



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## BYTOVÝ DŮM

RESIDENTIAL BUILDING

## 6.02 AKUSTIKA

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Gabriela Pastorková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. JITKA MOHELNÍKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021

# Obsah

1	Identifikační údaje .....	3
1.1	Údaje o stavbě .....	3
1.2	Údaje o stavebníkovi .....	3
1.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	3
2	Účel posouzení .....	3
3	Podklady pro zpracování .....	3
4	Posouzení.....	4
4.1	Urbanistická akustika .....	4
4.1.1	Normativní požadavky .....	4
4.1.2	Výpočet.....	5
4.1.3	Posouzení.....	8
4.2	Stavební akustika .....	8
4.2.1	Normativní požadavky .....	8
4.2.2	Výpočet a posouzení .....	9
4.2.2.1	Vzduchová neprůzvučnost stěn .....	9
4.2.2.2	Vzduchová a kročejová neprůzvučnost stropu.....	10
5	Závěrečné hodnocení.....	13

# 1 Identifikační údaje

## 1.1 Údaje o stavbě

a) název stavby

Bytový dům

b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků)

adresa: ulice Houškova, Brno-Komín 624 00

katastrální území: Komín (okres Brno-město); 610585

parcelní číslo: 2549/27

## 1.2 Údaje o stavebníkovi

a) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu (fyzická osoba)

jméno: Gabriela

příjmení: Pastorková

místo trvalého pobytu: Bezručova 13, Hodonín 695 01

## 1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

a) jméno, příjmení, obchodní firma, identifikační číslo osoby, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo obchodní firma nebo název, identifikační číslo osoby, adresa sídla (právnícká osoba)

jméno: Gabriela

příjmení: Pastorková

místo trvalého pobytu: Bezručova 13, Hodonín 695 01

# 2 Účel posouzení

Účelem posouzení navrženého objektu z hlediska akustiky je ověřit, zda splňuje požadavky dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění dalších úprav; dle ČSN 73 0532:2020 - Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky a dle ČSN EN 123541-2:2018 – Stavební akustika.

# 3 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly půdorysy, řezy, katastrální situace a výpisy skladeb konstrukcí. Nezbytným podkladem byla hluková mapa v okolí ulice Houškova (komunikace III. třídy).

Posouzení urbanistické akustiky bylo provedeno v programu HLUK+. Posouzení stavební akustiky (vzduchové a kročejové neprůzvučnosti) bylo provedeno výpočtem. Vše je porovnáno s normovou hodnotou.

## 4 Posouzení

### 4.1 Urbanistická akustika

#### 4.1.1 Normativní požadavky

*Dle znění Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, se změnami: 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.*

§ 12 Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

(3) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A, s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  **50 dB** a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v tabulce č. 1 části A přílohy č. 3 k tomuto nařízení.

*Příloha č. 3, tabulka č. 1:* Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
<b>Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor</b>	0	<b>+5</b>	+10	+20

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.

**Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB**, s výjimkou hluku z dopravy na železničních dráhách, kde se použije korekce -5 dB.

Pravidla použití korekce uvedené v tabulce č. 1:

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků,

prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.

**2)** Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, není-li dále uvedeno jinak, na silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

**3)** Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy.

**4)** Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

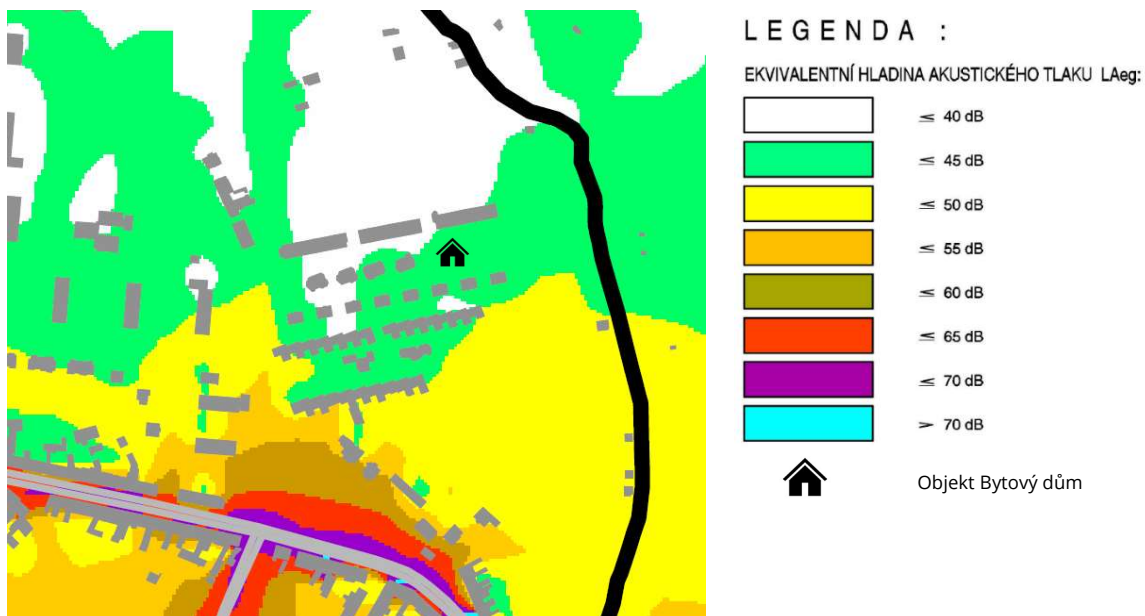
Skutečná hodnota hladiny akustického tlaku je vyhovující, pokud je menší než limitní.

Limitní hladina akustického tlaku pro den:  $50 + 5 = 55 \text{ dB}$

Limitní hladina akustického tlaku pro noc:  $50 + 5 - 10 = 45 \text{ dB}$

#### **4.1.2 Výpočet**

Výpočet byl proveden pomocí programu HLUK+ jak pro denní dobu, tak i pro noční dobu. Do programu byly vloženy hodnoty hluku z hlukové mapy ulice Houškova (viz Obrázek 1 a 2), a to pro denní dobu  $L_{Aeg} = 45 \text{ dB}$ , pro noční dobu  $L_{Aeg} = 40 \text{ dB}$ . Výpočet proběhl na několika bodech na fasádě v jiných výškových úrovních.



Obrázek 1 Hluková mapa oblasti Brno-Komín, ulice Houškova pro denní dobu



Obrázek 2 Hluková mapa oblasti Brno-Komín, ulice Houškova pro noční dobu

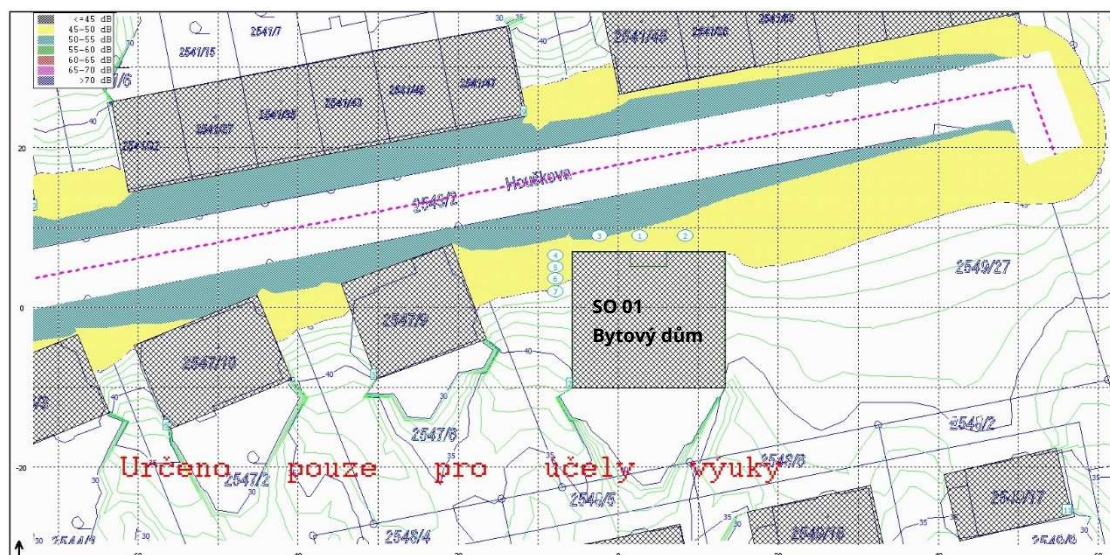
**Tabulka 1:** Hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$  [dB] pro denní dobu:

T A B U L K A      B O D Ů      V Ý P O Č T U      ( D E N )							
Č.	výška	Souřadnice		$L_{Aeq}$ (dB)			měření
				doprava	průmysl	celkem	
1+	5.1	2.7;	9.0	49.6		49.6	( 44.9)
2+	8.1	8.4;	9.0	49.0		49.0	( 44.2)
3+	11.1	-2.3;	9.0	47.8		47.8	( 43.0)
4+	1.8	-7.8;	6.4	48.9		48.9	( 44.1)
5+	5.1	-7.8;	5.0	47.2		47.2	( 42.4)
6+	8.1	-7.8;	3.6	45.8		45.8	( 41.0)
7+	11.1	-7.8;	1.9	42.3		42.3	( 37.5)

**Tabulka 2:** Hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$  [dB] pro noční dobu:

T A B U L K A      B O D Ů      V Ý P O Č T U      ( N O C )							
Č.	výška	Souřadnice		$L_{Aeq}$ (dB)			měření
				doprava	průmysl	celkem	
1+	5.1	2.7;	9.0	44.9		44.9	( 49.6)
2+	8.1	8.4;	9.0	44.2		44.2	( 49.0)
3+	11.1	-2.3;	9.0	43.0		43.0	( 47.8)
4+	1.8	-7.8;	6.4	44.1		44.1	
5+	5.1	-7.8;	5.0	42.4		42.4	
6+	8.1	-7.8;	3.6	41.0		41.0	
7+	11.1	-7.8;	1.9	37.5		37.5	

Kromě číselného vyjádření, které mi spočítal program, tak mi i graficky zobrazil hladinu akustického hluku kolem silniční komunikace (viz níže).



Obrázek 3 Hluková mapa oblasti kolem objektu pro denní dobu







Při posuzování lze použít změřené nebo vypočtené laboratorní hodnoty stropních konstrukcí s podlahami  $L_{n,w}$  a provést přibližný přepočet na váženou normovanou hladinu akustického tlaku kročejového zvuku  $L'_{n,w}$  podle rovnice:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$$

kde je

$k_2$  korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

Tabulka: Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v domech s byty

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)				
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci		
		Stropy		Stěny
		R'w [dB]	L'n,w [dB]	R'w [dB]
A. Bytové domy, rodinné domy, terasové nebo řadové domy a dvojdomy – všechny obytné místnosti bytu				
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	≥ 47	≤ 58	≥ 40
B. Bytové domy, rodinné domy s více než jedním bytem – obytné místnosti bytu				
2	Všechny místnosti druhých bytů včetně příslušenství	≥ 54	≤ 53	≥ 53
4	Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny, sušárny, sklípky apod.)	≥ 52	≤ 53	≥ 52

## 4.2.2 Výpočet a posouzení

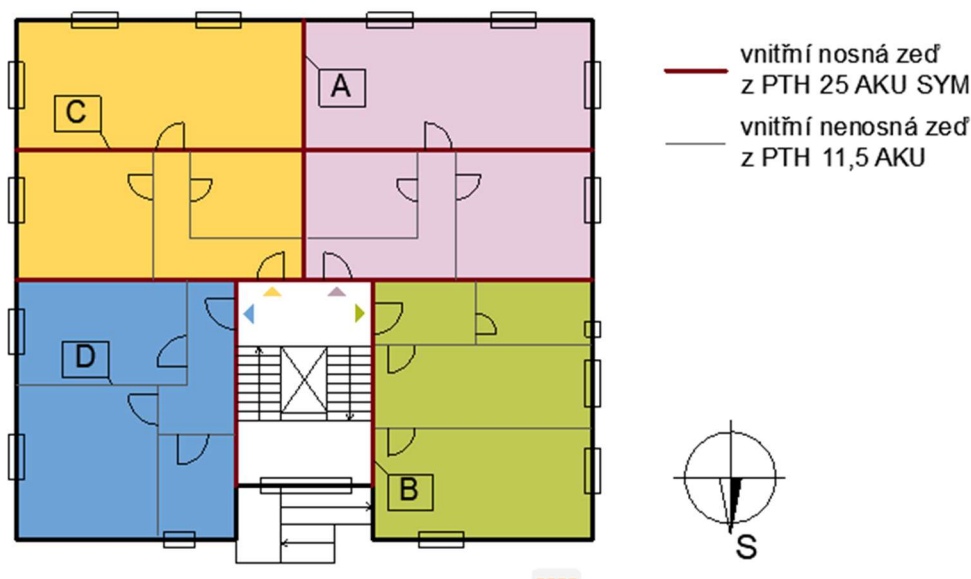
### 4.2.2.1 Vzduchová neprůzvučnost stěn

Z technického listu výrobce cihelných tvarovek Porotherm jsou převzaty hodnoty laboratorní vzduchové neprůzvučnosti  $R_w$ , dále výrobce uvádí hodnotu korekce  $k_1$ , která nabývá hodnoty 3 dB.

Výpočet byl proveden pro dělicí nosné či nenosné stěny mezi i uvnitř jednoho bytu.

Ozn.		zdivo	$R_w$	$R'_w$	$\geq$	$R'_{w,N}$	Posouzení
A	mezi bytová vnitřní nosná stěna	PTH 25 AKU SYM	57	54	>	53	VYHOVUJE
B	vnitřní nosná stěna ke komunikačnímu prostoru	PTH 25 AKU SYM	57	54	>	52	VYHOVUJE
C	vnitřní nosná stěna téhož bytu	PTH 25 AKU SYM	57	54	>	40	VYHOVUJE
D	vnitřní nenosná stěna téhož bytu	PTH 11,5 AKU	47	44	>	40	VYHOVUJE

## 2.NP



Obrázek 5 Označení posuzovaných zdí včetně jejich umístění v půdoryse

Navržené stěny z cihelných tvárnic Porotherm **splňují** normovou podmínku.

### 4.2.2.2 Vzduchová a kročejová neprůzvučnost stropu

Stropní konstrukce je monolitická železobetonová deska, na které leží skladba podlahy. Konstrukce se nachází mezi dvěma různými byty. Posouzení bylo provedeno, jak pro podlahu s nášlapnou vrstvou z keramické dlažby, tak i pro vinyl.

a) Stropní konstrukce s podlahou z keramické dlažby

Název vrstvy	Objemová hmotnost	Tloušťka	Plošná hmotnost
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[kg/m <sup>2</sup> ]
NOSNÁ KONSTRUKCE			
ŽB stropní deska	2500	0,250	<b>625,0</b>
PODLAHA tl. 100 mm			
Keramická dlažba	2200	0,010	22,0
Lepicí tmel	1500	0,010	15,0
Anhydritový potěr	2000	0,030	60,0
Desky z čedičové vlny	140	0,050	7,0
Celkem podlaha:			<b>104,0</b>

### Vzduchová neprůzvučnost

Laboratorní vzduchová neprůzvučnost  $R_w$ :

$$R_w = \left[ 37,5 \cdot \log \left( \frac{m'}{m_0} \right) \right] - 42 \text{ [dB]},$$

kde  $m'$  plošná hmotnost konstrukce [kg/m<sup>2</sup>]  
 $m_0$  referenční plošná hmotnost konstrukce, 1 kg/m<sup>2</sup>

$$R_w = \left[ 37,5 \cdot \log \left( \frac{625}{1} \right) \right] - 42 = 63 \text{ dB}$$

Zlepšení vážené neprůzvučnosti přidavnými vrstvami:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{s' \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \text{ [Hz]},$$

kde  $s'$  dynamická tuhost izolační vrstvy [MPa/m],  $s' = 14,6 \text{ MPa/m}$

$m'_1$  plošná hmotnost základního stavebního prvku [ $\text{kg/m}^2$ ]

$m'_2$  plošná hmotnost přidavné vrstvy [ $\text{kg/m}^2$ ]

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{14,6 \cdot \left( \frac{1}{625} + \frac{1}{104} \right)} = 65 \text{ Hz}$$

Vážená laboratorní neprůzvučnost  $R'_w$ :

$$R'_w = R_w - k_1 \text{ [dB]},$$

kde  $k_1$  korekční součinitel [dB],  $k_1 = 2 \text{ dB}$

$$R'_w = 63 - 2 = 61 \text{ [dB]}$$

Podmínka posouzení:

$$R'_w \geq R'_{w,N}$$

$$61 > 53 \text{ dB} \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Kročejová neprůzvučnost

Normalizovaná hladina kročejového zvuku  $L_{n,w}$ :

$$L_{n,w} = L_{ew,eq} - \Delta L_w - K \text{ [dB]},$$

kde  $L_{ew,eq}$  laboratorní kročejová neprůzvučnost [dB]

$\Delta L_w$  index zlepšení kročejové neprůzvučnosti podlahy [dB]

$K$  korekční faktor, která závisí na druhu stropní konstrukce [dB]

Laboratorní kročejová neprůzvučnost  $L_{ew,eq}$ :

$$L_{ew,eq} = 164 - 35 \cdot \log \left( \frac{m'}{m_0} \right) \text{ [dB]},$$

kde  $m'$  plošná hmotnost homogenní stropní konstrukce [ $\text{kg/m}^2$ ]

$m_0$  referenční plošná hmotnost konstrukce,  $1 \text{ kg/m}^2$

$$L_{ew,eq} = 164 - 35 \cdot \log \left( \frac{625}{1} \right) = 66 \text{ dB}$$

Index zlepšení kročejové neprůzvučnosti podlahy  $\Delta L_w$ :

- odečteno z grafu

$$\Delta L_w = 24 \text{ dB}$$

Korekční faktor  $K$ :

Pro plně stropní desky ze železobetonu:  $K = 0 \text{ dB}$

Normalizovaná hladina kročejového zvuku je:

$$L'_{n,w} = L_{ew,eq} - \Delta L_w - K = 66 - 24 - 0 = 42 \text{ dB}$$

Podmínka posouzení:

$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w,N}$$

42 < 53 dB

VYHOVUJE

b) Stropní konstrukce s podlahou z vinylu

Název vrstvy	Objemová hmotnost	Tloušťka	Plošná hmotnost
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m]	[kg/m <sup>2</sup> ]
NOSNÁ KONSTRUKCE			
ŽB stropní deska	2500	0,250	<b>625,0</b>
PODLAHA tl. 100 mm			
Vinyl	1600	0,008	12,8
Podložka	-	0,002	1,5
Anhydritový potěr	2000	0,040	80,0
Desky z čedičové vlny	140	0,050	7,0
Celkem podlaha:			<b>101,3</b>

### Vzduchová neprůzvučnost

Laboratorní vzduchová neprůzvučnost  $R_w$ :

$$R_w = \left[ 37,5 \cdot \log \left( \frac{m'}{m_0} \right) \right] - 42 \text{ [dB]},$$

kde  $m'$  plošná hmotnost konstrukce [kg/m<sup>2</sup>]

$m_0$  referenční plošná hmotnost konstrukce, 1 kg/m<sup>2</sup>

$$R_w = \left[ 37,5 \cdot \log \left( \frac{625}{1} \right) \right] - 42 = 63 \text{ dB}$$

Zlepšení vážené neprůzvučnosti přidávkami vrstvami:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{s' \cdot \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \text{ [Hz]},$$

kde  $s'$  dynamická tuhost izolační vrstvy [MPa/m],  $s' = 14,6$  MPa/m

$m'_1$  plošná hmotnost základního stavebního prvku [kg/m<sup>2</sup>]

$m'_2$  plošná hmotnost přidávkové vrstvy [kg/m<sup>2</sup>]

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{14,6 \cdot \left( \frac{1}{625} + \frac{1}{101,3} \right)} = 65 \text{ Hz}$$

Vážená laboratorní neprůzvučnost  $R'_w$ :

$$R'_w = R_w - k_1 \text{ [dB]},$$

kde  $k_1$  korekční součinitel [dB],  $k_1 = 2$  dB

$$R'_w = 63 - 2 = 61 \text{ [dB]}$$

Podmínka posouzení:

$$R'_w \geq R'_{w,N}$$

61 > 53 dB

VYHOVUJE

### Kročejová neprůzvučnost

Normalizovaná hladina kročejového zvuku  $L_{n,w}$ :

$$L_{n,w} = L_{ew,eq} - \Delta L_w - K \text{ [dB]},$$

kde  $L_{ew,eq}$  laboratorní kročejová neprůzvučnost [dB]

$\Delta L_w$  index zlepšení kročejové neprůzvučnosti podlahy [dB]

K korekční faktor, která závisí na druhu stropní konstrukce [dB]

Laboratorní kročejová neprůzvučnost  $L_{ew,eq}$ :

$$L_{ew,eq} = 164 - 35 \cdot \log\left(\frac{m'}{m_0}\right) [dB],$$

kde  $m'$  plošná hmotnost homogenní stropní konstrukce [ $\text{kg/m}^2$ ]

$m_0$  referenční plošná hmotnost konstrukce,  $1 \text{ kg/m}^2$

$$L_{ew,eq} = 164 - 35 \cdot \log\left(\frac{625}{1}\right) = 66 \text{ dB}$$

Index zlepšení kročejové neprůzvučnosti podlahy  $\Delta L_w$ :

- odečteno z grafu

$$\Delta L_w = 23,5 \text{ dB}$$

Korekční faktor K:

Pro plné stropní desky ze železobetonu:  $K = 0 \text{ dB}$

Normalizovaná hladina kročejového zvuku je:

$$L'_{n,w} = L_{ew,eq} - \Delta L_w - K = 66 - 23,5 - 0 = 42,5 \text{ dB}$$

Podmínka posouzení:

$$L'_{n,w} \leq L'_{n,w,N}$$

$$42,5 < 53 \text{ dB} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Stropní konstrukce s podlahou z keramické dlažby, resp. z vinylu, **vyhovuje** normové hodnotě.

## 5 Závěrečné hodnocení

Budoucí objekt z hlediska urbanistické akustiky **vyhovuje** normovým podmínkám pro denní i noční dobu. Vnitřní konstrukce stěn a stropů s podlahou **vyhovují** normovým hodnotám na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost.