa	K704	04.03.2024

Zdroj hluku

Posuzovaným zdrojem hluku je silniční doprava na komunikaci III/4893. Komunikace byla v době měření v opotřebeném stavu, s nerovnostmi a výtluky, při měření byla suchá. Maximální rychlost provozu je 50 km/h.

Intenzita dopravy na posuzované komunikaci v době měření

III/4893	OA	NA	NS
15. 10. 2020 15:40 – 16:40	69	0	1

Doprava se v době měření skládala výhradně z automobilů osobních a lehkých nákladních do 3,5 t, s výjimkou jednoho traktoru.

Místa měření

Místo měření M1 bylo situováno ve CHVePS, 2 m před nejzatíženějším oknem. Mikrofon byl upevněn na stativu, ve výšce 2 m nad terénem. Vzdálenost místa M1 od osy komunikace byla přibližně 6 m. Měřicí místo M2 bylo situováno v obytné místnosti (CHVniPS) za nejzatíženějším oknem, v místě kde se předpokládá poloha postele. Mikrofon byl upevněn do stativu ve výšce 1,5 m nad podlahou a orientován směrem k oknu a komunikaci. Měření obou míst probíhalo souběžně.

Korekce na odrazivou plochu u mikrofonu

Na základě místního šetření bylo zjištěno, že ve CHVePS nebyla splněna kritéria pro přičtení korekce -3 dB na odrazivé plochy dle článku 8.3.1 písm. c normy ČSN ISO 1996-2 [2]. Proto bylo v souladu s Metodickým návodem (Věstník 11/2017) provedeno přičtení korekce -2 dB k výsledné celkové hladině v místě měření. Touto korekcí byla stanovena hodnota dopadající L_{Aeq} měřeného zdroje hluku, bez vlivu odrazivé plochy.

Meteorologické podmínky

$t=13\text{ °C}$, $R_h=80\%$, $v=3\text{ m/s}$

Fotodokumentace



Pohled na místo M1



Pohled na místo M1

4. Výsledky měření

Výsledné hodnoty měření

charakter měřeného hluku	proměnný				
	$L_{Aeq,T}$ [dB]	L_5 [dB]	L_{10} [dB]	L_{90} [dB]	L_{95} [dB]
M1 (15:40 - 16:40 15.10.)	56,0	65,1	58,1	35,4	34,7
M2 (15:40 - 16:40 15.10.)	24,4	28,8	24,6	21,5	21,5

Hodnoty $L_{Aeq,T}$ uvedené v tabulce jsou korigovány na odraz od fasády a zbytkový hluk dle ČSN ISO 1996-2.

Vzduchová neprůzvučnost konstrukce


Měřením stanovená vážená vzduchová neprůzvučnost vnější stavební konstrukce na základě odečtu výsledných hladin ve CHVePS a CHVniPS činí:

$$Rw' = 31,6 \text{ dB}$$

Nejistota měření

Měření bylo provedeno zvukoměrem třídy I, který byl zkontrolován kalibrátorem třídy I. Dle Metodického návodu (Věstník 11/2017) je při použité metodě a vzhledem k odstupu měřených hodnot od zbytkového hluku nejistota měření stanovena následovně:

použitá konvenční nejistota měření		
měřené místo	CHVePS	CHVniPS
M1	1,7 dB	-
M2	-	2,0 dB

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	7 z 11

5. Posouzení stávajícího a výhledového stavu

Teoretický výpočet vzduchové neprůzvučnosti zdiva

Zděná konstrukce domu je tvořena pálenou cihlou o tloušťce stěny 40 cm. Podle výpočtu programu Akustika společnosti DEKsoft, který počítá v souladu s požadavky ČSN EN ISO 12354-1 a ČSN EN ISO 717-1, zvolena byla Čechurova metoda.

Vstupní údaje vstupující do výpočtu

materiál	tloušťka [m]	objemová hmotnost [kg/m ³]	rychlost podélných vln [m/s]	ztrátový činitel [-]
cihla plná pálená	0,4	2000	2828	0,035

Pro porovnání neprůzvučnosti určitého stavebního prvku s požadavky je zavedena jednočíselná veličina vážená neprůzvučnost R_w . Postup stanovení hodnoty vážené neprůzvučnosti z šestnácti hodnot neprůzvučnosti vypočtené v třetinooktávových pásmech od 100 Hz do 3 150 Hz je popsán v ČSN EN ISO 717-1.

Neprůzvučnost stavebního prvku se porovná se směrnou křivkou, která reprezentuje „vyhovující“ křivku neprůzvučnosti z hlediska zvukové izolace. Směrná křivka se posouvá směrem ke křivce neprůzvučnosti s krokem 1 dB, dokud součet nepříznivých odchylek není roven hodnotě co nejbližší, avšak ne vyšší než 32 dB. Odchytky jsou nepříznivé, pokud je hodnota směrné křivky vyšší než hodnota neprůzvučnosti. Vážená neprůzvučnost se potom určí jako hodnota posunuté směrné křivky v třetinooktávovém pásmu 500 Hz.

Vážená vzduchová neprůzvučnost zděné obvodové konstrukce domu

$$R_w (C; C_{tr}) = 59,0 (-1; -6) \text{ dB}$$

Korekce na vedlejší cesty šíření zvuku – 2 dB

$$R'_w = 57,0 \text{ dB}$$

Teoretický výpočet stavební vzduchové neprůzvučnosti stávajících oken

Na základě dat z měření a teoretického výpočtu vážené vzduchové neprůzvučnosti zdiva, viz výše, bylo v souladu s ČSN 73 0532 vypočteno, jaký podíl na neprůzvučnosti obvodové konstrukce domu mají okna:

$$R'_{w,F} = 10 \lg S_F - 10 \lg \sum_{i=1}^n S_i 10^{-0,1R_{w,i}} - k_3 \quad (5)$$

kde

$S_F = \sum_{i=1}^n S_i$ je celková plocha obvodového pláště při pohledu z místnosti, v m²,

S_i jsou dílčí plochy prvků obvodového pláště s neprůzvučností $R_{w,i}$, v m²,

$R_{w,i}$ vážené neprůzvučnosti prvků obvodového pláště (plně části, okna, dveře apod.), v dB,

$i = 1, 2, \dots, n$ číslo prvku a celkový počet prvků obvodového pláště v chráněné místnosti,

$k_3 = 1$ dB korekční faktor na vedlejší cesty pro těžké obvodové stěny (beton, cihly),

$k_3 = 2$ dB korekční faktor na vedlejší cesty pro lehké obvodové stěny (pórobeton, dřevostavby, lehké montované stavby).

Vážená vzduchová neprůzvučnost stávajících oken


$$R'_w = 26,3 \text{ dB}$$

Dle ČSN 73 0532 spadají stávající okna do I. třídy zvukové izolace oken.

Navrhovaná opatření

Pro zvýšení celkové neprůzvučnosti obvodové konstrukce se doporučuje výměna stávajících oken za okna nová náležící dle ČSN 73 0532 do V. třídy zvukové izolace oken.

TZI oken	R_w [dB]
0	≤ 24
1	25 – 29
2	30 – 34
3	35 – 39
4	40 – 44
5	45 – 49
6	≥ 50

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	9 z 11

Teoretický výpočet stavu po realizaci navrhovaných opatření

Do výpočtu dle ČSN 73 0532 byla dosazena okna V. třídy zvukové izolace - $R_w = 45$ dB. Tato hodnota byla korigována na zabudování oken do konstrukce (- 4 dB). Výsledná vážená neprůzvučnost oken zabudovaných do konstrukce vstupující do výpočtu tedy činí $R_w = 41$ dB.

Při dosazení do vzorce dostaneme hodnotu vážené vzduchové neprůzvučnosti obvodové konstrukce domu po realizaci opatření.

Vážená vzduchová neprůzvučnost obvodové konstrukce domu po výměně oken


$$R'_w = 45,9 \text{ dB}$$

6. Závěr

Ve stávajícím stavu je neprůzvučnost obvodové konstrukce domu $R_w' = 31,6$ dB. Na základě dopočtů bylo zjištěno, že výměnou oken dojde ke zvýšení této hodnoty na 45,9 dB.


Špičková hodnota L_{Aeg} projíždějícího osobního vozidla se během měření uvnitř domu pohybovala zpravidla ve výši 30 – 35 dB. V případě nákladních automobilů a traktorů to bylo přibližně 40 – 45 dB. Výměnou oken podle tohoto orientačního posouzení dojde ke snížení špičkové hladiny L_{Aeg} průjezdu osobních vozidel až o 14 dB., tj. 16 – 21 dB u osobních aut, u nákladních aut a traktorů 26 – 31 dB.

Dosažení uvedených hodnot je podmíněno použitím nejmodernějších technologií precizního postupu při osazování oken. Doplnující doporučení k realizaci výměny oken jsou uvedeny v příloze.

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	10 z 11

7. Použitá literatura

- [1] ČSN EN ISO 12354-1 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi
- [2] ČSN EN ISO 717-1 Akustika - Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost
- [3] ČSN 73 0532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky
- [4] ČSN ISO 1996-1: Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení
- [5] ČSN ISO 1996-2: Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 2: Určování hladin akustického tlaku
- [6] Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí. Věstník MZ ČR, částka 11/2017
- [7] Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
- [8] Nařízení vlády 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů

	Rodinný dům - ██████████		
	Akustický posudek - efektivita výměny oken	Strana	11 z 11

8. Příloha – doporučení pro výměnu oken

Akustické vlastnosti oken se odvíjí od mnoha parametrů. Jejich výběr a vzájemné kombinování stanovuje dodavatel po dohodě se zákazníkem. Existuje však několik obecných doporučení, které lze uvést pro snazší orientaci v této problematice. Zvukově izolační vlastnosti okna se vyjadřují indexem vážené zvukové neprůzvučnosti R_w , který je možné zvýšit např.:

- Použitím speciálního vrstevného skla
- Kombinování tabulí skel s rozdílnou tloušťkou
- Zvětšením prostoru mezi skly
- Použitím technologie lepení skla do rámečku
- Hlubokým uložením skla do rámu
- Vyplněním meziskelního prostoru vzácným plynem (argon, krypton)
- Použitím kvalitních těsnění
- Použitím skla o větší tloušťce (6 – 10 mm)

Okna je nutné osazovat za použití nejmodernějších technologií a s maximální precizností. Doporučuje se použít speciální akustickou montážní pěnu, připojovací spáru vyplnit dokonale a překrýt ji izolační páskou. Takto řešenou připojovací spáru je nutné překrýt izolací fasády (polystyrenem / vatou), která se přesadí o cca 2 cm přes hranu rámu okna.

V případě posuzovaného RD je zdrojem hluku silniční doprava. Ta emituje při nižších rychlostech hluk soustředěný na nízkých frekvencích. Ty mohou způsobovat vibrace skla vlivem pohlcování akustické energie a další rezonování zvuku do interiéru. Tomuto efektu lze zabránit zejména použitím různých tlouštěk skel, přičemž jedno ze skel musí být co nejtlustší. Čím je sklo tlustší, tím je vibrace menší. Kombinací skel se dosáhne chvění o různých frekvencích, které se navzájem částečně eliminují. Druhým opatřením proti vibrování skel je rozšíření meziskelního prostoru. Více prostoru má obdobný efekt jako kombinace tloušťky skel, vibrace jsou méně synchronizované (vnitřní je proti vnějšímu více zpožděné) a zvuk je lépe utlumen.

V některých případech lze v cenových nabídkách, nebo technických listech nalézt i zápis akustického útlumu oken v podobě $R_w(C, C_{tr}) = 40 (-1, -4)$, kdy C a C_{tr} představují korekce hlukového útlumu: „ C “ se soustředí na vyšší frekvence nad 1 kHz a „ C_{tr} “ na nižší frekvence pod 1 kHz. Vzhledem k tomu, že posuzovaný RD je ovlivněn hlukem ze silniční dopravy, doporučuje se při výběru oken sledovat i parametr C_{tr} .