



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

**MULTIFUNKČNÍ DŮM**

MULTIFUNCTIONAL BUILDING OBJECT

**PŘÍLOHA H – PARAMETRY KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA AKUSTIKY**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Michal Bobek**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. FRANTIŠEK VAJKAY, Ph.D.**

**BRNO 2018**

## VÝPOČET LABORATORNÍ VÁŽENÉ NEPRŮZVUČNOSTI MONOLITICKÝCH ŽB DESEK

Zpracováno pomocí internetové aplikace dostupná na:

<http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/135-vypocet-laboratorni-nepruzvucnosti-jednoduchych-stavebnich-prvku-podle-csn-en-12354-1-prilohy-b>

DESKA TLOUŠŤKY 200 mm

| Material                                 | Tloušťka<br>$t$ [m] | Objemová hmotnost<br>$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] | Rychlost podélných vln<br>$c_L$ [m/s] | Vnitřní ztrátový činitel<br>$\eta_{int}$ [-] |
|--|---------------------|--|---------------------------------------|--|
| Beton (2300 - 2500 kg/m <sup>3</sup> ) ▼ | 0,2                 | 2500   | 3287                                  | 0.008  |

plošná hmotnost  $m' = 500 \text{ kg/m}^2$

kritický kmitočet  $f_c = 99.4 \text{ Hz}$

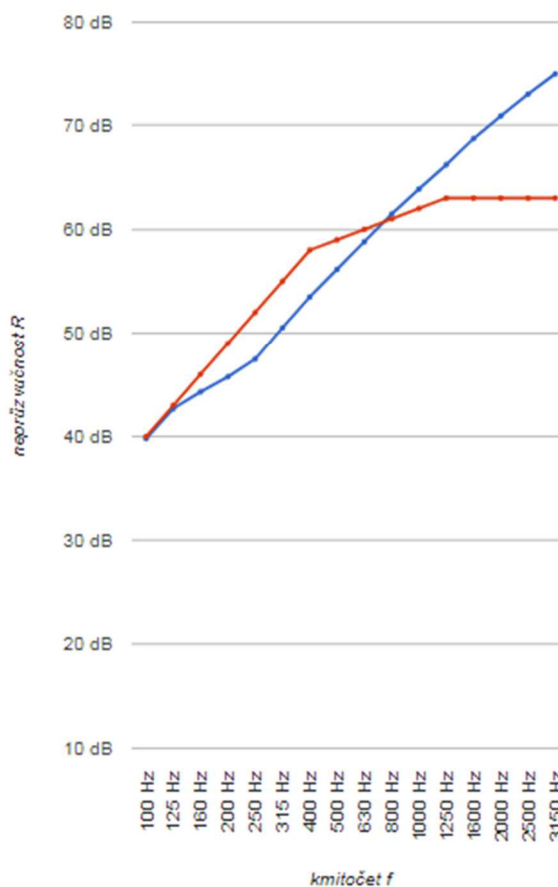
kmitočet  $f$  neprůzvučnost  $R$

|         |         |
|---------|---------|
| 100 Hz  | 39.8 dB |
| 125 Hz  | 42.7 dB |
| 160 Hz  | 44.3 dB |
| 200 Hz  | 45.7 dB |
| 250 Hz  | 47.5 dB |
| 315 Hz  | 50.5 dB |
| 400 Hz  | 53.5 dB |
| 500 Hz  | 56.2 dB |
| 630 Hz  | 58.8 dB |
| 800 Hz  | 61.5 dB |
| 1000 Hz | 63.9 dB |
| 1250 Hz | 66.2 dB |
| 1600 Hz | 68.7 dB |
| 2000 Hz | 70.9 dB |
| 2500 Hz | 73 dB   |
| 3150 Hz | 74.9 dB |

■ neprůzvučnost  $R$

■ směrná křivka ISO 717-1

$R_w (C; C_{tr}) = 59 (-1; -5) \text{ dB}$



DESKA TLOUŠŤKY 150 mm

| Materiál                    | Tloušťka<br>$t$ [m] | Objemová hmotnost<br>$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] | Rychlost podélných vln<br>$c_p$ [m/s] | Vnitřní ztrátový čísel<br>$\eta_{int}$ [-] |
|-----------------------------|---------------------|--|---------------------------------------|--|
| Beton (2300 - 2500 kg/m3) ▼ | 0.15                | 2500   | 3287                                  | 0.008                                      |

plošná hmotnost  $m' = 375 \text{ kg/m}^2$

kritický kmitočet  $f_c = 132.6 \text{ Hz}$

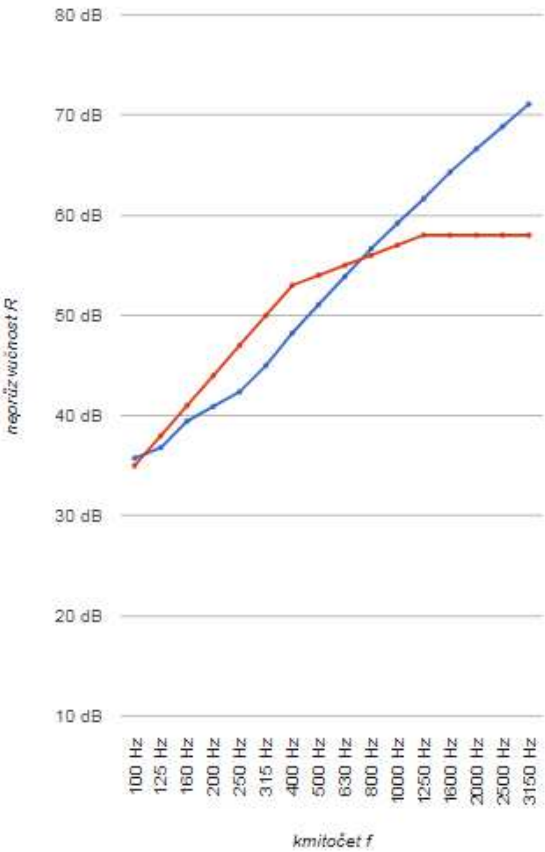
kmitočet  $f$  neprůzvučnost  $R$

|         |         |
|---------|---------|
| 100 Hz  | 35.8 dB |
| 125 Hz  | 36.8 dB |
| 160 Hz  | 39.4 dB |
| 200 Hz  | 40.9 dB |
| 250 Hz  | 42.4 dB |
| 315 Hz  | 45 dB   |
| 400 Hz  | 48.2 dB |
| 500 Hz  | 51.1 dB |
| 630 Hz  | 53.9 dB |
| 800 Hz  | 56.7 dB |
| 1000 Hz | 59.2 dB |
| 1250 Hz | 61.6 dB |
| 1600 Hz | 64.3 dB |
| 2000 Hz | 66.6 dB |
| 2500 Hz | 68.8 dB |
| 3150 Hz | 71.1 dB |

■ neprůzvučnost  $R$

■ směrná křivka ISO 717-1

$R_w (C; C_w) = 54 (-1; -5) \text{ dB}$



## VODOROVNÉ KOSNTRUKCE

### SKLADBA S05 – PODLAHA MEZI 1.NP A 1.S

| VRSTVA  | TLOUŠTKA<br>(m) | OBJEM. HMOTNOST<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | PLOŠNÁ HMOTNOST<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | DYNAMICKÁ<br>TUHOST s (MPa/m) |
|---|-----------------|---|---|-------------------------------|
| keramická dlažba  | 0,01            | 2000,00                                 | 20,00                                   | -                             |
| betonová mazanina   | 0,05            | 2300,00                                 | 115,00                                  | -                             |
| EPS stabil S  | 0,14            | -                                       | -                                       | 10,00                         |
| žb stropní deska  | 0,20            | 2500,00                                 | 500,00                                  | -                             |
| Poznámka: nátěry, lepidla, omítky a povlakové materiály jako folie jsou při výpočtu zanedbány |                 |   |   |                               |

## VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST

Dle přílohy I.2  $R_{w, \text{strop}} = 59,00 \text{ dB}$

### Plošné hmotnosti podlahy a stropu

$$m'_1 = 20,00 + 115,00 = 135,00 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_2 = 500 = 500,00 \text{ kg/m}^2$$

### Kmitočet

$$f_0 = 160 * [s' * (1/m'_1 + 1/m'_2)]^{1/2} = 49,07 \text{ Hz} < 80 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_{w, \text{podlaha}} = 35 - R_w/2 = 5,50 \text{ dB}$$

### Celková vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost

$$R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop}} + \Delta R_{w, \text{podlaha}} = 64,50$$

$$\text{korekce } k = 4,00 \text{ dB}$$

### Celková vážená stavební vzduchová neprůzvučnost

$$\underline{R'_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} - k = 60,5 \text{ dB}}$$

## KROČEJOVÁ NEPRŮZVUČNOST

$$L_{w, \text{strop}} = 164 - 35 * \log(m'_2/1) = 69,50 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{w, \text{podlaha}} \text{ (dle grafu ČSN EN 12345-2)} = 32,00 \text{ dB}$$

### Celková laboratorní. vážená kročejová neprůzvučnost

$$L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop}} - \Delta L_{nw, \text{podlaha}} = 37,50 \text{ dB}$$

$$\text{korekce } k = 2,00 \text{ dB}$$

### Celková stavební. vážená kročejová neprůzvučnost

$$\underline{L'_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} + k = 39,50 \text{ Db}}$$

**SKLADBA S13 – PODLAHA MEZI 1.NP A 2.NP**

| VRSTVA  | TLOUŠTKA<br>(m) | OBJEM. HMOTNOST<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | PLOŠNÁ HMOTNOST<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | DYNAMICKÁ<br>TUHOST s (MPa/m) |
|---|-----------------|---|---|-------------------------------|
| koberec   | 0,01            | 160,00                                  | 1,60                                    | -                             |
| cementový potěr   | 0,04            | 2300,00                                 | 92,00                                   | -                             |
| EPS stabil S  | 0,10            | -                                       | -                                       | 10,00                         |
| žb stropní deska  | 0,15            | 2500,00                                 | 375,00                                  | -                             |
| Poznámka: nátěry, lepidla, omítky a povlakové materiály jako folie jsou při výpočtu zanedbány |                 |   |   |                               |

**VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST**

Dle přílohy I.2  $R_{w, \text{strop}} = 54,00 \text{ dB}$

**Plošné hmotnosti podlahy a stropu**

$$m'_1 = 1,60 + 92,00 = 93,60 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_2 = 375 = 375,00 \text{ kg/m}^2$$

**Kmitočet**

$$f_0 = 160 * [s' * (1/m'_1 + 1/m'_2)]^{1/2} = 58,46 \text{ Hz} < 80 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_{w, \text{podlaha}} = 35 - R_w/2 = 8,00 \text{ dB}$$

**Celková vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost**

$$R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop}} + \Delta R_{w, \text{podlaha}} = 62,00$$

$$\text{korekce } k = 4,00 \text{ dB}$$

**Celková vážená stavební vzduchová neprůzvučnost**

$$\underline{R'_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} - k = 58,00 \text{ dB}}$$

**KROČEJOVÁ NEPRŮZVUČNOST**

$$L_{w, \text{strop}} = 164 - 35 * \log(m'_2/1) = 73,91 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{w, \text{podlaha}} \text{ (dle grafu ČSN EN 12345-2)} = 32 \text{ dB}$$

**Celková laboratorní. vážená kročejová neprůzvučnost**

$$L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop}} - \Delta L_{nw, \text{podlaha}} = 41,91 \text{ dB}$$

$$\text{korekce } k = 2,00 \text{ dB}$$

**Celková stavební. vážená kročejová neprůzvučnost**

$$\underline{L'_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} + k = 39,91 \text{ dB}}$$

**SKLADBA S15 – PODLAHA MEZI 1.NP A 2.NP**

| VRSTVA  | TLOUŠTKA<br>(m) | OBJEM. HMOTNOST<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | PLOŠNÁ HMOTNOST<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | DYNAMICKÁ<br>TUHOST s (MPa/m) |
|---|-----------------|---|---|-------------------------------|
| laminátová deska  | 0,01            | 1450,00                                 | 14,50                                   | -                             |
| mirelon   | 0,01            | 20,00                                   | 0,20                                    | -                             |
| cementový potěr   | 0,04            | 2300,00                                 | 92,00                                   | -                             |
| EPS stabil S  | 0,10            | -                                       | -                                       | 10,00                         |
| žb stropní deska  | 0,15            | 2500,00                                 | 375,00                                  | -                             |
| Poznámka: nátěry, lepidla, omítky a povlakové materiály jako folie jsou při výpočtu zanedbány |                 |   |   |                               |

**VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST**

Dle přílohy I.2  $R_{w, \text{strop}} = 54,00 \text{ dB}$

**Plošné hmotnosti podlahy a stropu**

$$m'_1 = 14,50 + 0,2 + 92,00 = 106,70 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_2 = 375 = 375,00 \text{ kg/m}^2$$

**Kmitočet**

$$f_0 = 160 \cdot [s' \cdot (1/m'_1 + 1/m'_2)]^{1/2} = 55,52 \text{ Hz} < 80 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_{w, \text{podlaha}} = 35 - R_w/2 = 8,00 \text{ dB}$$

**Celková vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost**

$$R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop}} + \Delta R_{w, \text{podlaha}} = 62,00$$

$$\text{korekce } k = 4,00 \text{ dB}$$

**Celková vážená stavební vzduchová neprůzvučnost**

$$\underline{R'_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} - k = 58,00 \text{ dB}}$$

**KROČEJOVÁ NEPRŮZVUČNOST**

$$L_{w, \text{strop}} = 164 - 35 \cdot \log(m'_2/1) = 73,91 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{w, \text{podlaha}} \text{ (dle grafu ČSN EN 12345-2)} = 32 \text{ dB}$$

**Celková laboratorní. vážená kročejová neprůzvučnost**

$$L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop}} - \Delta L_{nw, \text{podlaha}} = 41,91 \text{ dB}$$

$$\text{korekce } k = 2,00 \text{ dB}$$

**Celková stavební. vážená kročejová neprůzvučnost**

$$\underline{L'_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} + k = 39,91 \text{ dB}}$$

**SKLADBA S17 – PODLAHA MEZI 1.NP A 2.NP**

| VRSTVA  | TLOUŠTKA<br>(m) | OBJEM. HMOTNOST<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | PLOŠNÁ HMOTNOST<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | DYNAMICKÁ<br>TUHOST s (MPa/m) |
|---|-----------------|---|---|-------------------------------|
| laminátová deska  | 0,01            | 2000,00                                 | 20,00                                   | -                             |
| cementový potěr   | 0,04            | 2300,00                                 | 92,00                                   | -                             |
| EPS stabil S  | 0,10            | -                                       | -                                       | 10,00                         |
| žb stropní deska  | 0,15            | 2500,00                                 | 375,00                                  | -                             |
| Poznámka: nátěry, lepidla, omítky a povlakové materiály jako folie jsou při výpočtu zanedbány |                 |   |   |                               |

**VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST**

Dle přílohy I.2  $R_{w, \text{strop}} = 54,00 \text{ dB}$

**Plošné hmotnosti podlahy a stropu**

$$m'_1 = 20 + 92,00 = 112,00 \text{ kg/m}^2$$

$$m'_2 = 375 = 375,00 \text{ kg/m}^2$$

**Kmitočet**

$$f_0 = 160 * [s' * (1/m'_1 + 1/m'_2)]^{1/2} = 54,48 \text{ Hz} < 80 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_{w, \text{podlaha}} = 35 - R_w/2 = 8,00 \text{ dB}$$

**Celková vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost**

$$R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop}} + \Delta R_{w, \text{podlaha}} = 62,00$$

$$\text{korekce } k = 4,00 \text{ dB}$$

**Celková vážená stavební vzduchová neprůzvučnost**

$$\underline{R'_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} = R_{w, \text{strop} + \text{podlaha}} - k = 58,00 \text{ dB}}$$

**KROČEJOVÁ NEPRŮZVUČNOST**

$$L_{w, \text{strop}} = 164 - 35 * \log(m'_2/1) = 73,91 \text{ dB}$$

$$\Delta L_{w, \text{podlaha}} \text{ (dle grafu ČSN EN 12345-2)} = 32 \text{ dB}$$

**Celková laboratorní. vážená kročejová neprůzvučnost**

$$L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop}} - \Delta L_{nw, \text{podlaha}} = 41,91 \text{ dB}$$

$$\text{korekce } k = 2,00 \text{ dB}$$

**Celková stavební. vážená kročejová neprůzvučnost**

$$\underline{L'_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} = L_{nw, \text{strop} + \text{podlaha}} + k = 39,91 \text{ dB}}$$

## **SVISLÉ KONSTRUKCE VNITŘNÍ**

### **SKLADBA S05 – VNITŘNÍ STĚNA MEZI BYTY, MEZI BYTY A SPOLEČNÝMI PROSTORAMI**

Tvárnice Porotherm 30 AKU na tenkovrstvou zdící maltu Porotherm

$$R_w = 58 \text{ dB}$$

$$K = 4 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k = 58 - 4 = 54 \text{ dB}$$

### **SKLADBA S08 – PŘÍČKA ZDĚNNÁ DĚLÍCÍ JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI**

Příčková tvárnice Porotherm 14,5 na tenkovrstvou zdící maltu Porotherm

$$R_w = 45 \text{ dB}$$

$$K = 4 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k = 45 - 4 = 41 \text{ dB}$$

### **SKLADBA S10 – PŘÍČKA SDK DĚLÍCÍ JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI**

SDK příčka Knauf s dvojitým opláštěním, profily CW 100 a izolací Knauf 75 mm

$$R_w = 59 \text{ dB}$$

$$K = 4 \text{ dB}$$

$$R'_w = R_w - k = 59 - 4 = 55 \text{ dB}$$