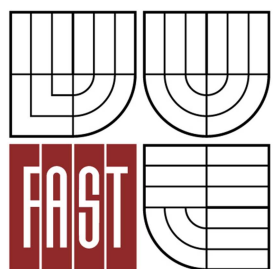




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## C2.2 – TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ

RODINNÝ DŮM  
FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

TOMÁŠ STUDENÝ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ HLAVAČKA

BRNO 2013

# OBSAH

|   |   |
|---|---|
| 1. Identifikační údaje  | 2 |
| 2. Seznam použitých podkladů  | 2 |
| 3. Energetický štítek obálky budovy   | 3 |
| 4. Protokol pro energetický štítek budovy   | 4 |
| 5. Předběžná tepelná ztráta budovy - obálková metoda                                      | 6 |
| 6. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí – součinitel prostupu tepla                    | 7 |
| 7. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí – nejnižší povrchová teplota a teplotní faktor | 8 |

## 1. Identifikační údaje

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Název stavby:                  | Rodinný dům  |
| Místo stavby:                  | Lipůvka  |
| Obec a k.ú.:                   | Lipůvka, k.ú. Lipůvka                              |
| Kraj:                          | Jihomoravský                                       |
| Parcelní číslo:                | Stav. parcela 172                                  |
| Stupeň projektové dokumentace: | Dokumentace pro stav. řízení                       |
| Stavebník:                     | Petra Panáková, Komenského 1566,<br>Dubňany 696 03 |
| Projektant:                    | Tomáš Studený, Merhautova 104,<br>Brno 613 00      |
| Datum:                         | Duben 2013   |

## 2. Seznam použitých podkladů

- Stavební výkresy, projektová dokumentace
  - Zákony, vyhlášky, nařízení vlády
- ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – požadavky
- ČSN 73 0540-3 – Tepelná ochrana budov – návrhové veličiny

### 3. Energetický štítek obálky budovy

|   |       |       |                                 |       |                            |                  |
|---|-------|-------|---------------------------------|-------|----------------------------|------------------|
| Rodinný dům<br>Lipůvka, Lipůvka 441, 679 22   |       |       |                                 |       | Hodnocení obálky<br>budovy |                  |
| Celková podlahová plocha: 236,22 m <sup>2</sup>   |       |       |                                 |       | stávající                  | doporučení       |
| <div>CI    Velmi úsporná</div> <div><div><div>A</div></div></div> <div>0,5</div> <div><div><div>B</div></div></div> <div>0,75</div> <div><div><div>C</div></div></div> <div>1,0</div> <div><div><div>D</div></div></div> <div>1,5</div> <div><div><div>E</div></div></div> <div>2,0</div> <div><div><div>F</div></div></div> <div>2,5</div> <div><div><div>G</div></div></div> <div>Mimořádně ne<span>hospodárná</span></div> |       |       |                                 |       | <div>0,331</div>           | <div>0,334</div> |
| KLASIFIKACE: ÚSPORNÁ  |       |       |                                 |       |                            |                  |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy  |       |       |                                 |       | 0,331                      |                  |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky   |       |       |                                 |       | 0,446                      |                  |
| Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty $U_{em}$  |       |       |                                 |       |                            |                  |
| CI  | 0,5   | 0,75  | 1,0                             | 1,5   | 2,0                        | 2,5              |
| $U_{em}$  | 0,223 | 0,334 | 0,446                           | 0,669 | 0,892                      | 1,115            |
| Platnost štítku do: 20.4.2014   |       |       | Datum: 20.4.2013                |       |                            |                  |
|   |       |       | Jméno a příjmení: Tomáš Studený |       |                            |                  |

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace.

## 4. Protokol pro energetický štítek budovy

### Identifikační údaje

|   |  |
|---|--|
| Druh stavby<br>Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)<br>Katastrální území a katastrální číslo<br>Provozovatel, popř. budoucí provozovatel | Rodinný dům<br>Lipůvka, Lipůvka 441, 679 22<br>Kat. úz. Lipůvka, č. kat. 172<br>Petra Panáková |
| Stavebník   | Petra Panáková   |
| Adresa  | Komenského 1566, Dubňany   |
| Telefon / e-mail  | 721 968 241 / p.panakova@gmail.com   |

### Charakteristika budovy

|  |   |
|--|---|
| Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy<br>Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy<br>Objemový faktor tvaru budovy A/V | 1283 m <sup>3</sup><br>888 m <sup>2</sup><br>0,69 |
| Převažující vnitřní teplota v otopném období $t_{im}$<br>Vnější návrhová teplota v zimním období $\theta_e$  | 20,0 °C<br>-15,0 °C                               |

### Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

| Ochlazovaná konstrukce | Plocha $A_i$<br><br>(m <sup>2</sup> ) | Součinitel prostupu tepla $U_i$<br><br>(W . m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ) | Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_N$<br><br>(W . m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ) | Činitel teplotní redukce $b_i$<br><br>(-) | Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$<br><br>(W.K <sup>-1</sup> ) | Měrná ztráta prostupem tepla norm. $H_{TN} = A_i \cdot U_N \cdot b_i$<br><br>(W.K <sup>-1</sup> ) |
|------------------------|---------------------------------------|--|---|---|---|---|
| Střecha, terasa        | 236,22                                | 0,132  | 0,24  | 1,00                                      | 31,18   | 56,69   |
| Podlaha A              | 157,42                                | 0,255  | 0,45  | 0,66                                      | 26,49   | 46,75   |
| Podlaha B              | 42,80                                 | 0,264  | 0,45  | 0,66                                      | 7,46  | 12,71   |
| Podlaha C              | 36,00                                 | 0,377  | 0,45  | 0,66                                      | 8,96  | 10,69   |
| Stěna                  | 324,54                                | 0,283  | 0,30  | 1,00                                      | 91,84   | 97,36   |
| Okna                   | 59,7                                  | 1,200  | 1,70  | 1,00                                      | 71,64   | 101,49  |
| Dveře                  | 19,4                                  | 1,100  | 1,70  | 1,00                                      | 21,34   | 32,98   |
| Garáž. vrata           | 11,5                                  | 1,500  | 1,70  | 1,00                                      | 17,25   | 19,55   |
| Celkem                 | $\Sigma = 888$                        |  |   |   | $\Sigma = 276,16$   | $\Sigma = 378,23$   |

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle SN 73 0540-2.

### Stanovení prostupu tepla obálkou

|  |                                    |       |
|--|------------------------------------|-------|
| Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A + \Delta U_{tm}$        | W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> | 0,331 |
| Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N} = H_{TN}/A + \Delta U_{tm}$ | W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> | 0,446 |
| Doporučený průměrný souč. prost. tepla $U_{em,Nrc} = 0,75 \cdot U_{em,N}$  | W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> | 0,334 |
| Klasifikační třída $U_{em} / U_{em,N}$                                     |                                    | 0,742 |

### Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

| Klasifikační třídy | Průměrný součinitel prostupu tepla budovy<br>$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)] | Slovní vyjádření klasifikační třídy | Klasifikační ukazatel |
|--------------------|---|-------------------------------------|-----------------------|
| A                  | $U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$  | Velmi úsporná                       | 0,5                   |
| B                  | $0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$                        | Úsporná                             | 0,57                  |
| C                  | $0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$                                  | Vyhovující                          | 1,0                   |
| D                  | $U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$                                   | Nevyhovující                        | 1,5                   |
| E                  | $1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$                         | Nehospodárná                        | 2,0                   |
| F                  | $2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$                         | Velmi nehospodárná                  | 2,5                   |
| G                  | $U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$   | Mimořádně nehospodárná              |                       |

Klasifikace : Konstrukci klasifikujeme jako úspornou.

Datum vystavení energetického štítku: 20/04/2013

Adresa zpracovatele: Merhautova 104, Brno

Zpracoval: Tomáš Studený

Podpis:.....

## 5. Předběžná tepelná ztráta budovy – obálková metoda

Celková měrná ztráta prostupem:

-z energetického štítku budovy,  $H_T = 276,2$

Celková ztráta prostupem:

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e) = 9667,0$$

$$t_{i,m} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_e = -15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ztráta větráním (přirozené):

-zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_a = 0,8 \cdot V = 1026,4$$

-číslo výměny vzduchu

$$n = 0,5$$

-objemový tok vzduchu (hyg. požadavky)

$$V_{ih} = (n/3600) \cdot V_a = 0,14$$

Celková ztráta větráním:

$$Q_{Vi} = 1300 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 6370,0$$

Celková předběžná tepelná ztráta budovy:

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi} = 16037 \text{ W}$$

|         |
|---------|
| 16,0 kW |
|---------|

## 6. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí – součinitel prostupu tepla

| konstrukce         | č.v. | vrstva                         | d [m] | $\lambda$ [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] | R [m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rsi[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rse[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | U=1/R [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ] |
|--------------------|------|--------------------------------|-------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| střecha,<br>terasa | 1    | 2x modifikovaný asf. Pás (APP) | 0,016 | 0,2000  | 0,0800                               | 0,10                                  | 0,04                                  | 0,132                                     |
|                    | 2    | klínová izolace Rigiroof       | 0,020 | 0,0370  | 0,5405                               |                                       |                                       |   |
|                    | 3    | isover EPS 100S                | 0,240 | 0,0370  | 6,4865                               |                                       |                                       |   |
|                    | 4    | modifikovaný asf. Pás          | 0,008 | 0,2000  | 0,0400                               |                                       |                                       |   |
|                    | 5    | stropní kce Mlako              | 0,250 |   | 0,2900                               |                                       |                                       |   |
|                    | 6    | vnitřní omítka VC              | 0,015 | 0,9900  | 0,0152                               |                                       |                                       |   |
|                    |      |                                |       |   | R= 7.4522                            | RT= 7.5922                            |                                       |   |

| konstrukce     | č.v. | vrstva            | d [m] | $\lambda$ [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] | R [m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rsi[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rse[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | U=1/R [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ] |
|----------------|------|-------------------|-------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| podlaha<br>"A" | 1    | marmoleum "Click" | 0,010 |   | 0,1500                               | 0,17                                  | 0,04                                  | 0,255                                     |
|                | 2    | anhydrit AE20     | 0,060 | 1,2000  | 0,0500                               |                                       |                                       |   |
|                | 3    | separační folie   |       |   |                                      |                                       |                                       |   |
|                | 4    | isover EPS 100S   | 0,130 | 0,0370  | 3,5135                               |                                       |                                       |   |
|                |      |                   |       |   | R= 3,7135                            | RT= 3,9235                            |                                       |   |

| konstrukce     | č.v. | vrstva               | d [m] | $\lambda$ [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] | R [m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rsi[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rse[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | U=1/R [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ] |
|----------------|------|----------------------|-------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| podlaha<br>"B" | 1    | keramická dlažba     | 0,008 | 1,0100  | 0,0079                               | 0,17                                  | 0,04                                  | 0,264                                     |
|                | 2    | lepící tmel          | 0,005 | 1,1600  | 0,0043                               |                                       |                                       |   |
|                | 3    | hydroizolační stěrka | 0,002 | 0,2000  | 0,0100                               |                                       |                                       |   |
|                | 4    | anhydrit AE20        | 0,055 | 1,2000  | 0,0458                               |                                       |                                       |   |
|                | 5    | separační folie      |       |   |                                      |                                       |                                       |   |
|                | 6    | isover EPS 100S      | 0,130 | 0,0370  | 3,5135                               |                                       |                                       |   |
|                |      |                      |       |   | R= 3,5816                            | RT= 3,7916                            |                                       |   |

| konstrukce     | č.v. | vrstva                       | d [m] | $\lambda$ [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] | R [m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rsi[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rse[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | U=1/R [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ] |
|----------------|------|------------------------------|-------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| podlaha<br>"C" | 1    | betonová mazanina + kari síť | 0,120 | 1,3000  | 0,0923                               | 0,17                                  | 0,04                                  | 0,377                                     |
|                | 2    | separační folie              |       |   |                                      |                                       |                                       |   |
|                | 3    | isover EPS 200S              | 0,080 | 0,0340  | 2,3529                               |                                       |                                       |   |
|                |      |                              |       |   | R= 2,4452                            | RT= 2,6552                            |                                       |   |

| konstrukce | č.v. | vrstva             | d [m] | $\lambda$ [Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ] | R [m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rsi[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | Rse[m <sup>2</sup> KW <sup>-1</sup> ] | U=1/R [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ] |
|------------|------|--------------------|-------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| stěna      | 1    | vnitřní omítka VC  | 0,015 | 0,9900  | 0,0152                               | 0,13                                  | 0,04                                  | 0,283                                     |
|            | 2    | PTH 44 P+D         | 0,440 | 0,1400  | 3,1429                               |                                       |                                       |   |
|            | 3    | vnější omítka T.I. | 0,025 | 0,1200  | 0,2083                               |                                       |                                       |   |
|            |      |                    |       | R= 3,3663                                     |                                      | RT= 3,5363                            |                                       |   |



## 7. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí – nejnižší povrchová teplota a teplotní faktor

| konstrukce      | U [Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ] | Θ <sub>e</sub> °C | Θ <sub>si,min</sub> °C | f <sub>R,si</sub> [-] | f <sub>R,siN</sub> [-] | Posudek  |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| střecha, terasa | 0,129                                 | -15               | 19,839                 | 0,96775               | 0,793                  | VYHOVUJE |
| podlaha A       | 0,250                                 | 5                 | 20,000                 | 0,93750               | 0,681                  | VYHOVUJE |
| podlaha B       | 0,258                                 | 5                 | 19,968                 | 0,93550               | 0,681                  | VYHOVUJE |
| podlaha C       | 0,366                                 | 5                 | 19,536                 | 0,90850               | 0,681                  | VYHOVUJE |
| stěna           | 0,273                                 | -15               | 18,543                 | 0,93175               | 0,793                  | VYHOVUJE |

$$\Theta_{si,min} = \Theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\Theta_{ai} - \Theta_e) \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$f_{R,si} = (\Theta_{si} - \Theta_e) / (\Theta_{ai} - \Theta_e) \text{ [-]}$$

$$\Theta_{si} = 21 \text{ [}^{\circ}\text{C]}$$

$$R_{si} = 0,25 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$$

U – přepočítáno s R<sub>si</sub> 0,25

f<sub>r,si</sub> - TAB