

Tepelný odpor, teplota rosného bodu a průběh kondenzace.

Stavba: Školní statek Humpolec - Objekt dílen

Místo: parc. č. st. 3595 - Humpolec

Zadavatel: Kraj Vysočina

Zpracovatel: **ARTENDR s.r.o.**

Zakázka: Humpolec - TOB.TOB

Archiv:

Projektant: Michal Douša

Datum: 06.05.2024

E-mail: michal.dousa@artendr.cz

Telefon: 607207335

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

1 SCH2 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

Poznámka:

Střecha - Obrácená (mokrá)

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:ČSN 73 0540-2:2011: **Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně** $UN_{20} = \mathbf{0,24}$ $U_{rec,20} = \mathbf{0,16}$ $U_{pas,20,h} = \mathbf{0,15}$ $U_{pas,20,d} = \mathbf{0,10}$ W/(m²·K)
 $\theta_i = \mathbf{20} \text{ }^{\circ}\text{C}$ $UN = \mathbf{0,24}$ $U_{rec} = \mathbf{0,16}$ $U_{pas,h} = \mathbf{0,15}$ $U_{pas,d} = \mathbf{0,10}$ W/(m²·K)Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{ai} = \mathbf{21,0} \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi_{i,r} = \mathbf{55,0} \%$ $R_{si} = \mathbf{0,100}$ m²·K/W $p_{di} = \mathbf{1\,368}$ Pa $p_{di}^* = \mathbf{2\,487}$ Pa $\theta_{se} = \mathbf{-15,0} \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\varphi_{se} = \mathbf{84,0} \%$ $R_{se} = \mathbf{0,040}$ m²·K/W $p_{dse} = \mathbf{139}$ Pa $p_{dse}^* = \mathbf{165}$ 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	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	k_{μ}	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	154a-011		Dutin. železobet. str. panel*	1 200		23,0	1,000	1,160	1,200	0,00		1,0	3,0
2	116-03	17.3	Fólie z PE	1 470	1 470,0	164 000,0	1,000	0,350	0,350	0,00	0,000	1,0	3,0
3	116-02	17.2	Fólie z PVC	1 400	960,0	8 560,0	1,000	0,160	0,160	0,00	0,000	1,0	3,0
4	107-02	7.2	Polystyren vytlačovaný - XPS	30	2 060,0	100,0	1,000	0,034	0,034	0,00	0,001	1,0	3,0
5	116-03	17.3	Fólie z PE	1 470	1 470,0	164 000,0	1,000	0,350	0,350	0,00	0,000	1,0	3,0
6	111-08	12.8	Štěrka	1 650	800,0	23,0	1,000	0,580	0,580	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	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	154a-011	Dutin. železobet. str. panel*	Z vr.	250,00	1,200	1,200	0,208	20,4	23,0	30,55	1 368
2	116-03	Fólie z PE	Z vr.	2,00	0,350	0,350	0,006	19,3	164 000,0	1 742,46	1 358
3	116-02	Fólie z PVC	Z vr.	1,50	0,160	0,160	0,009	19,3	8 560,0	68,21	780
4	107-02	Polystyren vytlačovaný - XPS	Z vr.	200,00	0,034	0,034	5,882	19,2	100,0	106,25	758
5	116-03	Fólie z PE	Z vr.	2,00	0,350	0,350	0,006	-13,3	164 000,0	1 742,46	723
6	111-08	Štěrka	Z vr.	150,00	0,580	0,580	0,259	-13,3	23,0	18,33	145

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

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

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

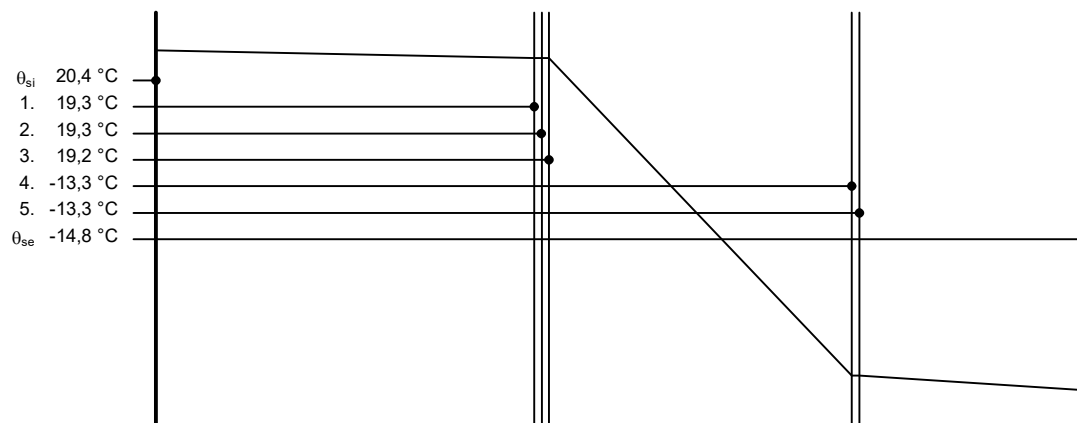
U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

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

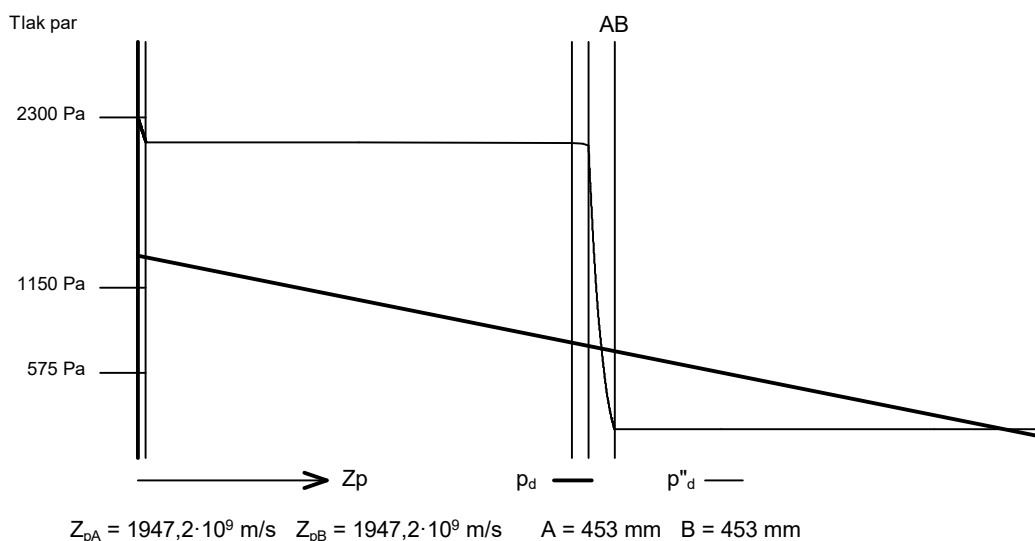
SCH2 - skladba pro variantu 1

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,154$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 561,5$	kg/m^2
Tepelný odpor	$R = 6,370$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,510$	$m^2 \cdot K/W$			
Difuzní odpor	$Z_p = 3\,708,245$	$\cdot 10^9$	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 splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,15361$ $W/(m^2 \cdot K)$; Zaokrouhleno: $U = 0,154$ $W/(m^2 \cdot K)$; 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) $\Delta U_{tbk} = 0,000$ $W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,985$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,004 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -0,004$ 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.

1.6 Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.

Stavba: Školní statek Humpolec - Objekt dílen

Místo: parc. č. st. 3595 - Humpolec

Zadavatel: Kraj Vysočina

Zpracovatel: **ARTENDR s.r.o.**

Zakázka: Humpolec - TOB.TOB

Archiv:

Projektant: Michal Douša

Datum: 06.05.2024

E-mail: michal.dousa@artendr.cz

Telefon: 607207335

SCH2 - skladba pro variantu 1

Popis:

Střecha - Obrácená (mokrá)

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

21	22	23	24	25
θ_{ae} °C	$\tau_c \cdot 10^{-3}$ s	g_{dA} g/(m ² ·s)	g_{dB} g/(m ² ·s)	M_d kg/m ²
-21,0	0,0	0,644	0,019	0,0000
-20,0	0,0	0,639	0,021	0,0000
-18,0	0,0	0,626	0,024	0,0000
-15,0	604,8	0,603	0,031	0,0003
-10,0	993,6	0,550	0,046	0,0005
-5,0	2 592,0	0,473	0,067	0,0011
0,0	5 572,8	0,365	0,094	0,0015
5,0	5 788,8	0,229	0,133	0,0006
10,0	5 616,0	0,049	0,191	-0,0008
15,0	5 832,0	-0,190	0,282	-0,0028
20,0	4 104,0	-0,502	0,436	-0,0038
25,0	432,0	-0,905	0,726	-0,0007

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

 $M_c = 0,0040 \text{ kg/m}^2$ $M_{ev} = 0,0081 \text{ kg/m}^2$

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

Stavba: Školní statek Humpolec - Objekt dílen

Místo: parc. č. st. 3595 - Humpolec

Zadavatel: Kraj Vysočina

Zpracovatel: **ARTENDR s.r.o.**

Zakázka: Humpolec - TOB.TOB

Archiv:

Projektant: Michal Douša

Datum: 06.05.2024

E-mail: michal.dousa@artendr.cz

Telefon: 607207335

SCH2 - skladba pro variantu 1

Popis:

Střecha - Obrácená (mokrý)

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

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

	θ_e °C	φ_i	φ_e	RK mm	gc1A kg/m ² ·s	gc1B kg/m ² ·s	gc kg/m ² ·s	Ma kg/m ²
říjen	8,9	0,59	0,77	453	1,00971	1,86700	-0,85729	0,00000
listopad	3,5	0,58	0,79	453	2,86345	1,26872	1,59472	0,00041
prosinec	-0,2	0,59	0,81	453	3,96762	0,98856	2,97906	0,00121
leden	-2,2	0,56	0,81	453	4,06972	0,87567	3,19405	0,00207
únor	-0,4	0,59	0,81	453	3,97474	0,98069	2,99406	0,00280
březen	3,6	0,58	0,79	453	2,83110	1,27761	1,55349	0,00321
duben	9,1	0,59	0,77	453	0,93598	1,89477	-0,95879	0,00297
květen	13,4	0,61	0,74	453	-0,77561	2,63153	-3,40714	0,00205
červen	17,0	0,64	0,71	453	-2,47171	3,53931	-6,01101	0,00049
červenec	18,0	0,66	0,70	453	-3,00540	3,86063	-6,86604	0,00000
srpen	17,9	0,65	0,70	453	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
září	13,8	0,62	0,74	453	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Množství kondenzátu v 3. měsíci $Ma\text{ (kg/m}^2\text{)} = 0,003 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

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	ρ	měrná hmotnost v suchém stavu
6	c	měrná tepelná kapacita
7	μ	faktor difuzního odporu
8	λ_k	charakteristický součinitel tepelné vodivosti
9	λ_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	λ	korigovaný součinitel tepelné vodivosti podle čl. 2.3 ČSN 73 0540-3
16a	λ_{ekv}	hodnota pro výpočet tepelného odporu vrstvy.
17	R	tepelný odpor vrstvy
18	θ_s	teplota na vnitřním líci vrstvy
19	R_d	difuzní odpor vrstvy
20	p_d	částečný tlak vodní páry na vnitřním líci vrstvy
21	θ_{ae}	teplota vnějšího vzduchu
22	τ_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

θ_{ai}	výpočtová teplota vnitřního vzduchu
θ_e	výpočtová venkovní teplota podle ČSN 06 0210
φ_i	relativní vlhkost vnitřního vzduchu
φ_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
θ_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
ψ	fázové posunutí teplotních kmitů
θ_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
θ_r	výsledná teplota v místnosti
λ_{kat}	součinitel tepelné vodivosti vybraný z katalogu materiálů
R_u	tepelný odpor nevytápěných prostorů
μ	faktor difuzního odporu