

## Tepelný odpor, teplota rosného bodu a průběh kondenzace.

Stavba:	SZŠ Kroměříž		
Místo:	Albertova 4261/25a, Kroměříž	Zadavatel:	
Zpracovatel:			
Zakázka:	SZŠ Kroměříž-úprava SCH4.TOB	Archiv:	
Projektant:	Ing. Ivana Tesaříková	Datum:	21.6.2014
E-mail:	tespora@tespora.cz	Telefon:	571 419 494

### Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008

#### 1 SCH4 - skladba pro variantu 1 - stávající stav Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

Poznámka:  
 šatny

#### 1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

ČSN 73 0540-2:2011: Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

UN,20 = **0,24** Urec,20 = **0,16** Upas,20,h = **0,15** Upas,20,d = **0,10** W/(m<sup>2</sup>.K)

θ<sub>i</sub> = **20** °C UN = **0,24** Urec = **0,16** Upas,h = **0,15** Upas,d = **0,10** W/(m<sup>2</sup>.K)

Výpočet je proveden pro θ<sub>ai</sub> = θ<sub>i</sub> + Δθ<sub>ai</sub> = 20,0 + 1,0 = 21,0 °C

θ<sub>ai</sub> = **21,0** °C φ<sub>i,r</sub> = **55,0** % R<sub>si</sub> = **0,100** m<sup>2</sup>.K/W p<sub>di</sub> = **1 368** Pa p<sup>n</sup><sub>di</sub> = **2 487** Pa

θ<sub>se</sub> = **-15,0** °C φ<sub>se</sub> = **84,0** % R<sub>se</sub> = **0,040** m<sup>2</sup>.K/W p<sub>dse</sub> = **139** Pa p<sup>n</sup><sub>dse</sub> = **165** Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je R<sub>si</sub> = 0,250 m<sup>2</sup>.K/W

#### 1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m <sup>3</sup>	c J/(kg.K)	μ	κμ	λ <sub>k</sub> W/(m.K)	λ <sub>p</sub> W/(m.K)	Z <sub>TM</sub>	Z <sub>w</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>3</sub>
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	1,0	3,0
2	101-022	1.2.2	Železobeton	2 400	1 020,0	29,0	1,000	1,340	1,580	0,00	0,080	1,0	3,0
3	111-014	12.1.4	Keramzit exp. břidlice (700)	700	1 260,0	2,5	1,000	0,170	0,180	0,00	0,025	1,0	3,0
4	109-067	9.6.7	Desky s cementem	1 200	1 580,0	6,5	1,000	0,260	0,350	0,00	0,050	1,0	3,0
5	107-013	7.1.3	Polystyren pěnový EPS (20)	20	1 270,0	40,0	1,000	0,043	0,044	0,04	0,002	1,0	3,0
6	107-013	7.1.3	Polystyren pěnový EPS (20)	20	1 270,0	67,0	1,000	0,043	0,044	0,04	0,002	1,0	3,0
7	101-011	1.1.1	Beton hutný	2 100	1 020,0	17,0	1,000	1,050	1,230	0,00	0,080	1,0	3,0
8	116-01	16.1	Asfaltové pásy	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0
9	141-12	1.12	Bitagit SI	1 245	1 470,0	50 100,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0
10	116-01	16.1	Asfaltové pásy	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokem, rámovou konstrukcí atp.

#### 1.3 Stanovení hodnoty ZTM

1	4	16	21	22	23	24	10
č.v.	Materiál	λ W/(m.K)	Podíl %	Z <sub>TM</sub> Vlhkost	Z <sub>TM</sub> Kotvení	Z <sub>TM</sub> Nehomogenní vrstvy	Z <sub>TM</sub> Celkem
5	Polystyren pěnový EPS (20)	0,044		0,02	0,02	0,00	0,04
6	Polystyren pěnový EPS (20)	0,044		0,02	0,02	0,00	0,04

V ploše hlavní izolační vrstvy Xa se vyskytuje materiál Xb, případně další (Xc, Xd ...), jejichž vliv na součinitel tepelné vodivosti charakteristické výše vyjadřuje součinitel ZTM-N (nehomogenní vrstvy). Vliv vlhkosti na hlavní izolační vrstvu lze zadat pomocí údaje ZTM-V.

#### 1.4 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m.K)	λ <sub>ekv</sub> W/(m.K)	R m <sup>2</sup> .K/W	θ <sub>s</sub> °C	μ <sub>vyp</sub>	Z <sub>p</sub> · 10 <sup>-9</sup> m/s	p <sub>d</sub> Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	8,00	0,880	0,880	0,009	20,0	6,0	0,25	1 368
2	101-022	Železobeton	Z vr.	250,00	1,580	1,580	0,158	19,9	29,0	38,51	1 368
3	111-014	Keramzit exp. břidlice (700)	Z vr.	100,00	0,180	0,180	0,556	18,2	2,5	1,33	1 340
4	109-067	Desky s cementem	Z vr.	25,00	0,350	0,350	0,071	12,4	6,5	0,86	1 339
5	107-013	Polystyren pěnový EPS (20)	Z vr.	60,00	0,044	0,046	1,311	11,7	40,0	12,75	1 339
6	107-013	Polystyren pěnový EPS (20)	Z vr.	50,00	0,044	0,046	1,093	-2,0	67,0	17,80	1 330
7	101-011	Beton hutný	Z vr.	40,00	1,230	1,230	0,033	-13,4	17,0	3,61	1 317
8	116-01	Asfaltové pásy	Z vr.	5,00	0,210	0,210	0,024	-13,7	10 000,0	265,62	1 314
9	141-12	Bitagit SI	Z vr.	3,50	0,210	0,210	0,017	-14,0	50 100,0	931,52	1 125
10	116-01	Asfaltové pásy	Z vr.	8,50	0,210	0,210	0,040	-14,2	10 000,0	451,55	461

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) ΔU<sub>tbk</sub> = **0,050** W/(m<sup>2</sup>.K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

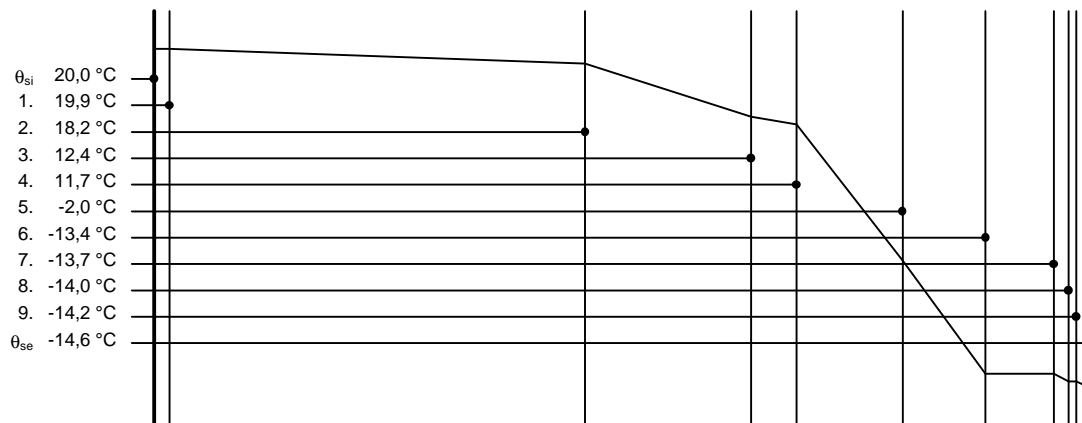
U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ<sub>ekv</sub> u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

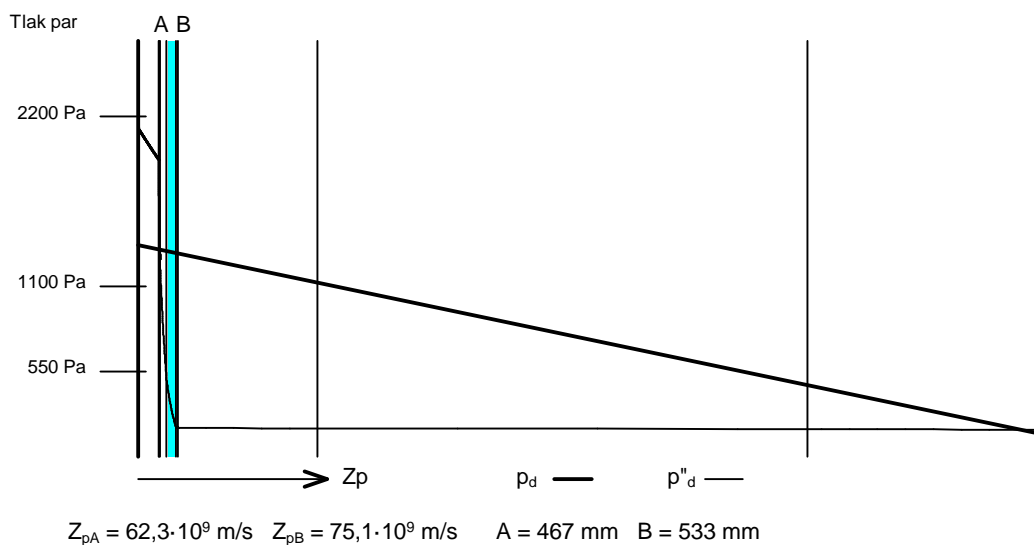
SCH4 - skladba pro variantu 1

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,340$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 822,3$	$kg/m^2$
Tepelný odpor	$R = 3,312$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 3,452$	$m^2 \cdot K/W$			
Difuzní odpor	$Z_p = 1\,723,813$	$\cdot 10^9$ m/s			

1.5 Průběh teploty v konstrukci



1.6 Průběh tlaku vodních par  $p_{dx}$  a  $p''_{dx}$  v konstrukci



Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce nesplňuje požadavek na  $U_N$  a  $U_{rec}$**

$U = 0,33972$   $W/(m^2 \cdot K)$ ; Zaokrouhlo:  $U = 0,340$   $W/(m^2 \cdot K)$ ; požadovaný  $U_N = 0,240$   $W/(m^2 \cdot K)$ ; doporučený  $U_{rec} = 0,160$   $W/(m^2 \cdot K)$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,050$   $W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu:  $f_{Rsi,cr} = 0,793$ ;  $f_{Rsi} = 0,971$  vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry ( $kg/m^2$ )  $M_c = 0,157 > 0,100$  - **konstrukce nevyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry  $M_c - M_{ev} = 0,061$   $kg/m^2$  - **konstrukce nevyhovuje**

**Konstrukce nevyhovuje.**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

**Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.**

Ke kondenzaci vodní páry ( $M_c > 0$ ) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008

## 2 SCH4 - skladba pro variantu 2 - nový stav

Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

Poznámka:

### 2.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

ČSN 73 0540-2:2011: Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

UN,20 = **0,24** Urec,20 = **0,16** Upas,20,h = **0,15** Upas,20,d = **0,10** W/(m².K)

$\theta_i = 20$  °C UN = **0,24** Urec = **0,16** Upas,h = **0,15** Upas,d = **0,10** W/(m².K)

Výpočet je proveden pro  $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$  °C

$\theta_{ai} = 21,0$  °C  $\varphi_{i,r} = 55,0$  %  $R_{si} = 0,100$  m².K/W  $p_{di} = 1\,368$  Pa  $p_{di}^* = 2\,487$  Pa

$\theta_{se} = -15,0$  °C  $\varphi_{se} = 84,0$  %  $R_{se} = 0,040$  m².K/W  $p_{dse} = 139$  Pa  $p_{dse}^* = 165$  Pa

Pro výpočet šíření vlhkosti je  $R_{si} = 0,250$  m².K/W

### 2.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	$\rho$ kg/m³	c J/(kg.K)	$\mu$	$k\mu$	$\lambda_k$ W/(m.K)	$\lambda_p$ W/(m.K)	Z <sub>TM</sub>	Z <sub>w</sub>	z <sub>1</sub>	z <sub>3</sub>
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	1,0	3,0
2	101-022	1.2.2	Železobeton	2 400	1 020,0	29,0	1,000	1,340	1,580	0,00	0,080	1,0	3,0
3	111-014	12.1.4	Keramzit exp. břidlice (700)	700	1 260,0	2,5	1,000	0,170	0,180	0,00	0,025	1,0	3,0
4	109-067	9.6.7	Desky s cementem	1 200	1 580,0	6,5	1,000	0,260	0,350	0,00	0,050	1,0	3,0
5	107-013	7.1.3	Polystyren pěnový EPS (20)	20	1 270,0	40,0	1,000	0,043	0,044	0,04	0,002	1,0	3,0
6	107-013	7.1.3	Polystyren pěnový EPS (20)	20	1 270,0	67,0	1,000	0,043	0,044	0,04	0,002	1,0	3,0
7	101-011	1.1.1	Beton hutný	2 100	1 020,0	17,0	1,000	1,050	1,230	0,00	0,080	1,0	3,0
8	116-01	16.1	Asfaltové pásy	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0
9	141-12	1.1.2	Bitagit SI	1 245	1 470,0	50 100,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0
10	256-011		EPS 100 S	23	1 270,0	70,0	1,000	0,037	0,037	0,04	0,000	1,0	3,0
11	116-01	16.1	Asfaltové pásy	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0

Z<sub>TM</sub> - číselník tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokveří, rámovou konstrukcí atp.

### 2.3 Stanovení hodnoty Z<sub>TM</sub>

1	4	16	21	22	23	24	10
č.v.	Materiál	$\lambda$ W/(m.K)	Podíl %	Z <sub>TM</sub> Vlhkost	Z <sub>TM</sub> Kotvení	Z <sub>TM</sub> Nehomogenní vrstvy	Z <sub>TM</sub> Celkem
5	Polystyren pěnový EPS (20)	0,044		0,02	0,02	0,00	0,04
6	Polystyren pěnový EPS (20)	0,044		0,02	0,02	0,00	0,04
10	EPS 100 S	0,037		0,02	0,02	0,00	0,04

V ploše hlavní izolační vrstvy X<sub>a</sub> se vyskytuje materiál X<sub>b</sub>, případně další (X<sub>c</sub>, X<sub>d</sub> ...), jejichž vliv na součinitel tepelné vodivosti charakteristické výše se vyjadřuje součinitelem Z<sub>TM-N</sub> (nehomogenní vrstvy). Vliv vlhkosti na hlavní izolační vrstvu lze zadat pomocí údaje Z<sub>TM-V</sub>.

### 2.4 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	V <sub>r</sub>	d mm	$\lambda$ W/(m.K)	$\lambda_{ekv}$ W/(m.K)	R m².K/W	$\theta_s$ °C	$\mu_{vyp}$	Z <sub>p</sub> ·10 <sup>-9</sup> m/s	p <sub>d</sub> Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	8,00	0,880	0,880	0,009	20,6	6,0	0,25	1 368
2	101-022	Železobeton	Z vr.	250,00	1,580	1,580	0,158	20,5	29,0	38,51	1 368
3	111-014	Keramzit exp. břidlice (700)	Z vr.	100,00	0,180	0,180	0,556	19,9	2,5	1,33	1 342
4	109-067	Desky s cementem	Z vr.	25,00	0,350	0,350	0,071	17,6	6,5	0,86	1 341
5	107-013	Polystyren pěnový EPS (20)	Z vr.	60,00	0,044	0,046	1,311	17,3	40,0	12,75	1 340
6	107-013	Polystyren pěnový EPS (20)	Z vr.	50,00	0,044	0,046	1,093	11,8	67,0	17,80	1 331
7	101-011	Beton hutný	Z vr.	40,00	1,230	1,230	0,033	7,3	17,0	3,61	1 319
8	116-01	Asfaltové pásy	Z vr.	5,00	0,210	0,210	0,024	7,1	10 000,0	265,62	1 317
9	141-12	Bitagit SI	Z vr.	3,50	0,210	0,210	0,017	7,0	50 100,0	931,52	1 135
10	256-011	EPS 100 S	P vr.	200,00	0,037	0,038	5,198	7,0	70,0	74,37	498
11	116-01	Asfaltové pásy	Z vr.	8,50	0,210	0,210	0,040	-14,7	10 000,0	451,55	448

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,020$  W/(m².K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

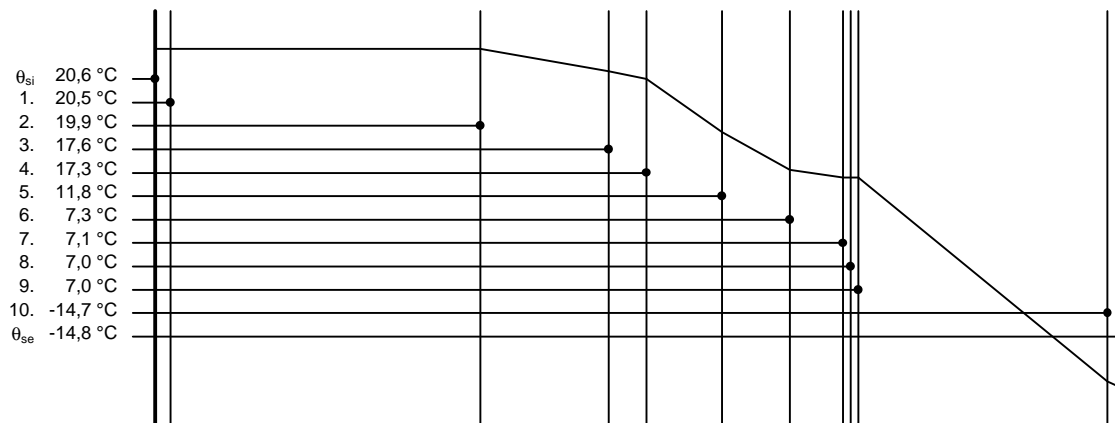
U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota  $\lambda_{ekv}$  u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

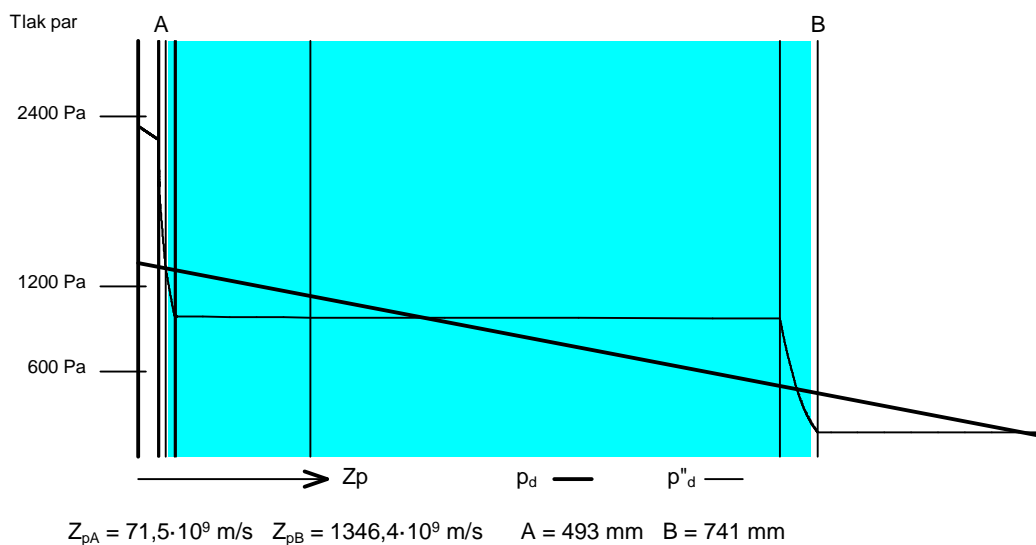
SCH4 - skladba pro variantu 2

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,136$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 826,9$	$kg/m^2$
Tepelný odpor	$R = 8,509$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 8,649$	$m^2 \cdot K/W$			
Difuzní odpor	$Z_p = 1\,798,186$	$\cdot 10^9 m/s$			

2.5 Průběh teploty v konstrukci



2.6 Průběh tlaku vodních par  $p_{dx}$  a  $p''_{dx}$  v konstrukci



**Závěr**

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na  $U_N$  a  $U_{rec}$**

$U = 0,13562 W/(m^2 \cdot K)$ ; Zaokrouhleno:  $U = 0,136 W/(m^2 \cdot K)$ ; požadovaný  $U_N = 0,240 W/(m^2 \cdot K)$ ; doporučený  $U_{rec} = 0,160 W/(m^2 \cdot K)$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,020 W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu:  $f_{Rsi,cr} = 0,793$ ;  $f_{Rsi} = 0,988$  vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry ( $kg/m^2$ )  $M_c = 0,010 < 0,100$  - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry  $M_c - M_{ev} = -0,013 kg/m^2$  - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

**Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.**

Ke kondenzaci vodní páry ( $M_c > 0$ ) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.