

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**Fakulta stavební**

**Katedra konstrukcí pozemních staveb**



**Tepelně technické posouzení**

Diplomová práce

**Bc. Hana Matysová**

**2017/2018**

# OBSAH

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Tepelně technické posouzení .....</b>                     | <b>3</b>  |
| 1.1       | Úvod.....  | 3         |
| 1.2       | Požadavky na součinitele prostupu tepla .....                | 3         |
| 1.3       | Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí.....                 | 4         |
| 1.4       | Posouzení skladeb konstrukce.....                            | 5         |
| 1.4.1     | Obvodová stěna pod terénem – Železobeton .....               | 5         |
| 1.4.2     | Obvodová stěna – Železobeton.....                            | 6         |
| 1.4.3     | Obvodová stěna – Porotherm 24.....                           | 6         |
| 1.4.4     | Podlaha na terénu.....                                       | 7         |
| 1.4.5     | Terasa.....  | 7         |
| 1.4.6     | Plochá střecha .....   | 8         |
| 1.4.7     | Mezibytová stěna – Železobeton .....                         | 8         |
| 1.4.8     | Mezibytová stěna – Porotherm 25 AKU SYM .....                | 9         |
| 1.4.9     | Stěna vnitřní – nevytápěný / vytápěný prostor .....          | 9         |
| 1.4.10    | Stěna vnitřní – nevytápěný / vytápěný prostor .....          | 10        |
| 1.5       | Závěr .....  | 10        |
| <b>2.</b> | <b>Seznam tabulek.....</b>                                   | <b>10</b> |
| <b>3.</b> | <b>Seznam příloh .....</b>                                   | <b>11</b> |
| <b>4.</b> | <b>Literatura.....</b>                                       | <b>11</b> |
| <b>5.</b> | <b>Přílohová část – Protokoly z programu Teplo 2017.....</b> | <b>12</b> |
| 5.1       | Obvodová stěna pod terénem – Železobeton .....               | 12        |
| 5.2       | Obvodová stěna – Železobeton .....                           | 15        |
| 5.3       | Obvodová stěna – Porotherm 24.....                           | 18        |
| 5.4       | Podlaha na terénu.....                                       | 22        |
| 5.5       | Terasa.....  | 24        |
| 5.6       | Plochá střecha .....   | 28        |
| 5.7       | Mezibytová stěna – Železobeton.....                          | 32        |
| 5.8       | Mezibytová stěna – Porotherm 25 AKU SYM .....                | 34        |
| 5.9       | Vnitřní stěna – vytápěný / nevytápěný prostor.....           | 36        |
| 5.10      | Vnitřní stěna – vytápěný / nevytápěný prostor.....           | 38        |

## 1. Tepelně technické posouzení

### 1.1 Úvod

Na tepelně technické posouzení jsem použila program Teplo 2017 [1]. Všechny skladby byly navrženy tak, aby výsledky dosáhly alespoň požadovaných hodnot  $U_{N,20}$ . Polyfunkční dům se nachází v Mníšku pod Brdy. Návrhové okrajové podmínky byly použity pro město Praha. Praha byla zvolena, protože město Mníšek pod Brdy není ve výběru okrajových podmínek a Praha je nejbližší k tomuto městu.

### 1.2 Požadavky na součinitele prostupu tepla

Výsledný součinitel prostupu tepla musí být menší než normový součinitel prostupu tepla  $U_{N,20}$ , který je stanoven normou ČSN 73 0540-2 [2] pro daný typ řešené konstrukce.

**Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{in}$  v intervalu 18 °C až 22 °C včetně**

| Popis konstrukce  | Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)] |                                 |  |
|---|---|---------------------------------|--|
|   | Požadované hodnoty $U_{N,20}$                     | Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ | Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$ |
| Stěna vnější  | 0,30 <sup>1)</sup>                                | těžká: 0,25<br>lehká: 0,20      | 0,18 až 0,12                                       |
| Střecha strmá se sklonem nad 45°  | 0,30  | 0,20                            | 0,18 až 0,12                                       |
| Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně                         | 0,24  | 0,16                            | 0,15 až 0,10                                       |
| Strop s podlahou nad venkovním prostorem                                | 0,24  | 0,16                            | 0,15 až 0,10                                       |
| Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)           | 0,30  | 0,20                            | 0,15 až 0,10                                       |
| Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)               | 0,30 <sup>1)</sup>                                | těžká: 0,25<br>lehká: 0,20      | 0,18 až 0,12                                       |
| Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 6)</sup> | 0,45  | 0,30                            | 0,22 až 0,15                                       |
| Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru              | 0,60  | 0,40                            | 0,30 až 0,20                                       |
| Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru             | 0,75  | 0,50                            | 0,38 až 0,25                                       |
| Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí    | 0,75  | 0,50                            | 0,38 až 0,25                                       |
| Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině <sup>6)</sup>  | 0,85  | 0,60                            | 0,45 až 0,30                                       |
| Stěna mezi sousedními budovami <sup>3)</sup>                            | 1,05  | 0,70                            | 0,5  |
| Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně                   | 1,05  | 0,70                            |  |
| Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně                   | 1,30  | 0,90                            |  |

|   |                   |                       |  |
|---|-------------------|-----------------------|--|
| Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně  | 2,2               | 1,45                  |  |
| Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně  | 2,7               | 1,80                  |  |
| Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří   | 1,5 <sup>2)</sup> | 1,2                   | 0,8 až 0,6                             |
| Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí   | 1,4 <sup>7)</sup> | 1,1                   | 0,9                                    |
| Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)   | 1,7               | 1,2                   | 0,9                                    |
| Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru   | 3,5               | 2,3                   | 1,7                                    |
| Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí   | 3,5               | 2,3                   | 1,7                                    |
| Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí   | 2,6               | 1,7                   | 1,4                                    |
| Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru<br>$f_w = A_w / A$ , v m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ,<br>kde<br>A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m <sup>2</sup> ;<br>A <sub>w</sub> plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m <sup>2</sup> . | $f_w \leq 0,5$    | $0,3 + 1,4 \cdot f_w$ | $0,2 + f_w$<br>$0,15 + 0,85 \cdot f_w$ |
|   | $f_w > 0,5$       | $0,7 + 0,6 \cdot f_w$ |  |
| Kovový rám výplně otvoru  | -                 | 1,8                   | 1,0                                    |
| Nekovový rám výplně otvoru <sup>5)</sup>  | -                 | 1,3                   | 0,9-0,7                                |
| Rám lehkého obvodového pláště   | -                 | 1,8                   | 1,2                                    |

Tabulka 1: Normové součinitele prostupu tepla [3]

### 1.3 Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí

Pokud vznikne kondenzát, tak z hlediska šíření vodních par uvnitř konstrukce je nutné splnit podmínky ČSN 73 0540-2 [2] :

- zkondenzovaná vodní pára neohrozí požadovanou funkci konstrukce
- ve stavební konstrukci nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry  $M_{c,a}$ , které by zvyšovalo vlhkost konstrukce (tj. na konci modelového roku musí platit  $M_{c,a} = 0 \text{ kg/m}^2$ )
- roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} \leq M_{c,a,N}$ , který činí:

1)  $M_{c,a,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, v němž dochází ke kondenzaci (nižší z hodnot) pro jednoplášťové střechy, pro konstrukce s dřevěnými prvky, pro konstrukce s kontaktním zateplením a pro další konstrukce s málo propustnými vnějšími vrstvami

2)  $M_{c,a,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, v němž dochází ke kondenzaci (nižší z hodnot) pro ostatní stavební konstrukce.

Limitní hodnoty 3 či 5 % plošné hmotnosti přitom platí pro materiály s objemovou hmotností nad  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Je-li objemová hmotnost materiálu, v němž dochází ke kondenzaci, nižší nebo rovna  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ , použijí se dvojnásobné hodnoty, tj. 6 % nebo 10 %.

Tyto požadavky se posuzují pro vnitřní a vnější konstrukce mimo konstrukce přilehlých k zemině.

## 1.4 Posouzení skladeb konstrukce

Jedná se o přehled výsledků posuzovaných konstrukcí, výsledné protokoly z programu Teplo 2017 [1] jsem zařadila mezi přílohy na konci dokumentu.

### 1.4.1 Obvodová stěna pod terénem – Železobeton

| Skladba konstrukce [od interiéru]: |                       |  |        |        |         |            |         |      |
|------------------------------------|-----------------------|--|--------|--------|---------|------------|---------|------|
| Vrstva                             | Název                 |  | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w    | Mi,s |
| 1                                  | Sádrová omítka        |  | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0    |      |
| 2                                  | Železobeton           |  | 0,2500 | 1,740  | 1020,0  | 2500,0     | 32,0    |      |
| 3                                  | Glastek 40 Special Mi |  | 0,0040 | 0,210  | 1470,0  | 1200,0     | 30000,0 |      |
| 4                                  | Isover EPS Perimetr   |  | 0,1000 | 0,034  | 1270,0  | 30,0       | 70,0    |      |

Tabulka 2: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,30 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

$U = 0,308 \text{ [W}/\text{m}^2\text{K]} < U_N = 0,45 \text{ [W}/\text{m}^2\text{K]}$

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

V konstrukci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.2 Obvodová stěna – Železobeton

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                       |   |        |        |         |            |                  |                  |
|------------------------------------|-----------------------|---|--------|--------|---------|------------|------------------|------------------|
| Vrstva                             | Název                 |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | M <sub>i,w</sub> | M <sub>i,s</sub> |
| 1                                  | Sádrová omítka        | ☆ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0             |                  |
| 2                                  | Železobeton           | ☆ | 0,2500 | 1,740  | 1020,0  | 2500,0     | 32,0             |                  |
| 3                                  | Isover TF Profi       | ☆ | 0,1500 | 0,038  | 800,0   | 140,0      | 1,0              |                  |
| 4                                  | Baumit silikonová omí | ☆ | 0,0020 | 0,700  | 920,0   | 1800,0     | 70,0             |                  |

Tabulka 3: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,234 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 0,30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

V konstrukci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.3 Obvodová stěna – Porotherm 24

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                       |   |        |        |         |            |                  |                  |
|------------------------------------|-----------------------|---|--------|--------|---------|------------|------------------|------------------|
| Vrstva                             | Název                 |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | M <sub>i,w</sub> | M <sub>i,s</sub> |
| 1                                  | Sádrová omítka        | ☆ | 0,0100 | 0,57   | 1000    | 1300       | 10               |                  |
| 2                                  | Porotherm 24          | ☆ | 0,2400 | 0,38   | 1000    | 900        | 10               |                  |
| 3                                  | Isover TF Profi       | ☆ | 0,1500 | 0,038  | 800     | 140        | 1                |                  |
| 4                                  | Baumit silikonová omí | ☆ | 0,0020 | 0,7    | 920     | 1800       | 70               |                  |

Tabulka 4: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,21 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 0,30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

V konstrukci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Vyhodnocení 1. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.4 Podlaha na terénu

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                       |   |        |        |         |            |          |      |
|------------------------------------|-----------------------|---|--------|--------|---------|------------|----------|------|
| Vrstva                             | Název                 |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w     | Mi,s |
| 1                                  | Dlažba keramická      | ☆ | 0,0100 | 1,010  | 840,0   | 2000,0     | 200,0    |      |
| 2                                  | Anhyment              | ☆ | 0,0500 | 1,200  | 840,0   | 2100,0     | 20,0     |      |
| 3                                  | PE folie              | ☆ | 0,0001 | 0,350  | 1470,0  | 900,0      | 144000,0 |      |
| 4                                  | Isover N              | ☆ | 0,0200 | 0,037  | 800,0   | 100,0      | 1,0      |      |
| 5                                  | Isover EPS 100 S      | ☆ | 0,1600 | 0,037  | 1270,0  | 21,0       | 50,0     |      |
| 6                                  | Glastek 40 Special Mi | ☆ | 0,0040 | 0,210  | 1470,0  | 1200,0     | 30000,0  |      |

Tabulka 5: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,196 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 0,45 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**$U < U_N$  POŽADAVEK JE SPLNĚN**

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.5 Terasa

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                       |   |        |        |         |            |         |      |
|------------------------------------|-----------------------|---|--------|--------|---------|------------|---------|------|
| Vrstva                             | Název                 |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w    | Mi,s |
| 1                                  | Sádrová omítka        | ☆ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0    |      |
| 2                                  | Železobeton           | ☆ | 0,2000 | 1,740  | 1020,0  | 2500,0     | 32,0    |      |
| 3                                  | Poriment PS           | ☆ | 0,0900 | 0,107  | 840     | 420        | 15      |      |
| 4                                  | Glastek 40 Special Mi | ☆ | 0,0040 | 0,210  | 1470,0  | 1200,0     | 30000,0 |      |
| 5                                  | Isover EPS 200S       | ☆ | 0,2000 | 0,034  | 1270,0  | 30,0       | 70,0    |      |
| 6                                  | Alkorplan 35 177      | ☆ | 0,0018 | 0,160  | 960,0   | 1300,0     | 20000,0 |      |

Tabulka 6: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,142 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 0,24 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

V konstrukci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

**1.4.6 Plochá střecha**

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                       |   |        |        |         |            |         |      |
|------------------------------------|-----------------------|---|--------|--------|---------|------------|---------|------|
| Vrstva                             | Název                 |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w    | Mi,s |
| 1                                  | Sádrová omítka        | ☆ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0    |      |
| 2                                  | Železobeton           | ☆ | 0,2300 | 1,740  | 1020,0  | 2500,0     | 32,0    |      |
| 3                                  | Glastek 40 Special Mi | ☆ | 0,0040 | 0,210  | 1470,0  | 1200,0     | 30000,0 |      |
| 4                                  | Isover EPS 100 S      | ☆ | 0,2200 | 0,037  | 1270,0  | 21,0       | 50,0    |      |
| 5                                  | Alkorplan 35 176      | ☆ | 0,0018 | 0,160  | 960,0   | 1300,0     | 20000,0 |      |

Tabulka 7: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

- Výsledná hodnota:

U<sub>rec,20</sub> = 0,16 W/m<sup>2</sup>K (doporučená hodnota)

**U = 0,16 [W/m<sup>2</sup>K] < U<sub>N</sub> = 0,24 [W/m<sup>2</sup>K]**

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

V konstrukci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

**1.4.7 Mezibytová stěna – Železobeton**

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                |   |        |        |         |            |      |      |
|------------------------------------|----------------|---|--------|--------|---------|------------|------|------|
| Vrstva                             | Název          |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w | Mi,s |
| 1                                  | Sádrová omítka | ☆ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0 |      |
| 2                                  | Železobeton    | ☆ | 0,2500 | 1,740  | 1020,0  | 2500,0     | 32,0 |      |
| 3                                  | Sádrová omítka | ☆ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0 |      |

Tabulka 8: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

- Výsledná hodnota:

U<sub>rec,20</sub> = 1,8 W/m<sup>2</sup>K (doporučená hodnota)

**U = 2,279 [W/m<sup>2</sup>K] < U<sub>N</sub> = 2,7 [W/m<sup>2</sup>K]**



**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.8 Mezibytová stěna – Porotherm 25 AKU SYM

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                     |   |        |        |         |            |      |      |
|------------------------------------|---------------------|---|--------|--------|---------|------------|------|------|
| Vrstva                             | Název               |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w | Mi,s |
| 1                                  | Sádrová omítka      | ☆ | 0,0100 | 0,57   | 1000    | 1300       | 10   |      |
| 2                                  | Porotherm 25 AKU SY | ☆ | 0,2500 | 0,34   | 1000    | 1020       | 10   |      |
| 3                                  | Sádrová omítka      | ☆ | 0,0100 | 0,57   | 1000    | 1300       | 10   |      |

Tabulka 9: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,971 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 2,7 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.9 Stěna vnitřní – nevytápěný / vytápěný prostor

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                |   |        |        |         |            |      |      |
|------------------------------------|----------------|---|--------|--------|---------|------------|------|------|
| Vrstva                             | Název          |   | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | Mi,w | Mi,s |
| 1                                  | Sádrová omítka | ☆ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0 |      |
| 2                                  | Železobeton    | ☆ | 0,2000 | 1,740  | 1020,0  | 2500,0     | 32,0 |      |
| 3                                  | Isover Aku     | ☆ | 0,0500 | 0,038  | 800,0   | 40,0       | 1,0  |      |
| 4                                  | Sádrová omítka | ☆ | 0,010  | 0,57   | 1000    | 1300       | 10   |      |

Tabulka 10: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

• Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,579 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**U < U<sub>N</sub> POŽADAVEK JE SPLNĚN**

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

### 1.4.10 Stěna vnitřní – nevytápěný / vytápěný prostor

| Skladba konstrukce (od interiéru): |                     |     |        |        |         |            |                  |                  |
|------------------------------------|---------------------|-----|--------|--------|---------|------------|------------------|------------------|
| Vrstva                             | Název               |     | D [m]  | Lambda | M.teplo | O.hmotnost | M <sub>i,w</sub> | M <sub>i,s</sub> |
| 1                                  | Sádrová omítka      | ☆ ▼ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0             |                  |
| 2                                  | Porotherm 25 AKU SY | ☆ ▼ | 0,2500 | 0,340  | 1000,0  | 1020,0     | 10,0             |                  |
| 3                                  | Sádrová omítka      | ☆ ▼ | 0,0100 | 0,570  | 1000,0  | 1300,0     | 10,0             |                  |

Tabulka 11: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

- Výsledná hodnota:

$U_{rec,20} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  (doporučená hodnota)

**$U = 0,971 \text{ [W/m}^2\text{K]} < U_N = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$**

**$U < U_N$  POŽEDAVEK JE SPLNĚN**

**Skladba vyhovuje závazným požadavkům všech norem.**

## 1.5 Závěr

Všechny skladby splnily požadavky na součinitele prostupu tepla a také požadavky na šíření vlhkosti uvnitř konstrukce podle normy ČSN 73 0540-2 [2].

Pro splnění předpokládaných výsledků z programu Teplo 2017 [1], je třeba zajistit správné provedení konstrukcí a detailů na stavbě v souladu s vypracovanou projektovou dokumentací.

## 2. Seznam tabulek

Tabulka 1: Normový součinitel prostupu tepla [3]

Tabulka 2: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 3: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 4: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 5: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 6: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 7: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 8: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 9: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 10: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

Tabulka 11: Skladba konstrukce z programu Teplo 2017 [1]

### 3. Seznam příloh

- Protokoly z programu Teplo 2017

### 4. Literatura

[1] SVOBODA, Z. *Teplo 2017*. Praha: Svoboda software, 2017

[2] ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov – Část 3: Funkční požadavky*. Praha ÚNMZ, 2011

[3] Normové hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. *TZB-info* [online]. Praha, c2001-2016 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/>

## 5. Přílohová část – Protokoly z programu Teplo 2017

### 5.1 Obvodová stěna pod terénem – Železobeton

#### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

##### Teplo 2017

Název úlohy : **Obvodová stěna pod terénem**  
 Zpracovatel : Hana Matysová  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 16.12.2017

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

##### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m <sup>3</sup> ] | Mi [-]  | Ma [kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|---------|-------------------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0    | 0.0000                  |
| 2     | Železobeton    | 0,2500 | 1,7400           | 1020,0       | 2500,0                  | 32,0    | 0.0000                  |
| 3     | Glastek 40 Spe | 0,0040 | 0,2100           | 1470,0       | 1200,0                  | 30000,0 | 0.0000                  |
| 4     | Isover EPS Per | 0,1000 | 0,0340           | 1270,0       | 30,0                    | 70,0    | 0.0000                  |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy     | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|----------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka             | ---                            |
| 2     | Železobeton                | ---                            |
| 3     | Glastek 40 Special Mineral | ---                            |
| 4     | Isover EPS Perimetr        | ---                            |

##### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 15.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 45.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31 744             | 15.0    | 76.3    | 1300.5  | 3.6    | 100.0   | 790.2   |
| 2     | 28 672             | 15.0    | 79.4    | 1353.3  | 2.7    | 100.0   | 741.4   |
| 3     | 31 744             | 15.0    | 81.6    | 1390.8  | 3.5    | 100.0   | 784.7   |

|    |    |     |      |      |        |      |       |        |
|----|----|-----|------|------|--------|------|-------|--------|
| 4  | 30 | 720 | 15.0 | 84.3 | 1436.8 | 5.4  | 100.0 | 896.5  |
| 5  | 31 | 744 | 15.0 | 90.2 | 1537.4 | 7.8  | 100.0 | 1057.7 |
| 6  | 30 | 720 | 15.0 | 95.7 | 1631.1 | 10.3 | 100.0 | 1252.2 |
| 7  | 31 | 744 | 15.0 | 98.6 | 1680.5 | 11.9 | 100.0 | 1392.6 |
| 8  | 31 | 744 | 15.0 | 97.7 | 1665.2 | 12.7 | 100.0 | 1467.8 |
| 9  | 30 | 720 | 15.0 | 91.2 | 1554.4 | 12.4 | 100.0 | 1439.2 |
| 10 | 31 | 744 | 15.0 | 84.7 | 1443.6 | 10.6 | 100.0 | 1277.5 |
| 11 | 30 | 720 | 15.0 | 81.6 | 1390.8 | 8.1  | 100.0 | 1079.5 |
| 12 | 31 | 744 | 15.0 | 80.0 | 1363.5 | 5.4  | 100.0 | 896.5  |

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.121 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.308 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.33 / 0.36 / 0.41 / 0.51 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 7.2E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 261.1  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 9.9 h

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 14.26 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>i,Rsi,p</sub> : **0.926**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

| Číslo měsíce          | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                       |                      |       | Vypočtené hodnoty   |                    |                      |
|-----------------------|--|-----------------------|----------------------|-------|---------------------|--------------------|----------------------|
|                       | ----- 80% -----  |                       | ----- 100% -----     |       | T <sub>si</sub> [C] | f <sub>i,Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>i,Rsi,m</sub>   | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>i,Rsi,m</sub> |       |                     |                    |                      |
| 1                     | 14.3   | 0.936                 | 10.9                 | 0.637 | 14.2                | 0.926              | 80.6                 |
| 2                     | 14.9   | 0.990                 | 11.5                 | 0.713 | 14.1                | 0.926              | 84.2                 |
| 3                     | 15.3   | 1.027                 | 11.9                 | 0.729 | 14.1                | 0.926              | 86.2                 |
| 4                     | 15.8   | 1.085                 | 12.4                 | 0.727 | 14.3                | 0.926              | 88.3                 |
| 5                     | 16.9   | 1.261                 | 13.4                 | 0.779 | 14.5                | 0.926              | 93.4                 |
| 6                     | 17.8   | 1.599                 | 14.3                 | 0.855 | 14.7                | 0.926              | 97.9                 |
| 7                     | 18.3   | 2.061                 | 14.8                 | 0.929 | 14.8                | 0.926              | 100.0                |
| 8                     | 18.1   | 2.367                 | 14.6                 | 0.843 | 14.8                | 0.926              | 98.8                 |
| 9                     | 17.1   | 1.789                 | 13.6                 | 0.453 | 14.8                | 0.926              | 92.3                 |
| 10                    | 15.9   | 1.202                 | 12.4                 | 0.420 | 14.7                | 0.926              | 86.5                 |
| 11                    | 15.3   | 1.045                 | 11.9                 | 0.548 | 14.5                | 0.926              | 84.3                 |
| 12                    | 15.0   | 1.000                 | 11.6                 | 0.644 | 14.3                | 0.926              | 83.8                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>i,Rsi</sub> je teplotní faktor.

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | e   |
|-------------|------|------|------|------|-----|
| theta [C]:  | 14.6 | 14.5 | 14.1 | 14.0 | 5.0 |
| p [Pa]:     | 767  | 767  | 773  | 866  | 872 |
| p,sat [Pa]: | 1661 | 1655 | 1609 | 1602 | 872 |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : -1.553E-0010 kg/(m2.s)

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

| Číslo | Název          | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok |        |        |        |         |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
|       |                | pod 60%   | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1     | Sádrová omítka | ---   | ---    | 31     | 181    | 153     |
| 2     | Železobeton    | ---   | ---    | 31     | 181    | 153     |
| 3     | Glastek 40 Spe | ---   | ---    | 31     | 181    | 153     |
| 4     | Isover EPS Per | ---   | ---    | ---    | ---    | 365     |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**UYHODNOCENÍ VÝLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** Obvodová stěna pod terénem

**Rekapitulace vstupních dat**

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota Ti:                    | 14,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:       | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota Tae:                  | -15,0 C        |
| Teplota na vnější straně Te:                    | 5,0 C          |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:         | 15,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> : | 40,0 % (+5,0%) |

**Skladba konstrukce**

| Číslo | Název vrstvy               | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-]  |
|-------|----------------------------|-------|---------------|---------|
| 1     | Sádrová omítka             | 0,010 | 0,570         | 10,0    |
| 2     | Železobeton                | 0,250 | 1,740         | 32,0    |
| 3     | Glastek 40 Special Mineral | 0,004 | 0,210         | 30000,0 |
| 4     | Isover EPS Perimetr        | 0,100 | 0,034         | 70,0    |

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = -0,222$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,926$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo

tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,308 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N \dots$  POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
 3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2.\text{rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

## 5.2 Obvodová stěna – Železobeton

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2017**

Název úlohy : **Obvodová stěna - železobeton**  
 Zpracovatel : Hana Matysová  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 16.12.2017

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu  $dU$  :  $0.000 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0     | 10,0   | 0.0000     |
| 2     | Železobeton    | 0,2500 | 1,7400           | 1020,0       | 2500,0     | 32,0   | 0.0000     |
| 3     | Isover TF Prof | 0,1500 | 0,0380           | 800,0        | 140,0      | 1,0    | 0.0000     |
| 4     | Baumit silikon | 0,0020 | 0,7000           | 920,0        | 1800,0     | 70,0   | 0.0000     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy                 | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|--|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka                         | ---                            |
| 2     | Železobeton                            | ---                            |
| 3     | Isover TF Profi                        | ---                            |
| 4     | Baumit silikonová omítka (SilikonPutz) | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | $T_{ai}$ [C] | $R_{Hi}$ [%] | $P_i$ [Pa] | $T_e$ [C] | $R_{He}$ [%] | $P_e$ [Pa] |        |
|-------|--------------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|--------|
| 1     | 31                 | 744          | 21.0         | 53.9       | 1339.7    | -2.4         | 81.2       | 406.1  |
| 2     | 28                 | 672          | 21.0         | 56.0       | 1391.9    | -0.9         | 80.8       | 457.9  |
| 3     | 31                 | 744          | 21.0         | 57.5       | 1429.2    | 3.0          | 79.5       | 602.1  |
| 4     | 30                 | 720          | 21.0         | 59.3       | 1473.9    | 7.7          | 77.5       | 814.1  |
| 5     | 31                 | 744          | 21.0         | 63.4       | 1575.9    | 12.7         | 74.5       | 1093.5 |
| 6     | 30                 | 720          | 21.0         | 67.2       | 1670.3    | 15.9         | 72.0       | 1300.1 |
| 7     | 31                 | 744          | 21.0         | 69.2       | 1720.0    | 17.5         | 70.4       | 1407.2 |
| 8     | 31                 | 744          | 21.0         | 68.5       | 1702.6    | 17.0         | 70.9       | 1373.1 |
| 9     | 30                 | 720          | 21.0         | 64.1       | 1593.3    | 13.3         | 74.1       | 1131.2 |
| 10    | 31                 | 744          | 21.0         | 59.7       | 1483.9    | 8.3          | 77.1       | 843.7  |
| 11    | 30                 | 720          | 21.0         | 57.5       | 1429.2    | 2.9          | 79.5       | 597.9  |
| 12    | 31                 | 744          | 21.0         | 56.5       | 1404.4    | -0.6         | 80.7       | 468.9  |

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.111 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.234 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 4.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  podle EN ISO 13786 : 392.7

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{i^*}$  podle EN ISO 13786 : 12.4 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.07 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.943**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.



| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |         |                  |         | Vypočtené hodnoty |       |         |
|--------------|--|---------|------------------|---------|-------------------|-------|---------|
|              | ----- 80% -----  |         | ----- 100% ----- |         | Tsi[C]            | f,Rsi | RHsi[%] |
|              | Tsi,m[C]   | f,Rsi,m | Tsi,m[C]         | f,Rsi,m |                   |       |         |
| 1            | 14.7   | 0.732   | 11.3             | 0.586   | 19.7              | 0.943 | 58.5    |
| 2            | 15.3   | 0.741   | 11.9             | 0.584   | 19.8              | 0.943 | 60.5    |
| 3            | 15.7   | 0.707   | 12.3             | 0.516   | 20.0              | 0.943 | 61.2    |
| 4            | 16.2   | 0.640   | 12.8             | 0.381   | 20.2              | 0.943 | 62.1    |
| 5            | 17.3   | 0.550   | 13.8             | 0.131   | 20.5              | 0.943 | 65.3    |
| 6            | 18.2   | 0.449   | 14.7             | -----   | 20.7              | 0.943 | 68.4    |
| 7            | 18.7   | 0.331   | 15.1             | -----   | 20.8              | 0.943 | 70.1    |
| 8            | 18.5   | 0.374   | 15.0             | -----   | 20.8              | 0.943 | 69.5    |
| 9            | 17.4   | 0.538   | 14.0             | 0.085   | 20.6              | 0.943 | 65.8    |
| 10           | 16.3   | 0.632   | 12.9             | 0.360   | 20.3              | 0.943 | 62.4    |
| 11           | 15.7   | 0.709   | 12.3             | 0.519   | 20.0              | 0.943 | 61.3    |
| 12           | 15.5   | 0.743   | 12.0             | 0.585   | 19.8              | 0.943 | 60.9    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4   | e     |
|-------------|------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 20.0 | 19.8 | 18.7 | -12.7 | -12.7 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1353 | 208  | 186   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2332 | 2312 | 2154 | 204   | 204   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry Gd : 2.862E-0008 kg/(m2.s)

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

| Číslo | Název          | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok |        |        |        |         |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
|       |                | pod 60%   | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1     | Sádrová omítka | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 2     | Železobeton    | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 3     | Isover TF Prof | ---   | ---    | 214    | 151    | ---     |
| 4     | Baumit silikon | ---   | ---    | 214    | 151    | ---     |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodová stěna - železobeton

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -13,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : -13,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru  $R_{Hi}$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

| Číslo | Název vrstvy                   | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-] |
|-------|--------------------------------|-------|---------------|--------|
| 1     | Sádrová omítka                 | 0,010 | 0,570         | 10,0   |
| 2     | Železobeton                    | 0,250 | 1,740         | 32,0   |
| 3     | Isover TF Profi                | 0,150 | 0,038         | 1,0    |
| 4     | Baumit silikonová omítka (Sili | 0,002 | 0,700         | 70,0   |

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,943$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{i,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,234 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{i,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

## 5.3 Obvodová stěna – Porotherm 24

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017

Název úlohy : **Obvodová stěna - Porotherm 24**  
 Zpracovatel : Hana Matysová  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 16.12.2017

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název           | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m <sup>3</sup> ] | Mi [-] | Ma [kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|--------|-------------------------|
| 1     | Sádrová omítka  | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0   | 0.0000                  |
| 2     | Porotherm 24    | 0,2400 | 0,3800           | 1000,0       | 900,0                   | 10,0   | 0.0000                  |
| 3     | Isover TF Profi | 0,1500 | 0,0380           | 800,0        | 140,0                   | 1,0    | 0.0000                  |
| 4     | Baumit silikon  | 0,0020 | 0,7000           | 920,0        | 1800,0                  | 70,0   | 0.0000                  |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy   | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|--------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka           | ---                            |
| 2     | Porotherm 24             | ---                            |
| 3     | Isover TF Profi          | ---                            |
| 4     | Baumit silikonová omítka | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31 744             | 21.0    | 53.9    | 1339.7  | -2.4   | 81.2    | 406.1   |
| 2     | 28 672             | 21.0    | 56.0    | 1391.9  | -0.9   | 80.8    | 457.9   |
| 3     | 31 744             | 21.0    | 57.5    | 1429.2  | 3.0    | 79.5    | 602.1   |
| 4     | 30 720             | 21.0    | 59.3    | 1473.9  | 7.7    | 77.5    | 814.1   |
| 5     | 31 744             | 21.0    | 63.4    | 1575.9  | 12.7   | 74.5    | 1093.5  |
| 6     | 30 720             | 21.0    | 67.2    | 1670.3  | 15.9   | 72.0    | 1300.1  |
| 7     | 31 744             | 21.0    | 69.2    | 1720.0  | 17.5   | 70.4    | 1407.2  |
| 8     | 31 744             | 21.0    | 68.5    | 1702.6  | 17.0   | 70.9    | 1373.1  |
| 9     | 30 720             | 21.0    | 64.1    | 1593.3  | 13.3   | 74.1    | 1131.2  |
| 10    | 31 744             | 21.0    | 59.7    | 1483.9  | 8.3    | 77.1    | 843.7   |
| 11    | 30 720             | 21.0    | 57.5    | 1429.2  | 2.9    | 79.5    | 597.9   |
| 12    | 31 744             | 21.0    | 56.5    | 1404.4  | -0.6   | 80.7    | 468.9   |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**

**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 4.599 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.210 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U, kc$  : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce  $ZpT$  : 1.4E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  podle EN ISO 13786 : 293.7  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 13.1 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.26 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : **0.949**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |               |                  |               | Vypočtené hodnoty |             |         |
|--------------|--|---------------|------------------|---------------|-------------------|-------------|---------|
|              | ----- 80% -----  |               | ----- 100% ----- |               | $T_{si}[C]$       | $f, R_{si}$ | RHsi[%] |
|              | $T_{si},m[C]$  | $f, R_{si},m$ | $T_{si},m[C]$    | $f, R_{si},m$ |                   |             |         |
| 1            | 14.7   | 0.732         | 11.3             | 0.586         | 19.8              | 0.949       | 58.0    |
| 2            | 15.3   | 0.741         | 11.9             | 0.584         | 19.9              | 0.949       | 60.0    |
| 3            | 15.7   | 0.707         | 12.3             | 0.516         | 20.1              | 0.949       | 60.9    |
| 4            | 16.2   | 0.640         | 12.8             | 0.381         | 20.3              | 0.949       | 61.8    |
| 5            | 17.3   | 0.550         | 13.8             | 0.131         | 20.6              | 0.949       | 65.1    |
| 6            | 18.2   | 0.449         | 14.7             | -----         | 20.7              | 0.949       | 68.3    |
| 7            | 18.7   | 0.331         | 15.1             | -----         | 20.8              | 0.949       | 70.0    |
| 8            | 18.5   | 0.374         | 15.0             | -----         | 20.8              | 0.949       | 69.4    |
| 9            | 17.4   | 0.538         | 14.0             | 0.085         | 20.6              | 0.949       | 65.7    |
| 10           | 16.3   | 0.632         | 12.9             | 0.360         | 20.4              | 0.949       | 62.1    |
| 11           | 15.7   | 0.709         | 12.3             | 0.519         | 20.1              | 0.949       | 60.9    |
| 12           | 15.5   | 0.743         | 12.0             | 0.585         | 19.9              | 0.949       | 60.5    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f, R_{si}$  je teplotní faktor.

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4   | e     |
|-------------|------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 20.1 | 19.9 | 15.4 | -12.7 | -12.7 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1324 | 291  | 227   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2348 | 2329 | 1754 | 204   | 203   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny |           | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m <sup>2</sup> s)] |
|-----------------|--------------------------|-----------|--|
|                 | levá                     | pravá [m] |  |
| 1               | 0.4000                   | 0.4000    | 3.460E-0008  |

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0300 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**  
 Množství vypařené vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **13.4202 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**  
 Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

| Číslo | Název          | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok |        |        |        |         |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
|       |                | pod 60%   | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1     | Sádrová omítka | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 2     | Porotherm 24   | 181   | 184    | ---    | ---    | ---     |
| 3     | Isover TF Prof | ---   | ---    | 214    | 151    | ---     |
| 4     | Baumit silikon | ---   | ---    | 214    | 151    | ---     |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** Obvodová stěna - Porotherm 24

**Rekapitulace vstupních dat**

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :        | 50,0 % (+5,0%) |

**Skladba konstrukce**

| Číslo | Název vrstvy             | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-] |
|-------|--------------------------|-------|---------------|--------|
| 1     | Sádrová omítka           | 0,010 | 0,570         | 10,0   |
| 2     | Porotherm 24             | 0,240 | 0,380         | 10,0   |
| 3     | Isover TF Profi          | 0,150 | 0,038         | 1,0    |
| 4     | Baumit silikonová omítka | 0,002 | 0,700         | 70,0   |

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,949$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,210 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

**III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,108 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Baumit silikonová omítka).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.  
 Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0300 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$   
 Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 13,4202 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

## 5.4 Podlaha na terénu

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

#### Teplo 2017

Název úlohy : **Podlaha na terénu**

Zpracovatel : Hana Matysová

Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji

Datum : 14. 11. 2017

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty

Korekce součinitele prostupu  $dU$  :  $0.000 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-]   | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|----------|------------|
| 1     | Dlažba keramic | 0,0100 | 1,0100           | 840,0        | 2000,0     | 200,0    | 0.0000     |
| 2     | Anhyment       | 0,0500 | 1,2000           | 840,0        | 2100,0     | 20,0     | 0.0000     |
| 3     | PE folie       | 0,0001 | 0,3500           | 1470,0       | 900,0      | 144000,0 | 0.0000     |
| 4     | Isover N       | 0,0200 | 0,0370           | 800,0        | 100,0      | 1,0      | 0.0000     |
| 5     | Isover EPS 100 | 0,1600 | 0,0370           | 1270,0       | 21,0       | 50,0     | 0.0000     |
| 6     | Glastek 40 Spe | 0,0040 | 0,2100           | 1470,0       | 1200,0     | 30000,0  | 0.0000     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy     | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|----------------------------|--------------------------------|
| 1     | Dlažba keramická           | ---                            |
| 2     | Anhyment                   | ---                            |
| 3     | PE folie                   | ---                            |
| 4     | Isover N                   | ---                            |
| 5     | Isover EPS 100 S           | ---                            |
| 6     | Glastek 40 Special Mineral | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  :  $0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  :  $0.00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  :  $5.0 \text{ C}$

Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  :  $21.0 \text{ C}$

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  :  $99.0 \%$

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  :  $55.0 \%$

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.936 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.196 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírazkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 7.7E+0011 m/s

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.23 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.952**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1410.09 Ws/m<sup>2</sup>K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 6.89 C

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** Podlaha na terénu

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T<sub>i</sub>: 20,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota T<sub>iM</sub>: 20,0 C  
 Návrhová venkovní teplota T<sub>ae</sub>: -15,0 C  
 Teplota na vnější straně T<sub>e</sub>: 5,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub>: 21,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

| Číslo | Název vrstvy               | d [m]  | Lambda [W/mK] | Mi [-]   |
|-------|----------------------------|--------|---------------|----------|
| 1     | Dlažba keramická           | 0,010  | 1,010         | 200,0    |
| 2     | Anhyment                   | 0,050  | 1,200         | 20,0     |
| 3     | PE folie                   | 0,0001 | 0,350         | 144000,0 |
| 4     | Isover N                   | 0,020  | 0,037         | 1,0      |
| 5     | Isover EPS 100 S           | 0,160  | 0,037         | 50,0     |
| 6     | Glastek 40 Special Mineral | 0,004  | 0,210         | 30000,0  |

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f<sub>Rsi,N</sub> = f<sub>Rsi,cr</sub> = 0,435  
 Vypočtená průměrná hodnota: f<sub>Rsi,m</sub> = 0,952

Kritický teplotní faktor f<sub>Rsi,cr</sub> byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota f<sub>Rsi,m</sub> (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U<sub>N</sub> = 0,45 W/m<sup>2</sup>K  
 Vypočtená hodnota: U = 0,196 W/m<sup>2</sup>K

**U < U<sub>N</sub> ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

## 5.5 Terasa

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

#### Teplo 2017

Název úlohy : **Terasa**  
 Zpracovatel : Hana Matysová  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 23. 4. 2018

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m <sup>3</sup> ] | Mi [-]  | Ma [kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|---------|-------------------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0    | 0.0000                  |
| 2     | Železobeton    | 0,2000 | 1,7400           | 1020,0       | 2500,0                  | 32,0    | 0.0000                  |
| 3     | Poriment PS    | 0,0900 | 0,1070           | 840,0        | 420,0                   | 15,0    | 0.0000                  |
| 4     | Glastek 40 Spe | 0,0040 | 0,2100           | 1470,0       | 1200,0                  | 30000,0 | 0.0000                  |
| 5     | Isover EPS 200 | 0,2000 | 0,0340           | 1270,0       | 30,0                    | 70,0    | 0.0000                  |
| 6     | Alkorplan 35 1 | 0,0018 | 0,1600           | 960,0        | 1300,0                  | 20000,0 | 0.0000                  |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy     | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|----------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka             | ---                            |
| 2     | Železobeton                | ---                            |
| 3     | Poriment PS                | ---                            |
| 4     | Glastek 40 Special Mineral | ---                            |
| 5     | Isover EPS 200S            | ---                            |
| 6     | Alkorplan 35 177           | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31 744             | 21.0    | 53.9    | 1339.7  | -4.4   | 81.2    | 342.9   |
| 2     | 28 672             | 21.0    | 56.0    | 1391.9  | -2.9   | 80.8    | 387.4   |
| 3     | 31 744             | 21.0    | 57.5    | 1429.2  | 1.0    | 79.5    | 521.8   |



|    |    |     |      |      |        |      |      |        |
|----|----|-----|------|------|--------|------|------|--------|
| 4  | 30 | 720 | 21.0 | 59.3 | 1473.9 | 5.7  | 77.5 | 709.4  |
| 5  | 31 | 744 | 21.0 | 63.4 | 1575.9 | 10.7 | 74.5 | 958.1  |
| 6  | 30 | 720 | 21.0 | 67.2 | 1670.3 | 13.9 | 72.0 | 1142.9 |
| 7  | 31 | 744 | 21.0 | 69.2 | 1720.0 | 15.5 | 70.4 | 1239.1 |
| 8  | 31 | 744 | 21.0 | 68.5 | 1702.6 | 15.0 | 70.9 | 1208.4 |
| 9  | 30 | 720 | 21.0 | 64.1 | 1593.3 | 11.3 | 74.1 | 991.8  |
| 10 | 31 | 744 | 21.0 | 59.7 | 1483.9 | 6.3  | 77.1 | 735.7  |
| 11 | 30 | 720 | 21.0 | 57.5 | 1429.2 | 0.9  | 79.5 | 518.1  |
| 12 | 31 | 744 | 21.0 | 56.5 | 1404.4 | -2.6 | 80.7 | 396.8  |

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.886 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.142 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 9.5E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 799.8  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.1 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.82 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.965

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |          |                  |       | Vypočtené hodnoty |       |         |
|--------------|--|----------|------------------|-------|-------------------|-------|---------|
|              | ----- 80% -----  |          | ----- 100% ----- |       | Tsi[C]            | f,Rsi | RHsi[%] |
| Tsi,m[C]     | f,Rsi,m  | Tsi,m[C] | f,Rsi,m          |       |                   |       |         |
| 1            | 14.7   | 0.753    | 11.3             | 0.619 | 20.1              | 0.965 | 56.9    |
| 2            | 15.3   | 0.762    | 11.9             | 0.619 | 20.2              | 0.965 | 58.9    |
| 3            | 15.7   | 0.737    | 12.3             | 0.565 | 20.3              | 0.965 | 60.0    |
| 4            | 16.2   | 0.687    | 12.8             | 0.462 | 20.5              | 0.965 | 61.3    |
| 5            | 17.3   | 0.638    | 13.8             | 0.300 | 20.6              | 0.965 | 64.8    |
| 6            | 18.2   | 0.605    | 14.7             | 0.111 | 20.8              | 0.965 | 68.2    |
| 7            | 18.7   | 0.575    | 15.1             | ----- | 20.8              | 0.965 | 70.0    |
| 8            | 18.5   | 0.583    | 15.0             | ----- | 20.8              | 0.965 | 69.4    |
| 9            | 17.4   | 0.633    | 14.0             | 0.274 | 20.7              | 0.965 | 65.4    |
| 10           | 16.3   | 0.682    | 12.9             | 0.447 | 20.5              | 0.965 | 61.6    |
| 11           | 15.7   | 0.738    | 12.3             | 0.567 | 20.3              | 0.965 | 60.0    |
| 12           | 15.5   | 0.765    | 12.0             | 0.620 | 20.2              | 0.965 | 59.4    |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5  | 5-6   | e     |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 20.5 | 20.4 | 19.9 | 15.8 | 15.7 | -12.8 | -12.8 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1366 | 1323 | 1314 | 504  | 409   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2413 | 2400 | 2319 | 1795 | 1784 | 202   | 201   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny [m] |        | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|------------------------------|--------|---|
|                 | levá                         | pravá  |   |
| 1               | 0.5040                       | 0.5040 | 1.440E-0009                                 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0061 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0524 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**

| Měsíc | Hranice kond.zóny v m od interiéru |        | Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc |        | Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc<br>Mc/Mev | Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc<br>Ma |
|-------|------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|--|--|
|       | levá                               | pravá  | g,in                                | g,out  |  |  |
| 11    | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0028                              | 0.0020 | 0.0008                                     | 0.0008                                 |
| 12    | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0034                              | 0.0015 | 0.0019                                     | 0.0027                                 |
| 1     | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0033                              | 0.0012 | 0.0021                                     | 0.0049                                 |
| 2     | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0031                              | 0.0013 | 0.0018                                     | 0.0066                                 |
| 3     | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0029                              | 0.0021 | 0.0008                                     | 0.0074                                 |
| 4     | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0020                              | 0.0031 | -0.0011                                    | 0.0063                                 |
| 5     | 0.5040                             | 0.5040 | 0.0011                              | 0.0050 | -0.0039                                    | 0.0024                                 |
| 6     | ---                                | ---    | 0.0003                              | 0.0065 | -0.0062                                    | 0.0000                                 |
| 7     | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---  | ---                                    |
| 8     | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---  | ---                                    |
| 9     | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---  | ---                                    |
| 10    | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---  | ---                                    |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0074 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0074 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0074 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $M_{c,a} < M_{ev,a}$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

| Číslo | Název          | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok |        |        |        |         |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
|       |                | pod 60%   | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1     | Sádrová omítka | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 2     | Železobeton    | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 3     | Poriment PS    | ---   | 273    | 92     | ---    | ---     |
| 4     | Glastek 40 Spe | ---   | 273    | 92     | ---    | ---     |
| 5     | Isover EPS 200 | ---   | ---    | 92     | 30     | 243     |
| 6     | Alkorplan 35 1 | ---   | ---    | 92     | 30     | 243     |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze srovnání dřeviny pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Terasa

### Rekapitulace vstupních dat

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :        | 50,0 % (+5,0%) |

### Skladba konstrukce

| Číslo | Název vrstvy               | d [m]  | Lambda [W/mK] | Mi [-]  |
|-------|----------------------------|--------|---------------|---------|
| 1     | Sádrová omítka             | 0,010  | 0,570         | 10,0    |
| 2     | Železobeton                | 0,200  | 1,740         | 32,0    |
| 3     | Poriment PS                | 0,090  | 0,107         | 15,0    |
| 4     | Glastek 40 Special Mineral | 0,004  | 0,210         | 30000,0 |
| 5     | Isover EPS 200S            | 0,200  | 0,034         | 70,0    |
| 6     | Alkorplan 35 177           | 0,0018 | 0,160         | 20000,0 |

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,965$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{i,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,142 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{i,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

- Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
- Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
- Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:

zóna č. 1:  $0,070 \text{ kg/m}^2\text{rok}$  (materiál: Alkorplan 35 177).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,070 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti  $M_{c,a} = 0,0074 \text{ kg/m}^2$

Na konci modelového roku je zóna suchá.

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{a,vysl} = 0 \text{ kg/m}^2$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 5.6 Plochá střecha

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

#### Teplo 2017

Název úlohy : **Plochá střecha**  
 Zpracovatel : Hana Matysová  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 28. 11. 2017

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m <sup>3</sup> ] | Mi [-]  | Ma [kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|---------|-------------------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0    | 0.0000                  |
| 2     | Železobeton    | 0,2300 | 1,7400           | 1020,0       | 2500,0                  | 32,0    | 0.0000                  |
| 3     | Glastek 40 Spe | 0,0040 | 0,2100           | 1470,0       | 1200,0                  | 30000,0 | 0.0000                  |
| 4     | Isover EPS 100 | 0,2200 | 0,0370           | 1270,0       | 21,0                    | 50,0    | 0.0000                  |
| 5     | Alkorplan 35 1 | 0,0018 | 0,1600           | 960,0        | 1300,0                  | 20000,0 | 0.0000                  |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy     | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|----------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka             | ---                            |
| 2     | Železobeton                | ---                            |
| 3     | Glastek 40 Special Mineral | ---                            |
| 4     | Isover EPS 100 S           | ---                            |
| 5     | Alkorplan 35 176           | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1     | 31 744             | 21.0    | 53.9    | 1339.7  | -4.4   | 81.2    | 342.9   |
| 2     | 28 672             | 21.0    | 56.0    | 1391.9  | -2.9   | 80.8    | 387.4   |
| 3     | 31 744             | 21.0    | 57.5    | 1429.2  | 1.0    | 79.5    | 521.8   |
| 4     | 30 720             | 21.0    | 59.3    | 1473.9  | 5.7    | 77.5    | 709.4   |
| 5     | 31 744             | 21.0    | 63.4    | 1575.9  | 10.7   | 74.5    | 958.1   |
| 6     | 30 720             | 21.0    | 67.2    | 1670.3  | 13.9   | 72.0    | 1142.9  |

|    |    |     |      |      |        |      |      |        |
|----|----|-----|------|------|--------|------|------|--------|
| 7  | 31 | 744 | 21.0 | 69.2 | 1720.0 | 15.5 | 70.4 | 1239.1 |
| 8  | 31 | 744 | 21.0 | 68.5 | 1702.6 | 15.0 | 70.9 | 1208.4 |
| 9  | 30 | 720 | 21.0 | 64.1 | 1593.3 | 11.3 | 74.1 | 991.8  |
| 10 | 31 | 744 | 21.0 | 59.7 | 1483.9 | 6.3  | 77.1 | 735.7  |
| 11 | 30 | 720 | 21.0 | 57.5 | 1429.2 | 0.9  | 79.5 | 518.1  |
| 12 | 31 | 744 | 21.0 | 56.5 | 1404.4 | -2.6 | 80.7 | 396.8  |

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechem a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 6.126 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.160 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 9.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 518.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.4 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.68 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.961**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

| Číslo měsíce          | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: |                       |                    |       | Vypočtené hodnoty   |                  |                      |
|-----------------------|--|-----------------------|--------------------|-------|---------------------|------------------|----------------------|
|                       | ----- 80% -----  |                       | ----- 100% -----   |       | T <sub>si</sub> [C] | f <sub>Rsi</sub> | RH <sub>si</sub> [%] |
| T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub>   | T <sub>si,m</sub> [C] | f <sub>Rsi,m</sub> |       |                     |                  |                      |
| 1                     | 14.7   | 0.753                 | 11.3               | 0.619 | 20.0                | 0.961            | 57.3                 |
| 2                     | 15.3   | 0.762                 | 11.9               | 0.619 | 20.1                | 0.961            | 59.3                 |
| 3                     | 15.7   | 0.737                 | 12.3               | 0.565 | 20.2                | 0.961            | 60.3                 |
| 4                     | 16.2   | 0.687                 | 12.8               | 0.462 | 20.4                | 0.961            | 61.5                 |
| 5                     | 17.3   | 0.638                 | 13.8               | 0.300 | 20.6                | 0.961            | 65.0                 |
| 6                     | 18.2   | 0.605                 | 14.7               | 0.111 | 20.7                | 0.961            | 68.4                 |
| 7                     | 18.7   | 0.575                 | 15.1               | ----- | 20.8                | 0.961            | 70.1                 |
| 8                     | 18.5   | 0.583                 | 15.0               | ----- | 20.8                | 0.961            | 69.5                 |
| 9                     | 17.4   | 0.633                 | 14.0               | 0.274 | 20.6                | 0.961            | 65.6                 |
| 10                    | 16.3   | 0.682                 | 12.9               | 0.447 | 20.4                | 0.961            | 61.8                 |
| 11                    | 15.7   | 0.738                 | 12.3               | 0.567 | 20.2                | 0.961            | 60.3                 |
| 12                    | 15.5   | 0.765                 | 12.0               | 0.620 | 20.1                | 0.961            | 59.8                 |

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4  | 4-5   | e     |
|-------------|------|------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 20.5 | 20.4 | 19.6 | 19.5 | -12.7 | -12.8 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1366 | 1316 | 490  | 414   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2404 | 2390 | 2286 | 2271 | 203   | 202   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny [m] |        | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|------------------------------|--------|---|
|                 | levá                         | pravá  |   |
| 1               | 0.4640                       | 0.4640 | 1.477E-0009                                 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0063 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0526 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**

| Měsíc | Hranice kond.zóny v m od interiéru |        | Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc |        | Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev | Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma |
|-------|------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|---|-------------------------------------|
|       | levá                               | pravá  | g,in                                | g,out  |   |                                     |
| 11    | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0029                              | 0.0020 | 0.0008                                  | 0.0008                              |
| 12    | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0035                              | 0.0015 | 0.0020                                  | 0.0028                              |
| 1     | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0034                              | 0.0013 | 0.0022                                  | 0.0050                              |
| 2     | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0032                              | 0.0013 | 0.0018                                  | 0.0069                              |
| 3     | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0030                              | 0.0021 | 0.0008                                  | 0.0077                              |
| 4     | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0021                              | 0.0031 | -0.0010                                 | 0.0067                              |
| 5     | 0.4640                             | 0.4640 | 0.0011                              | 0.0050 | -0.0039                                 | 0.0028                              |
| 6     | ---                                | ---    | 0.0003                              | 0.0065 | -0.0062                                 | 0.0000                              |
| 7     | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---                                     | ---                                 |
| 8     | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---                                     | ---                                 |
| 9     | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---                                     | ---                                 |
| 10    | ---                                | ---    | ---                                 | ---    | ---                                     | ---                                 |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0077 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0077 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0077 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $M_{c,a} < M_{ev,a}$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

| Číslo | Název          | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok |        |        |        |         |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
|       |                | pod 60%   | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1     | Sádrová omítka | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 2     | Železobeton    | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 3     | Glastek 40 Spe | 151   | 214    | ---    | ---    | ---     |
| 4     | Isover EPS 100 | ---   | ---    | 92     | 30     | 243     |
| 5     | Alkorplan 35 1 | ---   | ---    | 92     | 30     | 243     |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** Plochá střecha

### Rekapitulace vstupních dat

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :          | 50,0 % (+5,0%) |

### Skladba konstrukce

| Číslo | Název vrstvy               | d [m]  | Lambda [W/mK] | Mi [-]  |
|-------|----------------------------|--------|---------------|---------|
| 1     | Sádrová omítka             | 0,010  | 0,570         | 10,0    |
| 2     | Železobeton                | 0,230  | 1,740         | 32,0    |
| 3     | Glastek 40 Special Mineral | 0,004  | 0,210         | 30000,0 |
| 4     | Isover EPS 100 S           | 0,220  | 0,037         | 50,0    |
| 5     | Alkorplan 35 176           | 0,0018 | 0,160         | 20000,0 |

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,961$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{i,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{i,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:

zóna č. 1: 0,070 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Alkorplan 35 176).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,070 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akum. vlhkosti  $M_{c,a} = 0,0077 \text{ kg/m}^2$

Na konci modelového roku je zóna suchá.

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{a,vysl} = 0 \text{ kg/m}^2$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 5.7 Mezibytová stěna – Železobeton

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

#### Teplo 2017

Název úlohy : **Mezibytová stěna - Železobeton**  
 Zpracovatel : TT 2017  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 28. 11. 2017

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D<br>[m] | Lambda<br>[W/(m.K)] | c<br>[J/(kg.K)] | Ro<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Mi<br>[-] | Ma<br>[kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|----------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100   | 0,5700              | 1000,0          | 1300,0                     | 10,0      | 0.0000                     |
| 2     | Železobeton    | 0,2500   | 1,7400              | 1020,0          | 2500,0                     | 32,0      | 0.0000                     |
| 3     | Sádrová omítka | 0,0100   | 0,5700              | 1000,0          | 1300,0                     | 10,0      | 0.0000                     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka         | ---                            |
| 2     | Železobeton            | ---                            |
| 3     | Sádrová omítka         | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

#### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.179 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **2.279 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 2.30 / 2.33 / 2.38 / 2.48 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.



**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

|  |               |
|--|---------------|
| Difúzní odpor konstrukce $Z_{pT}$ :                              | 4.4E+0010 m/s |
| Teplotní útlum konstrukce $N_{y^*}$ podle EN ISO 13786 :         | 16.4          |
| Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_{si^*}$ podle EN ISO 13786 : | 8.7 h         |

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

|  |              |
|--|--------------|
| Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ : | 5.79 C       |
| Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$ :          | <b>0.553</b> |

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 10.9 | 9.6  | -1.6 | -2.9 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1352 | 181  | 166  |
| p,sat [Pa]: | 1306 | 1192 | 536  | 478  |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází k povrchové kondenzaci vodní páry.

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|---|
| 1               | 0.0000                            | 0.0100    | 2.002E-0007                                 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$ : | <b>2.0341 kg/(m2.rok)</b>  |
| Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ :  | <b>32.6001 kg/(m2.rok)</b> |

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** Mezibytová stěna - Železobeton

**Rekapitulace vstupních dat**

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :        | 50,0 % (+5,0%) |

**Skladba konstrukce**

| Číslo | Název vrstvy   | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-] |
|-------|----------------|-------|---------------|--------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,010 | 0,570         | 10,0   |
| 2     | Železobeton    | 0,250 | 1,740         | 32,0   |
| 3     | Sádrová omítka | 0,010 | 0,570         | 10,0   |

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Požadavek: $U_{,N}$ =    | 2,70 W/m2K  |
| Vypočtená hodnota: $U$ = | 2,279 W/m2K |

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krovků v zateplené šikmé střeše).

## 5.8 Mezibytová stěna – Porotherm 25 AKU SYM

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

#### Teplo 2017

Název úlohy : **Mezibytová stěna - Porotherm 25 AKU SYM**  
 Zpracovatel : Hana Matysová  
 Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji  
 Datum : 28. 11. 2017

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m <sup>3</sup> ] | Mi [-] | Ma [kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|--------|-------------------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0   | 0.0000                  |
| 2     | Porotherm 25 A | 0,2500 | 0,3400           | 1000,0       | 1020,0                  | 10,0   | 0.0000                  |
| 3     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0   | 0.0000                  |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka         | ---                            |
| 2     | Porotherm 25 AKU SYM   | ---                            |
| 3     | Sádrová omítka         | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

#### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.770 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.971 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.99 / 1.02 / 1.07 / 1.17 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

|  |               |
|--|---------------|
| Difúzní odpor konstrukce $Z_{pT}$ :                              | 1.4E+0010 m/s |
| Teplotní útlum konstrukce $N_{y^*}$ podle EN ISO 13786 :         | 28.6          |
| Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_{si^*}$ podle EN ISO 13786 : | 10.1 h        |

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

|  |              |
|--|--------------|
| Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ : | 13.61 C      |
| Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$ :          | <b>0.783</b> |

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 16.7 | 16.1 | -8.1 | -8.7 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1323 | 211  | 166  |
| p,sat [Pa]: | 1901 | 1833 | 306  | 291  |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 8.895E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** Mezibytová stěna - Porotherm 25 AKU SYM

**Rekapitulace vstupních dat**

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :        | 50,0 % (+5,0%) |

**Skladba konstrukce**

| Číslo | Název vrstvy         | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-] |
|-------|----------------------|-------|---------------|--------|
| 1     | Sádrová omítka       | 0,010 | 0,570         | 10,0   |
| 2     | Porotherm 25 AKU SYM | 0,250 | 0,340         | 10,0   |
| 3     | Sádrová omítka       | 0,010 | 0,570         | 10,0   |

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Požadavek: $U_{,N}$ =    | 2,70 W/m <sup>2</sup> K  |
| Vypočtená hodnota: $U$ = | 0,971 W/m <sup>2</sup> K |

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

## 5.9 Vnitřní stěna – vytápěný / nevytápěný prostor

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017

Název úlohy : **Vnitřní stěna - vytápěný/nevytápěný prostor**

Zpracovatel : Hana Matysová

Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji

Datum : 22. 4. 2018

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m <sup>3</sup> ] | Mi [-] | Ma [kg/m <sup>2</sup> ] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|--------|-------------------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0   | 0.0000                  |
| 2     | Železobeton    | 0,2000 | 1,7400           | 1020,0       | 2500,0                  | 32,0   | 0.0000                  |
| 3     | Isover Aku     | 0,0500 | 0,0380           | 800,0        | 40,0                    | 1,0    | 0.0000                  |
| 4     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0                  | 10,0   | 0.0000                  |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka         | ---                            |
| 2     | Železobeton            | ---                            |
| 3     | Isover Aku             | ---                            |
| 4     | Sádrová omítka         | ---                            |

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

#### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.466 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.579 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub>: 0.60 / 0.63 / 0.68 / 0.78 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

|  |               |
|--|---------------|
| Difúzní odpor konstrukce $Z_{pT}$ :                              | 3.5E+0010 m/s |
| Teplotní útlum konstrukce $N_{y^*}$ podle EN ISO 13786 :         | 89.8          |
| Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_{si^*}$ podle EN ISO 13786 : | 8.5 h         |

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:**

|  |              |
|--|--------------|
| Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ : | 16.40 C      |
| Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$ :          | <b>0.865</b> |

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | 3-4   | e     |
|-------------|------|------|------|-------|-------|
| theta [C]:  | 18.4 | 18.1 | 15.8 | -10.1 | -10.4 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1349 | 193  | 184   | 166   |
| p,sat [Pa]: | 2120 | 2075 | 1798 | 257   | 249   |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.611E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** Vnitřní stěna - vytápěný/nevytápěný prostor

**Rekapitulace vstupních dat**

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :            | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :        | 50,0 % (+5,0%) |

**Skladba konstrukce**

| Číslo | Název vrstvy   | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-] |
|-------|----------------|-------|---------------|--------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,010 | 0,570         | 10,0   |
| 2     | Železobeton    | 0,200 | 1,740         | 32,0   |
| 3     | Isover Aku     | 0,050 | 0,038         | 1,0    |
| 4     | Sádrová omítka | 0,010 | 0,570         | 10,0   |

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,865$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U, N = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,579 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N \dots$  POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

**III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
 3. Roční množství kondenzátu  $M_c$ , a musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ ,  
 nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

## 5.10 Vnitřní stěna – vytápěný / nevytápěný prostor

### KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplota 2017**

Název úlohy : **vnitřní stěna - vytápěný/nevytápěný prostor**

Zpracovatel : Hana Matysová

Zakázka : Polyfunkční dům ve Středočeském kraji

Datum : 22.4.2018

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
 Korekce součinitele prostupu  $dU : 0.000 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

| Číslo | Název          | D [m]  | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0     | 10,0   | 0.0000     |
| 2     | Porotherm 25 A | 0,2500 | 0,3400           | 1000,0       | 1020,0     | 10,0   | 0.0000     |
| 3     | Sádrová omítka | 0,0100 | 0,5700           | 1000,0       | 1300,0     | 10,0   | 0.0000     |

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|--------------------------------|
| 1     | Sádrová omítka         | ---                            |
| 2     | Porotherm 25 AKU SYM   | ---                            |
| 3     | Sádrová omítka         | ---                            |

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si} : 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si} : 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se} : 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se} : 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

|  |         |
|--|---------|
| Návrhová venkovní teplota $T_e$ :                        | -13.0 C |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :            | 21.0 C  |
| Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $R_{He}$ : | 84.0 %  |
| Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $R_{Hi}$ :  | 55.0 %  |

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| Tepelný odpor konstrukce R :             | 0.770 m <sup>2</sup> K/W      |
| Součinitel prostupu tepla konstrukce U : | <b>0.971 W/m<sup>2</sup>K</b> |

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.99 / 1.02 / 1.07 / 1.17 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

|   |               |
|---|---------------|
| Difúzní odpor konstrukce $Z_p T$ :                            | 1.4E+0010 m/s |
| Teplotní útlum konstrukce $N_y^*$ podle EN ISO 13786 :        | 28.6          |
| Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_i^*$ podle EN ISO 13786 : | 10.1 h        |

### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

|  |              |
|--|--------------|
| Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ : | 13.61 C      |
| Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$ :          | <b>0.783</b> |

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.

### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

| rozhraní:   | i    | 1-2  | 2-3  | e    |
|-------------|------|------|------|------|
| theta [C]:  | 16.7 | 16.1 | -8.1 | -8.7 |
| p [Pa]:     | 1367 | 1323 | 211  | 166  |
| p,sat [Pa]: | 1901 | 1833 | 306  | 291  |

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 8.895E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

**Název konstrukce:** vnitřní stěna - vytápěný/nevytápěný prostor

### Rekapitulace vstupních dat

|   |                |
|---|----------------|
| Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :                | 20,0 C         |
| Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ : | 20,0 C         |
| Návrhová venkovní teplota $T_e$ :               | -13,0 C        |
| Teplota na vnější straně $T_e$ :                | -13,0 C        |
| Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :   | 21,0 C         |
| Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :        | 50,0 % (+5,0%) |

### Skladba konstrukce

| Číslo | Název vrstvy   | d [m] | Lambda [W/mK] | Mi [-] |
|-------|----------------|-------|---------------|--------|
| 1     | Sádrová omítka | 0,010 | 0,570         | 10,0   |

|   |                      |       |       |      |
|---|----------------------|-------|-------|------|
| 2 | Porotherm 25 AKU SYM | 0,250 | 0,340 | 10,0 |
| 3 | Sádrová omítka       | 0,010 | 0,570 | 10,0 |

#### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,783$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

#### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{i,N} = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,971 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{i,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

#### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**