

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

Stavba: Školní družina Děčín II

Místo: Kamenická 1440/86, Děčín

Zadavatel: Město Děčín

Zpracovatel: **AK-UNIPROJEKT, U Tvrze 1454/2, Děčín VI, 40502**

Zakázka: Posouzení konstrukcí

Archiv: D1683

Projektant: David Šašek

Datum: 6.5.2021

E-mail: ak-uniprojekt@email.cz

Telefon: 776250848

**Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008****1 SO2 - skladba pro variantu 1 - stávající stav**

Stěna vnější (těžká)

Poznámka:

cihelná 30 cm + zateplení EPS grafitová

**1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:**ČSN 73 0540-2:2011: **Stěna vnější (těžká)**UN,20 = **0,30** Urec,20 = **0,25** Upas,20,h = **0,18** Upas,20,d = **0,12** W/(m².K) $\theta_i = 20$  °C UN = **0,30** Urec = **0,25** Upas,h = **0,18** Upas,d = **0,12** 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  $\varphi_{i,r} = 65,0$  %  $R_{si} = 0,130$  m².K/W  $p_{di} = 1\,617$  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  $p'_{dse} = 165$  PaPro výpočet šíření vlhkosti je  $R_{si} = 0,250$  m².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	$\rho$ kg/m³	c J/(kg.K)	$\mu$	$k\mu$	$\lambda_k$ W/(m.K)	$\lambda_p$ W/(m.K)	$Z_{TM}$	$Z_w$	$z_1$	$z_3$
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	1,5	2,2
2	151-011	1.1.1	CP 290/140/65	1 700	900,0	8,6	1,000	0,730	0,800	0,00	0,130	1,5	
3	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	1,5	3,0

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

**1.3 Vypočítané hodnoty**

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	$\lambda$ W/(m.K)	$\lambda_{ekv}$ W/(m.K)	R m².K/W	$\theta_s$ °C	$\mu_{vyp}$	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	$p_d$ Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	15,00	0,917	0,917	0,016	12,6	6,0	0,48	1 617
2	151-011	CP 290/140/65	Z vr.	290,00	0,830	0,830	0,350	11,5	8,6	13,25	1 568
3	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	20,00	0,993	0,993	0,020	-11,1	6,0	0,64	205

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,000$  W/(m².K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

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

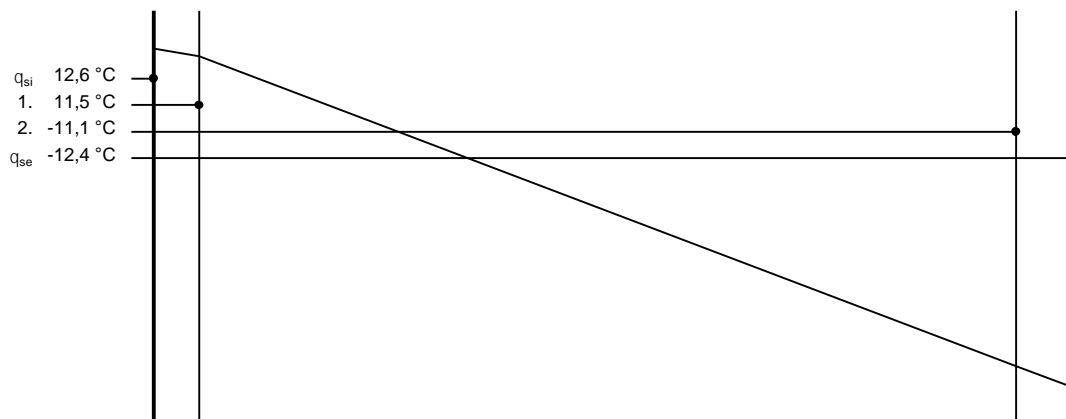
U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

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

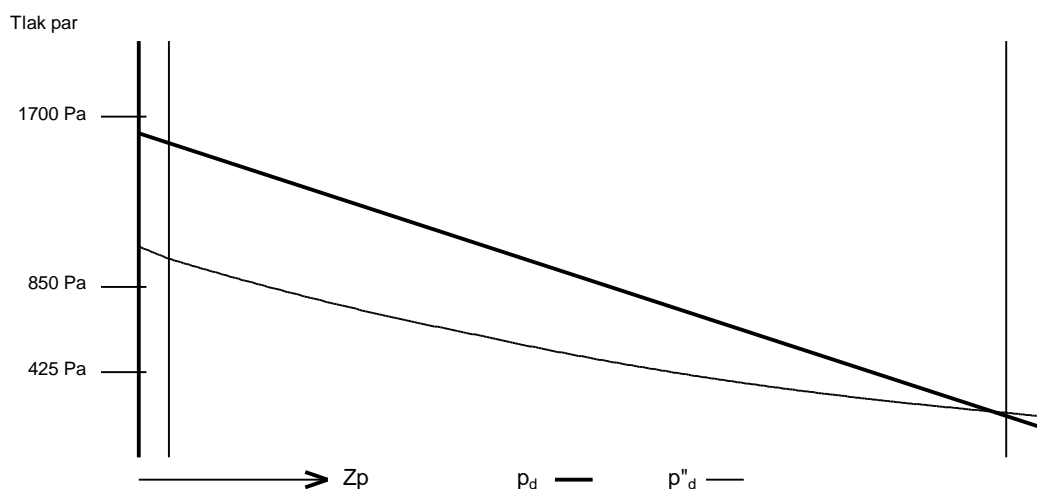
SO2 - skladba pro variantu 1

Součinitel prostupu tepla	$U = 1,798$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 549,0$	$kg/m^2$
Tepelný odpor	$R = 0,386$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 14,2$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 0,556$	$m^2 \cdot K/W$			
Difúzní odpor	$Z_p = 14,365$	$\cdot 10^9 m/s$			

#### 1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



#### Závěr

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

$U = 1,79837 W/(m^2 \cdot K)$ ; Zaokrouhleno:  $U = 1,798 W/(m^2 \cdot K)$ ; požadovaný  $U_N = 0,300 W/(m^2 \cdot K)$ ; doporučený  $U_{rec} = 0,250 W/(m^2 \cdot K)$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,000 W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu:  $f_{Rsi,cr} = 0,872$ ;  $f_{Rsi} = 0,766$  nevyhovuje

Ke kondenzaci páry dochází již na vnitřním povrchu konstrukce

**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.

**1.6 Měsíční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle ČSN EN ISO 13788.**

Stavba: Školní družina Děčín II

Místo: Kamenická 1440/86, Děčín

Zadavatel: Město Děčín

Zpracovatel: **AK-UNIPROJEKT, U Tvrze 1454/2, Děčín VI, 40502**

Zakázka: Posouzení konstrukcí

Archiv: D1683

Projektant: David Šášek

Datum: 6.5.2021

E-mail: ak-uniprojekt@email.cz

Telefon: 776250848

SO2 - skladba pro variantu 1

Popis:

cihelná 30 cm + zateplení eps grafitová

Návrhová teplota  $\theta_i = 20,0$  °CNadmořská výška  $z = 300$  m n.m.

Vlhostní třída prostoty: Obytné budovy s velkým obsazením osobami, sportovní haly, kuchyně, jídelny

Ke kondenzaci páry dochází již na vnitřním povrchu konstrukce.

Bilance kondenzátu se neurčuje.

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

**2 SO2 - skladba pro variantu 2 - nový stav**

Stěna vnější (těžká)

Poznámka:

2.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:ČSN 73 0540-2:2011: **Stěna vnější (těžká)**
 $UN_{20} = 0,30$      $U_{rec,20} = 0,25$      $U_{pas,20,h} = 0,18$      $U_{pas,20,d} = 0,12$  W/(m<sup>2</sup>·K)  
 $\theta_i = 20$  °C     $UN = 0,30$      $U_{rec} = 0,25$      $U_{pas,h} = 0,18$      $U_{pas,d} = 0,12$  W/(m<sup>2</sup>·K)
Výpočet je proveden pro  $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0$  °C $\theta_{ai} = 21,0$  °C     $\varphi_{i,r} = 65,0$  %     $R_{si} = 0,130$  m<sup>2</sup>·K/W     $p_{di} = 1\,617$  Pa     $p_{di}^n = 2\,487$  Pa $\theta_{se} = -15,0$  °C     $\varphi_{se} = 84,0$  %     $R_{se} = 0,040$  m<sup>2</sup>·K/W     $p_{dse} = 139$  Pa     $p_{dse}^n = 165$  PaPro výpočet šíření vlhkosti je  $R_{si} = 0,250$  m<sup>2</sup>·K/W2.2 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/m <sup>3</sup>	$c$ J/(kg·K)	$\mu$	$k_\mu$	$\lambda_k$ W/(m·K)	$\lambda_p$ W/(m·K)	$Z_{TM}$	$Z_w$	$z_1$	$z_3$
1	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	1,5	2,2
2	151-011	1.1.1	CP 290/140/65	1 700	900,0	8,6	1,000	0,730	0,800	0,00	0,130	1,5	
3	105-01	5.1	Omítka vápenná	1 600	840,0	6,0	1,000	0,700	0,880	0,00	0,090	1,5	2,2
4	634n-080		EPS grafitová fasádní	30	1 270,0	150,0	1,000	0,032	0,032	0,00		1,5	2,2
5	600-008		weber.pas zrnitá omítka	1 430	850,0	15,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,5	3,0

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

2.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	$\lambda$ W/(m·K)	$\lambda_{ekv}$ W/(m·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W	$\theta_s$ °C	$\mu_{vyp}$	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	$p_d$ Pa
1	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	15,00	0,917	0,917	0,016	19,9	6,0	0,48	1 617
2	151-011	CP 290/140/65	Z vr.	290,00	0,830	0,830	0,350	19,8	8,6	13,25	1 611
3	105-01	Omítka vápenná	Z vr.	20,00	0,917	0,917	0,022	16,9	6,0	0,64	1 434
4	634n-080	EPS grafitová fasádní	P vr.	120,00	0,032	0,032	3,750	16,7	150,0	95,62	1 425
5	600-008	weber.pas zrnitá omítka	P vr.	10,00	0,800	0,800	0,012	-14,6	15,0	0,80	150

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,000$  W/(m<sup>2</sup>·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

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

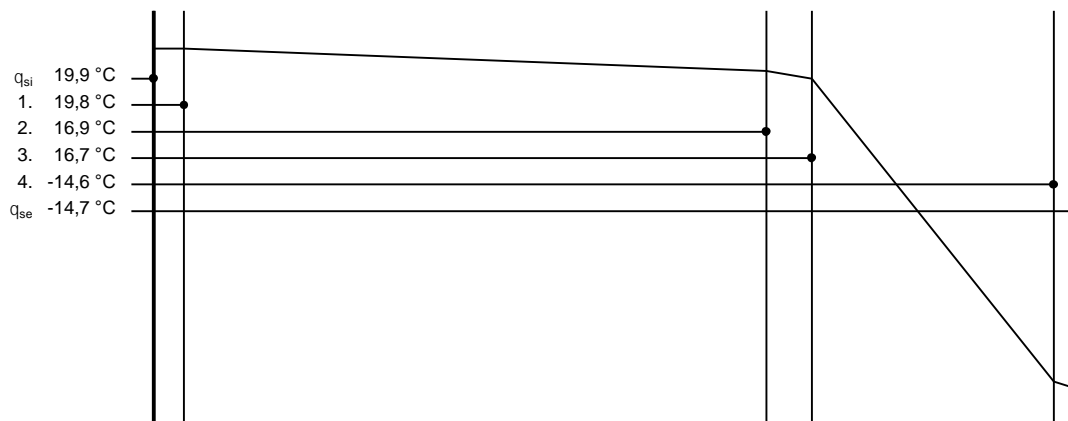
U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

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

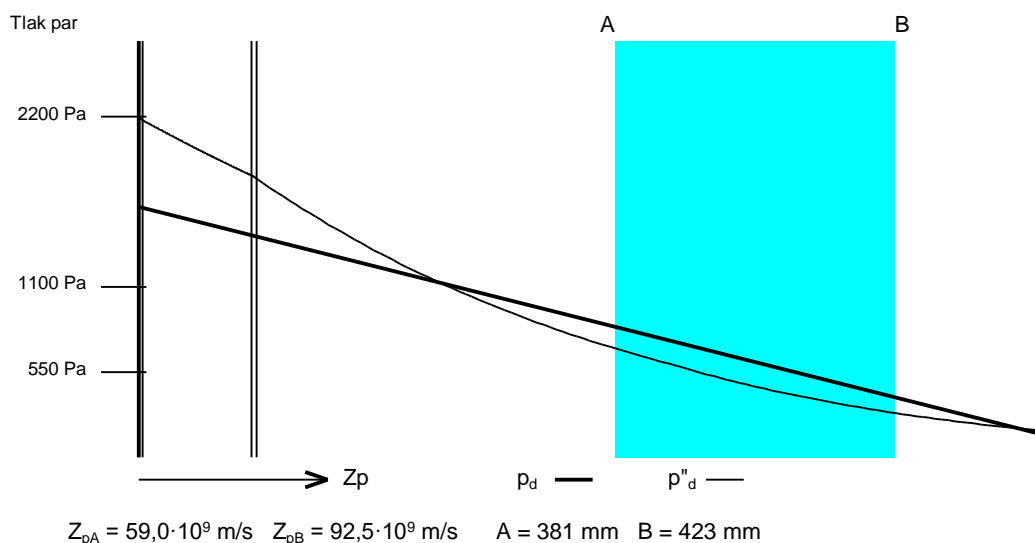
SO2 - skladba pro variantu 2

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,231$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 566,9$	$kg/m^2$
Tepelný odpor	$R = 4,150$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 14,2$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,320$	$m^2 \cdot K/W$			
Difuzní odpor	$Z_p = 110,784$	$\cdot 10^9 m/s$			

#### 2.4 Průběh teploty v konstrukci



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



#### Závěr

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

$U = 0,23147 W/(m^2 \cdot K)$ ; Zaokrouhleno:  $U = 0,231 W/(m^2 \cdot K)$ ; požadovaný  $U_N = 0,300 W/(m^2 \cdot K)$ ; doporučený  $U_{rec} = 0,250 W/(m^2 \cdot K)$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30)  $\Delta U_{tbk} = 0,000 W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu:  $f_{Rsi,cr} = 0,872$ ;  $f_{Rsi} = 0,970$  vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry ( $kg/m^2$ )  $M_c = 0,008 < 0,100$  - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry  $M_c - M_{ev} = -0,484 kg/m^2$  - **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 neohroží požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

**2.6 Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.**

Stavba: Školní družina Děčín II

Místo: Kamenická 1440/86, Děčín

Zadavatel: Město Děčín

Zpracovatel: **AK-UNIPROJEKT, U Tvrze 1454/2, Děčín VI, 40502**

Zakázka: Posouzení konstrukcí

Archiv: D1683

Projektant: David Šášek

Datum: 6.5.2021

E-mail: ak-uniprojekt@email.cz

Telefon: 776250848

SO2 - skladba pro variantu 2

Popis:

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540 - 4, čl. 4.1.3 a 4.1.4. a, t.j. pro hodnoty  $\tau_c$  celkové doby trvání teplot vnějšího vzduchu podle tabulky E3 ČSN 73 0540 - 3. Výpočet nezahrnuje vliv oslunění konstrukce.

21	22	23	24	25
$\theta_{ae}$ °C	$\tau_c \cdot 10^{-3}$ s	$g_{dA}$ g/(m <sup>2</sup> ·s)	$g_{dB}$ g/(m <sup>2</sup> ·s)	$M_d$ kg/m <sup>2</sup>
-21,0	0,0	18,469	5,455	0,0000
-20,0	0,0	18,012	5,814	0,0000
-18,0	0,0	17,103	6,593	0,0000
-15,0	604,8	15,745	7,906	0,0047
-10,0	993,6	13,498	10,369	0,0031
-5,0	2 592,0	11,246	12,536	-0,0033
0,0	5 572,8	8,582	13,915	-0,0297
5,0	5 788,8	5,284	15,832	-0,0611
10,0	5 616,0	1,225	17,884	-0,0936
15,0	5 832,0	-3,740	20,420	-0,1409
20,0	4 104,0	-9,779	24,575	-0,1410
25,0	432,0	-17,087	33,661	-0,0219

Celoroční množství zkondenzované vodní páry  $M_c$  je dáno součtem nezáporných hodnot dílčích množství  $M_d$

Celoroční množství vypařené vodní páry  $M_{ev}$  je dáno součtem záporných hodnot dílčích množství  $M_d$

 $M_c = 0,0079 \text{ kg/m}^2$  $M_{ev} = 0,4915 \text{ kg/m}^2$

**2.7 Měsíční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle ČSN EN ISO 13788.**

Stavba: Školní družina Děčín II

Místo: Kamenická 1440/86, Děčín

Zadavatel: Město Děčín

Zpracovatel: **AK-UNIPROJEKT, U Tvrze 1454/2, Děčín VI, 40502**

Zakázka: Posouzení konstrukcí

Archiv: D1683

Projektant: David Šásek

Datum: 6.5.2021

E-mail: ak-uniprojekt@email.cz

Telefon: 776250848

SO2 - skladba pro variantu 2

Popis:

Návrhová teplota  $\theta_i = 20,0$  °CNadmořská výška  $z = 300$  m n.m.

Vlhostní třída prostoty: Obytné budovy s velkým obsazením osobami, sportovní haly, kuchyně, jídelny

**V konstrukci nedochází ke kondenzaci.**