

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

Stavba: Tělocvična

Místo: Hradec Králové

Zadavatel: Ing. Lukáš Kupka

Zpracovatel: PipeTech Project s.r.o.

Zakázka: Posouzení SO1.TOB

Archiv:

Projektant: Ing. Jan Vosáhlo

Datum: 25.11.20

E-mail: vosahlo@pipetechproject.cz

Telefon: +420 774 877 355

**Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008****1 SO1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav**

Stěna vnější (těžká)

Poznámka:

**1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:**

ČSN 73 0540-2:2011: Stěna vnější (těžká)

 $\theta_{i,20} = 0,30$     $U_{rec,20} = 0,25$     $U_{pas,20,h} = 0,18$     $U_{pas,20,d} = 0,12$  W/(m<sup>2</sup>·K)  
 $\theta_i = 20$  °C    $U_N = 0,30$     $U_{rec} = 0,25$     $U_{pas,h} = 0,18$     $U_{pas,d} = 0,12$  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    $\varphi_{i,r} = 55,0$  %    $R_{si} = 0,130$  m<sup>2</sup>·K/W    $p_{di} = 1\,368$  Pa    $p_{di}^* = 2\,487$  Pa $\theta_{se} = -15,0$  °C    $\varphi_{se} = 84,0$  %    $R_{se} = 0,040$  m<sup>2</sup>·K/W    $p_{dse} = 139$  Pa    $p_{dse}^* = 165$  PaPro výpočet šíření vlhkosti je  $R_{si} = 0,250$  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	$\rho$ 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	302-020		deska Orsil TF			2,1	1,000	0,041	0,041	0,00		1,0	2,2
2	355a-002		INTELLO PLUS			37 500,0	1,000			0,00		1,0	2,2
3	627-038		ORSIL TF 18 nový rozměr	160	1 140,0	1,0	1,000	0,038	0,038	0,00		1,0	2,2
4	541-02		Jutafol D 110 Standard			3 869,0	1,000			0,00		1,0	2,2
5	163-02		Vz. - svislá	1	1 010,0	1,0	75,000			0,00		1,0	2,2
6	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	1,0	2,2
7	199-92		pálená cihla	1 700	920,0	6,1	1,000	0,730	0,800	0,00		1,0	2,2
8	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	1,0	2,2
9	104-031	4.3.1	Malta cementová	2 000	840,0	19,0	1,000	1,020	1,160	0,00	0,060	1,0	2,2
10	143-02	3.2	Keramický obklad	2 000		200,0	1,000			0,00		1,0	3,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, 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 m <sup>2</sup> ·K/W	$\theta_s$ °C	$\mu_{vyp}$	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	$p_d$ Pa
1	302-020	deska Orsil TF	Z vr.	40,00	0,041	0,041	0,980	20,3	2,1	0,45	1 368
2	355a-002	INTELLO PLUS	Z vr.	0,20			0,000	14,7	37 500,0	39,84	1 360
3	627-038	ORSIL TF 18 nový rozměr	Z vr.	180,00	0,038	0,038	4,737	14,7	1,0	0,96	639
4	541-02	Jutafol D 110 Standard	Z vr.	0,22			0,000	-11,9	3 869,0	4,52	621
5	163-02	Vz. - svislá	Z vr.	750,00			0,000	-11,9	0,0	0,05	539
6	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	15,00	0,990	0,990	0,015	-11,9	19,0	1,51	538
7	199-92	pálená cihla	Z vr.	375,00	0,800	0,800	0,469	-12,0	6,1	12,15	511
8	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	15,00	0,990	0,990	0,015	-14,7	19,0	1,51	291
9	104-031	Malta cementová	Z vr.	5,00	1,160	1,160	0,004	-14,8	19,0	0,50	264
10	143-02	Keramický obklad	Z vr.	6,00			0,000	-14,8	200,0	6,37	254

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

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

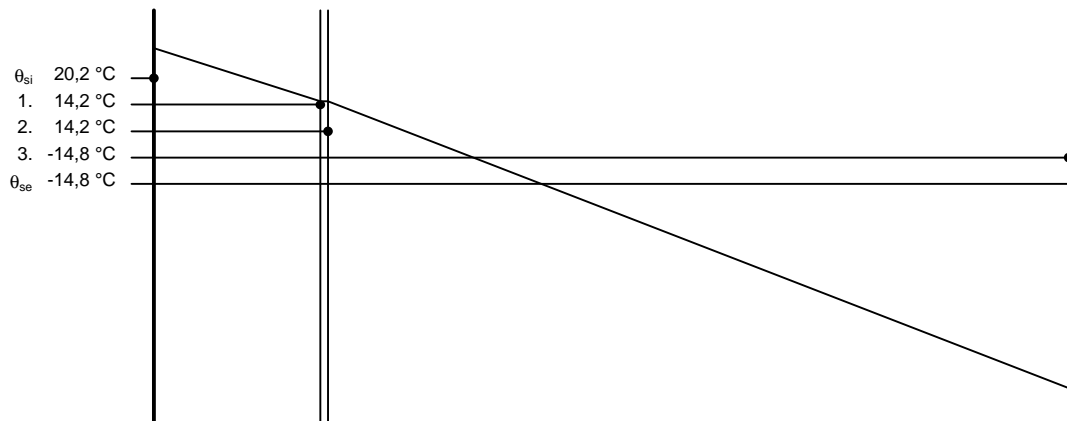
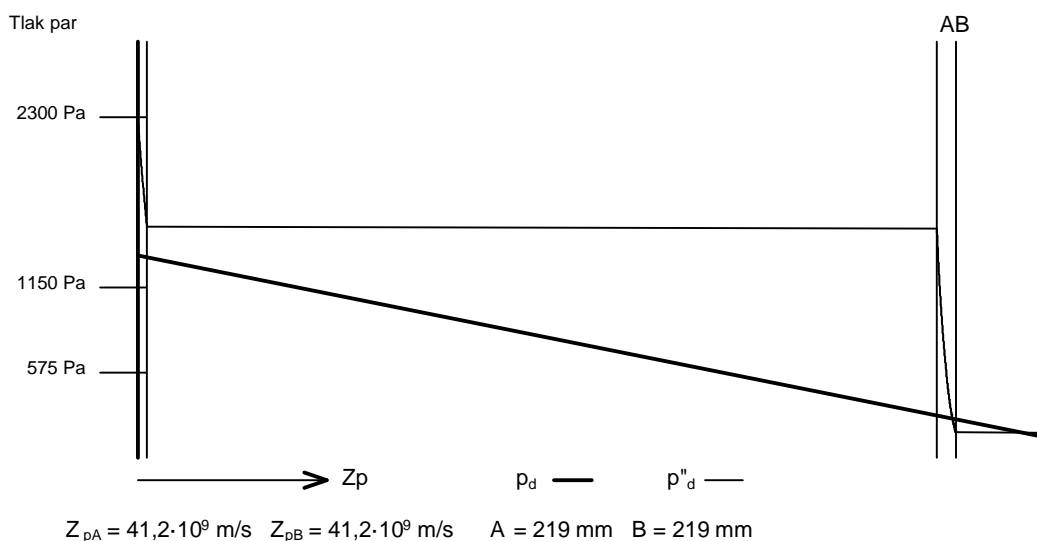
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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.

**SO1 - stávající stav**

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,170$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 28,8$	$kg/m^2$
Tepelný odpor	$R = 5,717$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 5,887$	$m^2 \cdot K/W$			
Difúzní odpor	$Z_p = 45,767$	$\cdot 10^9$	$m/s$		

**1.4 Průběh teploty v konstrukci**

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


Grafy a vypočítané hodnoty veličin zahrnují jen dolní plášť. Platí jen pro začátek větrané vrstvy.

**Závěr**

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

$U = 0,16987$   $W/(m^2 \cdot K)$ ; Zaokrouhleno:  $U = 0,170$   $W/(m^2 \cdot K)$ ; požadovaný  $U_N = 0,300$   $W/(m^2 \cdot K)$ ; doporučený  $U_{rec} = 0,200$   $W/(m^2 \cdot K)$

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:  $f_{Rsi,cr} = 0,793$ ;  $f_{Rsi} = 0,978$  vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry ( $kg/m^2$ )  $M_c = 0,040 < 0,100$  - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry  $M_c - M_{ev} = -2,151$   $kg/m^2$  - **konstrukce vyhovuje**

Relativní vlhkost vzduchu ve větrané vrstvě  $\varphi_{cv} = 65,7$  % **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.

## 1.6 Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.

Stavba: Tělocvična

Místo: Hradec Králové

Zadavatel: Ing. Lukáš Kupka

Zpracovatel: **PipeTech Project s.r.o.**

Zakázka: Posouzení SO1.TOB

Archiv:

Projektant: Ing. Jan Vosáhlo

Datum: 25.11.20

E-mail: vosahlo@pipetechproject.cz

Telefon: +420 774 877 355

SO1 - stávající stav

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	30,781	4,112	0,0000
-20,0	0,0	30,544	4,504	0,0000
-18,0	0,0	30,004	5,447	0,0000
-15,0	604,8	29,001	7,296	0,0131
-10,0	993,6	26,661	11,600	0,0150
-5,0	2 592,0	23,166	18,476	0,0122
0,0	5 572,8	18,083	28,768	-0,0595
5,0	5 788,8	11,713	43,721	-0,1853
10,0	5 616,0	3,102	66,932	-0,3585
15,0	5 832,0	-8,394	104,273	-0,6571
20,0	4 104,0	-23,568	168,261	-0,7873
25,0	432,0	-43,386	288,234	-0,1433

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  $M_d$

$M_c = 0,0402 \text{ kg/m}^2$

$M_{ev} = 2,1909 \text{ kg/m}^2$

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

Stavba: Tělocvična

Místo: Hradec Králové

Zadavatel: Ing. Lukáš Kupka

Zpracovatel: **PipeTech Project s.r.o.**

Zakázka: Posouzení SO1.TOB

Archiv:

Projektant: Ing. Jan Vosáhlo

Datum: 25.11.20

E-mail: vosahlo@pipetechproject.cz

Telefon: +420 774 877 355

SO1 - stávající stav

Popis:

Návrhová teplota  $\theta_i = 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ Nadmořská výška  $z = 300\text{ m n.m.}$ 

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

**V konstrukci nedochází ke kondenzaci.**

## 1.8 Hodnocení konstrukce s větranou vrstvou

Stavba: Tělocvična

Místo: Hradec Králové

Zadavatel: Ing. Lukáš Kupka

Zpracovatel: **PipeTech Project s.r.o.**

Zakázka: Posouzení SO1.TOB

Archiv:

Projektant: Ing. Jan Vosáhlo

Datum: 25.11.20

E-mail: vosahlo@pipetechproject.cz

Telefon: +420 774 877 355

SO1 - stávající stav

Popis:

Zadání skladby konstrukce a podmínky pro hodnocení jsou uvedeny na dokumentu Tepelný odpor, teplota rosného bodu a průběh kondenzace.

V posuzované konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry - **nevyhovuje**

### Vstupní otvor

1.rozměr a = **0,100** m  
2.rozměr b = **0,100** m  
Plocha A = **0,0100** m<sup>2</sup>

### Výstupní otvor

1.rozměr a = **0,100** m  
2.rozměr b = **0,100** m  
Plocha A = **0,0100** m<sup>2</sup>

### Rozměry větrané vrstvy

Délka L<sub>v</sub> = **4,000** m  
Šířka š = **1,000** m  
Tloušťka d<sub>cv</sub> = **0,750** m<sup>2</sup>  
Plocha průřezu A = **0,7500**

### Tabulka E.6 - ČSN 73 0540 - 3

Poloha budovy nechráněná  
Krajina normální  
Výpočtová rychlost větru w<sub>cv</sub> = **1,000** m/s

		W <sub>min</sub>	W <sub>max</sub>
Mezní hodnoty rychlosti proudění vzduchu ve vrstvě	w	<b>0,00</b>	<b>0,01</b> m/s
Teplota vzduchu na konci větrané vrstvy	θ <sub>xk</sub>	<b>-12,02</b>	<b>-13,43</b> °C
Částečný tlak vodní páry na konci vrstvy	p <sub>dxk</sub>	<b>143,27</b>	<b>140,42</b> Pa
Kondenzace v dolním plášti pro	x = <b>0</b> m	ANO	ANO
	x = <b>4,0</b> m	ANO	ANO
Kondenzace ve větrané vzduchové vrstvě		NE	NE
Kondenzace v horním plášti pro	x = <b>4,0</b> m	NE	NE

## 2 Legenda

Značky veličin a zkratky v hlavičkách tiskových sestav

1	č.v.	číslo vrstvy
2	KC	číslo položky v katalogu materiálů firmy PROTECH, spol. s r.o.
3	ČSN	číslo položky v ČSN 73 0540-3, 1994
4	Mat.	popis položky
5	$\rho$	měrná hmotnost v suchém stavu
6	$c$	měrná tepelná kapacita
7	$\mu$	faktor difuzního odporu
8	$\lambda_k$	charakteristický součinitel tepelné vodivosti
9	$\lambda_p$	výpočtový (praktický) součinitel tepelné vodivosti
10	$Z_2$	součinitel materiálu podle tabulky B2 ČSN 73 0540-3
11	$Z_w$	vlhkostní součinitel materiálu
12	$Z_1$	součinitel vnitřního prostředí podle tabulky B1 ČSN 73 0540-3
13	$Z_3$	součinitel způsobu zabudování materiálu do stavební konstrukce podle tab. B3 ČSN 73 0540-3
14	Vr	výpočtová varianta vrstvy
15	$d$	tloušťka vrstvy
16	$\lambda$	korigovaný součinitel tepelné vodivosti podle čl. 2.3 ČSN 73 0540-3
16a	$\lambda_{ekv}$	hodnota pro výpočet tepelného odporu vrstvy.
17	$R$	tepelný odpor vrstvy
18	$\theta_s$	teplota na vnitřním líci vrstvy
19	$R_d$	difuzní odpor vrstvy
20	$p_d$	částečný tlak vodní páry na vnitřním líci vrstvy
21	$\theta_{ae}$	teplota vnějšího vzduchu
22	$\tau_c$	celková doba trvání teplot vnějšího vzduchu
23	$g_{dA}$	hustota difuzního toku vodní páry, proudící konstrukcí od vnitřního povrchu k hranici A oblasti kondenzace
24	$g_{dB}$	hustota difuzního toku vodní páry, proudící konstrukcí od hranice B oblasti kondenzace k vnějšímu povrchu
25	$M_d$	dílčí množství zkondenzované (vypařené) vodní páry

Ostatní veličiny

$\theta_{ai}$	výpočtová teplota vnitřního vzduchu
$\theta_e$	výpočtová venkovní teplota podle ČSN 06 0210
$\varphi_i$	relativní vlhkost vnitřního vzduchu
$\varphi_e$	relativní vlhkost vnějšího vzduchu
$R_i$	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
$R_e$	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
$p_{di}$	částečný tlak vodní páry ve vnitřním prostředí
$p_{de}$	částečný tlak vodní páry ve vnějším prostředí
$p_{di}''$	částečný tlak syté vodní páry ve vnitřním prostředí
$p_{de}''$	částečný tlak syté vodní páry ve vnějším prostředí
$e_1$	součinitel typu budovy podle ČSN 73 0540-2
$\theta_i$	výpočtová vnitřní teplota
$R_T$	odpor konstrukce při prostupu tepla
$U$	součinitel prostupu tepla konstrukce
$m$	měrná hmotnost konstrukce
$R_d$	difuzní odpor konstrukce
$R_{dT}$	odpor konstrukce při prostupu vodní páry
$v$	teplotní útlum konstrukce
$\psi$	fázové posunutí teplotních kmitů
$\theta_w$	teplota rosného bodu
$M_c$	roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci
$M_{ev}$	roční množství vypařené vodní páry v konstrukci
$R_{dA}$	difuzní odpor od vnitřního povrchu konstrukce k hranici A oblasti kondenzace
$R_{dB}$	difuzní odpor od hranice B oblasti kondenzace k vnějšímu povrchu konstrukce
$U_p$	součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce
$R_N$	normový tepelný odpor konstrukce
$\Delta\theta_{w1}$	bezpečnostní přírážka zohledňující způsob vytápění
$\Delta\theta_{w2}$	bezpečnostní přírážka zohledňující zohledňující tepelnou akumulaci konstrukce
$\theta_r$	výsledná teplota v místnosti
$\lambda_{kat}$	součinitel tepelné vodivosti vybraný z katalogu materiálů
$R_u$	tepelný odpor nevytápěných prostorů
$\mu$	faktor difuzního odporu