

MANAŽER PROJEKTU: Ing. Miroslava Hubálková			 <p>Sokolovská 682 516 01 Rychnov nad Kněžnou kontakt: +420 494 531 538 dabona@dabona.eu www.dabona.eu</p>		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	VYPRACOVAL :	TECNICKÁ KONTROLA :			
PROFESE : STAVEBNÍ	Ing. Světlana Trejtnarová PROFESE : STAVEBNÍ	PROFESE : STAVEBNÍ			
OBEC: Město Holice					KRAJ : PARDUBICKÝ
INVESTOR : MÚ Holice, Holubova 1, 534 14 Holice			ČÍSLO ZAKÁZKY	1403/1	
NÁZEV AKCE : Zateplení objektu Základní školy v Holicích objekt čp. 47 na pozemku s parc. č. 595			FORMÁT A4	–	
OBJEKT : S001 – nová budova			DRUH PROJEKTU	DPS	
ČÁST : STAVEBNÍ			DATUM	03/2014	
NÁZEV VÝKRESU : 2014_02_D_01 Zateplení objektu ZŠ v Holicích – nová budova.dwg Tepelně technické posouzení vybraných konstrukcí			MĚŘITKO	–	
			ČÍSLO VÝKRESU :	PARÉ Č.:	
			část E		

Tepelný odpor, teplota rosného bodu a průběh kondenzace.

Firma: DABONA s.r.o.

Stavba: ZŠ Holice

Místo: Holubova čp. 47, Holice

Investor: Město Holice

Zakázka: posouzení skladeb

Archiv:

Projektant: Světlana Trejtnarová

Datum: 7.4.2014

E-mail:

Telefon:

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

1. SO1 – Zateplení soklového zdiva, EPS - navrhovaný stav

Stěna - z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\phi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{di} = 1\ 368$ Pa $p''_{di} = 2\ 487$ Pa

$\theta_{se} = -15,0$ °C $\phi_{se} = 84,0$ % $R_{se} = 0,040$ m²·K/W $p_{dse} = 139$ Pa $p''_{dse} = 165$ Pa

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

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	$\kappa\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z _{TM}	Z _w	Z ₁	Z ₃
1	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
2	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	2,2
3	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
4	256-022		EPS 100 F	23	1 270,0	70,0	1,000	0,037	0,037	0,00		1,0	2,2
5	601-001		Lepící tmel	1 690	900,0	20,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	2,2
6	600-006		Ven. omítka marmolit	1 600	920,0	96,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	3,0

Z_{TM} - 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	V _r	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	Z _p ·10 ⁻⁹ m/s	p_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	19,7	19,0	2,02	1 368
2	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	495,00	0,840	0,840	0,589	19,5	9,0	23,67	1 331
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	13,4	19,0	2,02	904
4	256-022	EPS 100 F	Z vr.	100,00	0,037	0,037	2,703	13,2	70,0	37,19	867
5	601-001	Lepící tmel	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	-14,5	20,0	0,53	195
6	600-006	Ven. omítka marmolit	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	-14,5	96,0	2,55	185

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

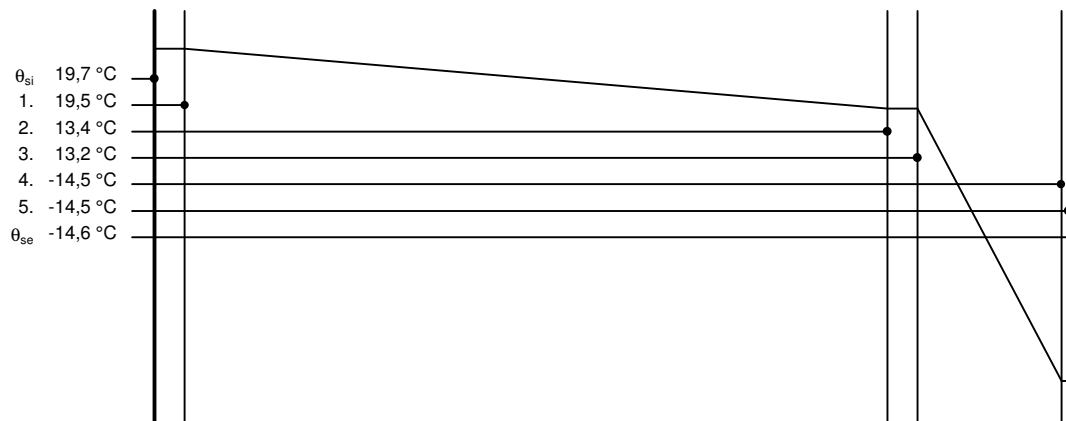
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

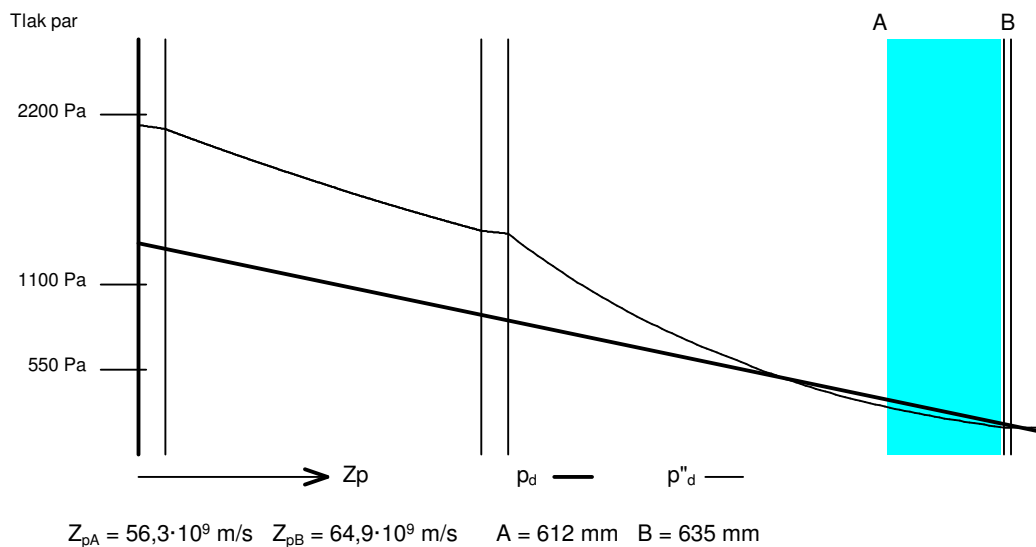
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,335$ W/(m ² ·K)	Celková měrná hmotnost	$m = 989,8$ kg/m ²
Tepelný odpor	$R = 3,345$ m ² ·K/W	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 3,515$ m ² ·K/W		
Difuzní odpor	$Z_p = 67,972 \cdot 10^9$ 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}**

$U = 0,33450$ W/(m²·K); Zaokrouhlo: $U = 0,33$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,75$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,50$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,963$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,005 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -1,986$ kg/m² - **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.

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	21,123	6,370	0,0000
-20,0	0,0	20,770	6,967	0,0000
-18,0	0,0	20,051	8,399	0,0000
-15,0	604,8	18,934	11,191	0,0047
-10,0	993,6	16,960	16,822	0,0001
-5,0	2 592,0	14,488	24,030	-0,0247
0,0	5 572,8	11,107	32,402	-0,1187
5,0	5 788,8	6,866	44,567	-0,2182
10,0	5 616,0	1,240	62,233	-0,3425
15,0	5 832,0	-6,142	89,467	-0,5576
20,0	4 104,0	-15,730	135,430	-0,6204
25,0	432,0	-28,070	222,437	-0,1082

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

$$M_c = 0,0048 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ev} = 1,9903 \text{ kg/m}^2$$

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

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0$ °C

Nadmořská výška $z = 300$ m n.m.

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

V konstrukci nedochází ke kondenzaci.

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

2. SO2 – Zateplení soklu, MW - navrhovaný stav

Stěna - z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\phi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $p_{di} = 1\ 368$ Pa $p''_{di} = 2\ 487$ Pa

$\theta_{se} = -15,0$ °C $\phi_{se} = 84,0$ % $R_{se} = 0,040$ m²·K/W $p_{dse} = 139$ Pa $p''_{dse} = 165$ Pa

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

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	$\kappa\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z _{TM}	Z _w	Z ₁	Z ₃
1	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
2	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	2,2
3	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
4	108a-042	8.4.2	Minerální vlna MVV (75)	75	1 150,0	5,0	1,000	0,037	0,039	0,00	0,017	1,0	2,2
5	601-001		Lepicí tmel	1 690	900,0	20,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	2,2
6	600-006		Ven. omítka marmolit	1 600	920,0	96,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	3,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušování 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	V _r	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	Z _p ·10 ⁻⁹ m/s	p_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	19,6	19,0	2,02	1 368
2	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	495,00	0,840	0,840	0,589	19,4	9,0	23,67	1 294
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	13,1	19,0	2,02	424
4	108a-042	Minerální vlna MVV (75)	Z vr.	100,00	0,039	0,039	2,564	12,9	5,0	2,66	350
5	601-001	Lepicí tmel	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	-14,4	20,0	0,53	252
6	600-006	Ven. omítka marmolit	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	-14,5	96,0	2,55	233

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

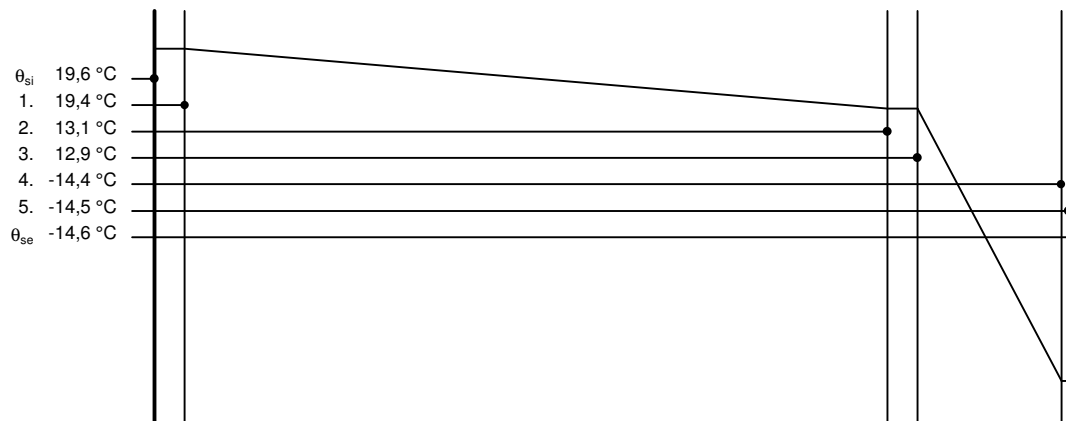
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

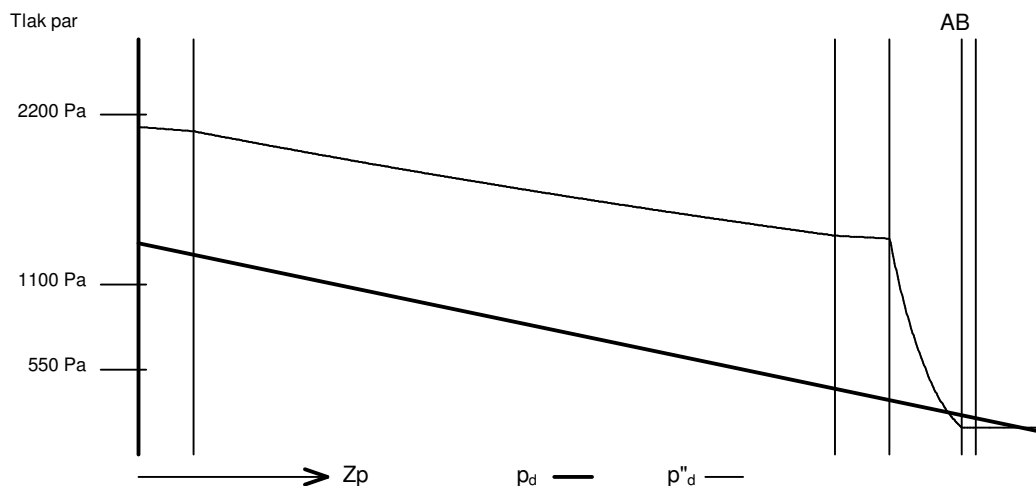
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,346$ W/(m ² ·K)	Celková měrná hmotnost	$m = 995,0$ kg/m ²
Tepelný odpor	$R = 3,206$ m ² ·K/W	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 3,376$ m ² ·K/W		
Difuzní odpor	$Z_p = 33,441$ ·10 ⁹ m/s		

1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



$Z_{pA} = 30,4 \cdot 10^9$ m/s $Z_{pB} = 30,4 \cdot 10^9$ m/s A = 635 mm B = 635 mm

Závěr

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

$U = 0,34618$ W/(m²·K); Zaokrouhleno: $U = 0,35$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,75$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,50$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,961$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,044 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -3,201$ kg/m² - 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.

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	41,770	6,445	0,0000
-20,0	0,0	41,445	7,047	0,0000
-18,0	0,0	40,706	8,488	0,0000
-15,0	604,8	39,334	11,297	0,0170
-10,0	993,6	36,139	17,791	0,0182
-5,0	2 592,0	31,373	28,078	0,0085
0,0	5 572,8	24,465	43,238	-0,1046
5,0	5 788,8	15,809	65,248	-0,2862
10,0	5 616,0	4,120	99,283	-0,5344
15,0	5 832,0	-11,469	153,907	-0,9645
20,0	4 104,0	-32,027	247,425	-1,1469
25,0	432,0	-58,855	422,839	-0,2081

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

$$M_c = 0,0437 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ev} = 3,2447 \text{ kg/m}^2$$

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

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0 \text{ °C}$

Nadmožská 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.

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

3. SO3 – Zateplení zdiva, EPS - navrhovaný stav

Stěna - vnější

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\phi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ m²·K/W $\rho_{di} = 1\ 368$ Pa $p''_{di} = 2\ 487$ Pa

$\theta_{se} = -15,0$ °C $\phi_{se} = 84,0$ % $R_{se} = 0,040$ m²·K/W $\rho_{dse} = 139$ Pa $p''_{dse} = 165$ Pa

Pro 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	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	Z_1	Z_3
1	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
2	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	2,2
3	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
4	256-022		EPS 100 F	23	1 270,0	70,0	1,000	0,037	0,037	0,00		1,0	2,2
5	601-001		Lepicí tmel	1 690	900,0	20,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	2,2
6	600-003		Venk. omítk. Silikon pas.	1 600	920,0	120,0	1,000	0,750	0,750	0,00		1,0	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	V_r	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	ρ_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	20,0	19,0	2,02	1 368
2	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	495,00	0,840	0,840	0,589	19,8	9,0	23,67	1 338
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	15,2	19,0	2,02	990
4	256-022	EPS 100 F	Z vr.	140,00	0,037	0,037	3,784	15,0	70,0	52,06	960
5	601-001	Lepicí tmel	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	-14,6	20,0	0,53	194
6	600-003	Venk. omítk. Silikon pas.	Z vr.	5,00	0,750	0,750	0,007	-14,6	120,0	3,19	186

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

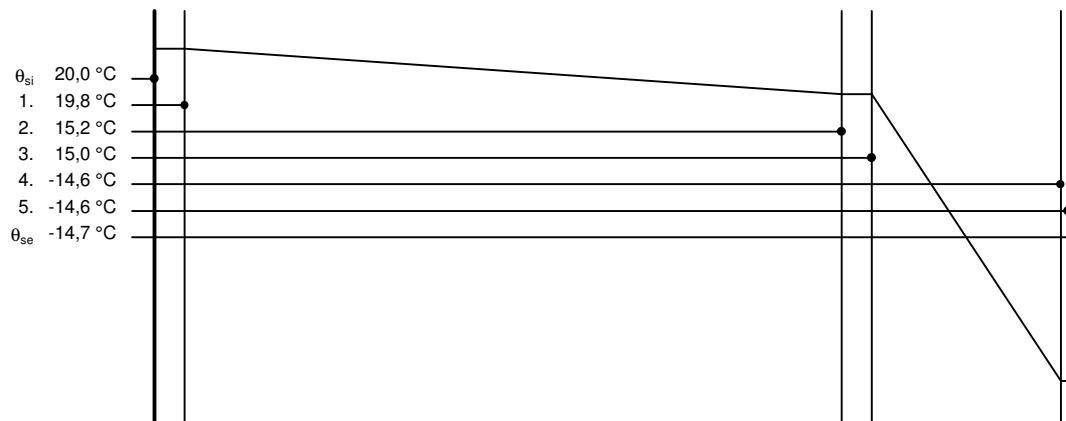
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

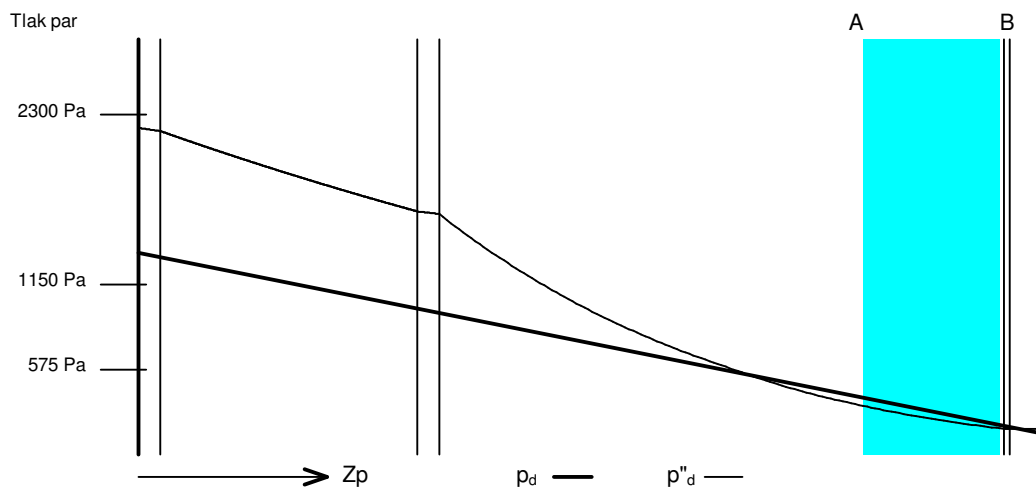
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,268$ W/(m ² ·K)	Celková měrná hmotnost	$m = 990,7$ kg/m ²
Tepelný odpor	$R = 4,426$ m ² ·K/W	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,596$ m ² ·K/W		
Difuzní odpor	$Z_p = 83,484 \cdot 10^9$ m/s		

1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



$Z_{pA} = 67,1 \cdot 10^9$ m/s $Z_{pB} = 79,8 \cdot 10^9$ m/s A = 641 mm B = 675 mm

Závěr

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

$U = 0,26756$ W/(m²·K); Zaokrouhlo: $U = 0,27$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,30$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,25$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,972$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,005 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -1,467$ kg/m² - **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.

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	17,515	4,932	0,0000
-20,0	0,0	17,204	5,405	0,0000
-18,0	0,0	16,570	6,543	0,0000
-15,0	604,8	15,591	8,778	0,0041
-10,0	993,6	13,877	13,088	0,0008
-5,0	2 592,0	11,819	18,518	-0,0174
0,0	5 572,8	9,036	24,608	-0,0868
5,0	5 788,8	5,544	33,479	-0,1617
10,0	5 616,0	0,924	46,240	-0,2545
15,0	5 832,0	-5,124	65,792	-0,4136
20,0	4 104,0	-12,963	98,722	-0,4584
25,0	432,0	-23,028	161,172	-0,0796

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

$$M_c = 0,0049 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ev} = 1,4719 \text{ kg/m}^2$$

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

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0 \text{ °C}$

Nadmožská výška $z = 300 \text{ m n.m.}$

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

V konstrukci nedochází ke kondenzaci.

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

4. SO4 – Zateplení stěny, MW - navrhovaný stav

Stěna - vnější

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,130$ 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

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	$\kappa\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	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
2	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	2,2
3	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
4	108a-042	8.4.2	Minerální vlna MVV (75)	75	1 150,0	5,0	1,000	0,037	0,039	0,00	0,017	1,0	2,2
5	601-001		Lepící tmel	1 690	900,0	20,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	2,2
6	600-003		Venk. omítk. Silikon pas.	1 600	920,0	120,0	1,000	0,750	0,750	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	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	19,9	19,0	2,02	1 368
2	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	495,00	0,840	0,840	0,589	19,8	9,0	23,67	1 297
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	20,00	0,990	0,990	0,020	15,0	19,0	2,02	470
4	108a-042	Minerální vlna MVV (75)	Z vr.	140,00	0,039	0,039	3,590	14,8	5,0	3,72	399
5	601-001	Lepící tmel	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	-14,6	20,0	0,53	269
6	600-003	Venk. omítk. Silikon pas.	Z vr.	5,00	0,750	0,750	0,007	-14,6	120,0	3,19	250

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

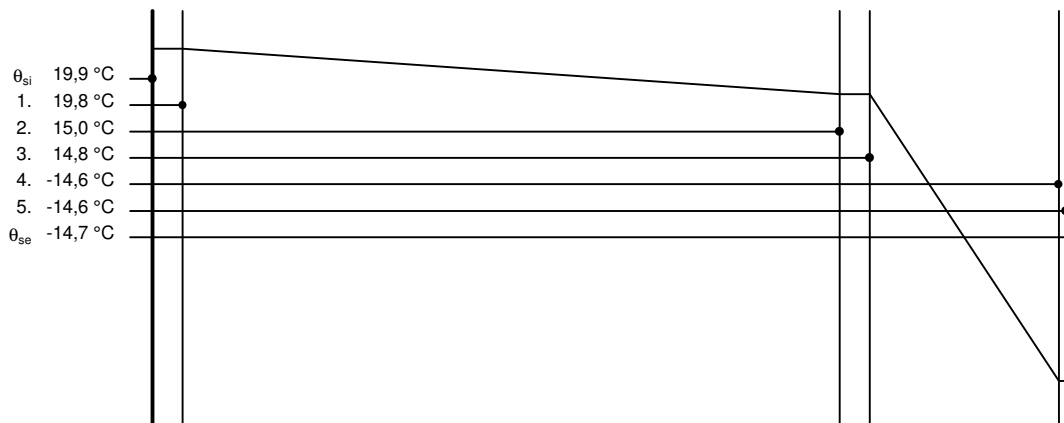
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

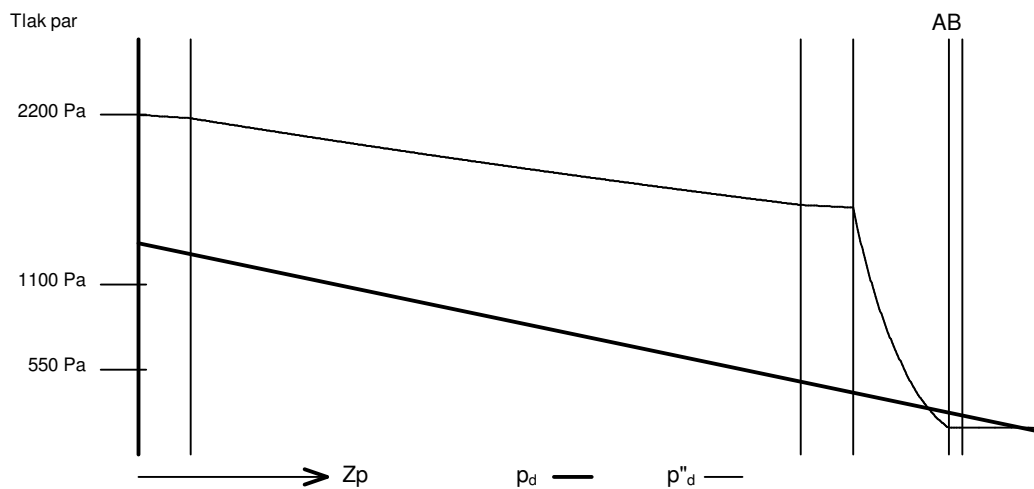
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změni hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,277$ W/(m ² ·K)	Celková měrná hmotnost	$m = 998,0$ kg/m ²
Tepelný odpor	$R = 4,232$ m ² ·K/W	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,402$ m ² ·K/W		
Difuzní odpor	$Z_p = 35,141$ ·10 ⁹ m/s		

1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



$Z_{pA} = 31,4 \cdot 10^9$ m/s $Z_{pB} = 31,4 \cdot 10^9$ m/s A = 675 mm B = 675 mm

Závěr

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

$U = 0,27715$ W/(m²·K); Zaokrouhлено: $U = 0,28$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,30$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,25$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,970$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,059 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -2,605$ kg/m² - 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.

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	40,400	4,984	0,0000
-20,0	0,0	40,089	5,459	0,0000
-18,0	0,0	39,380	6,605	0,0000
-15,0	604,8	38,064	8,852	0,0177
-10,0	993,6	34,995	14,082	0,0208
-5,0	2 592,0	30,409	22,444	0,0206
0,0	5 572,8	23,739	34,975	-0,0626
5,0	5 788,8	15,379	53,181	-0,2188
10,0	5 616,0	4,077	81,449	-0,4345
15,0	5 832,0	-11,012	126,934	-0,8045
20,0	4 104,0	-30,929	204,881	-0,9678
25,0	432,0	-56,944	351,022	-0,1762

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

$$M_c = 0,0591 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ev} = 2,6645 \text{ kg/m}^2$$

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

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0 \text{ °C}$

Nadmožská výška $z = 300 \text{ m n.m.}$

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

V konstrukci nedochází ke kondenzaci.

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

5.P2a – Zateplení stropu (stará budova) - navrhovaný stav

Strop - pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $p_{di} = 1\ 368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\ 487 \text{ Pa}$

$\theta_{se} = -15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{se} = 84,0 \%$ $R_{se} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $p_{dse} = 139 \text{ Pa}$ $p''_{dse} = 165 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

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	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	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
2	109-021	10.2.1	Dřevo měkké kolmo k vláknům	400	2 510,0	157,0	1,000	0,150	0,180	0,00	0,029	1,0	2,2
3	164-18		Vzduch 25 cm	1	1 010,0	1,0	1,000	1,750	1,750	0,00		1,0	2,2
4	109-021	10.2.1	Dřevo měkké kolmo k vláknům	400	2 510,0	157,0	1,000	0,150	0,180	0,00	0,029	1,0	2,2
5	111-07	12.7	Škvára ulehlá	750	750,0	3,0	1,000	0,210	0,270	0,00	0,090	1,0	2,2
6	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	2,2
7	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	2,2
8	108a-042	8.4.2	Minerální vlna MVV (75)	75	1 150,0	5,0	1,000	0,037	0,039	0,00	0,017	1,0	2,2
9	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

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krovkami, 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	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	20,5	19,0	1,01	1 368
2	109-021	Dřevo měkké kolmo k vláknům	Z vr.	26,00	0,180	0,180	0,144	20,5	157,0	21,69	1 365
3	164-18	Vzduch 25 cm	Z vr.	250,00	1,750	1,750	0,143	19,8	1,0	1,33	1 299
4	109-021	Dřevo měkké kolmo k vláknům	Z vr.	26,00	0,180	0,180	0,144	19,1	157,0	21,69	1 295
5	111-07	Škvára ulehlá	Z vr.	200,00	0,270	0,270	0,741	18,4	3,0	3,19	1 230
6	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	65,00	0,840	0,840	0,077	14,9	9,0	3,11	1 220
7	116-03	Fólie z PE	Z vr.	0,20	0,350	0,350	0,001	14,6	164 000,0	174,25	1 211
8	108a-042	Minerální vlna MVV (75)	Z vr.	240,00	0,039	0,039	6,154	14,6	5,0	6,37	685
9	116-03	Fólie z PE	Z vr.	0,20	0,350	0,350	0,001	-14,5	164 000,0	174,25	665

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

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

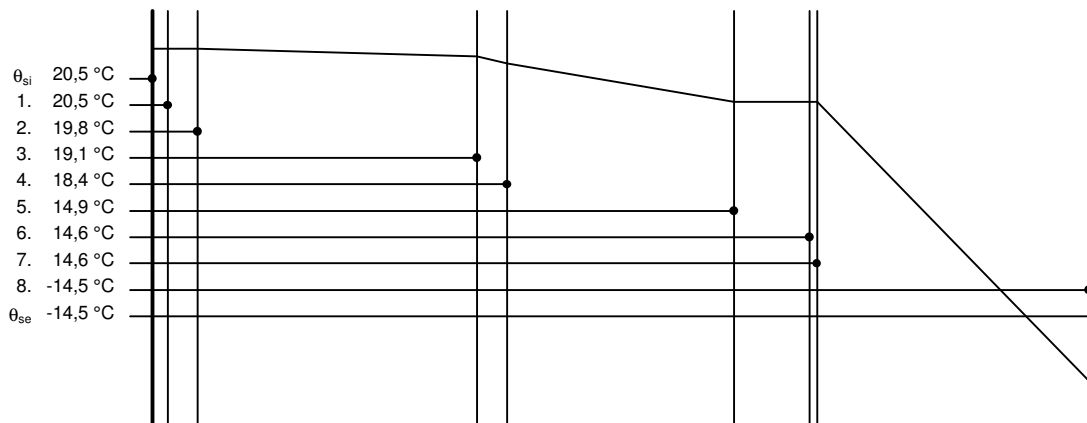
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

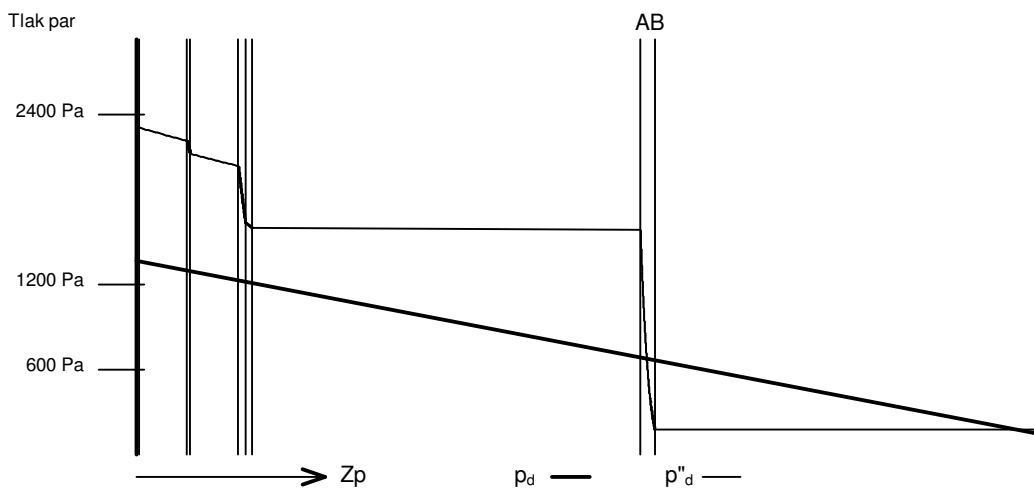
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,181$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 326,6$	kg/m^2
Tepelný odpor	$R = 7,415$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 7,615$	$m^2 \cdot K/W$			
Difuzní odpor	$Z_p = 406,869$	$\cdot 10^9$ m/s			

1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



$Z_{pA} = 232,6 \cdot 10^9$ m/s $Z_{pB} = 232,6 \cdot 10^9$ m/s A = 816 mm B = 816 mm

Závěr

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

$U = 0,18132$ $W/(m^2 \cdot K)$; Zaokrouhlo: $U = 0,18$ $W/(m^2 \cdot K)$; požadovaný $U_N = 0,30$ $W/(m^2 \cdot K)$; doporučený $U_{rec} = 0,20$ $W/(m^2 \cdot K)$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ $W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,987$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,035 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -0,038$ 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.

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	5,449	0,118	0,0000
-20,0	0,0	5,406	0,129	0,0000
-18,0	0,0	5,309	0,155	0,0000
-15,0	604,8	5,130	0,206	0,0030
-10,0	993,6	4,711	0,323	0,0044
-5,0	2 592,0	4,088	0,506	0,0093
0,0	5 572,8	3,186	0,775	0,0134
5,0	5 788,8	2,055	1,164	0,0052
10,0	5 616,0	0,530	1,765	-0,0069
15,0	5 832,0	-1,503	2,728	-0,0247
20,0	4 104,0	-4,182	4,376	-0,0351
25,0	432,0	-7,676	7,467	-0,0065

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

$$M_c = 0,0352 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ev} = 0,0733 \text{ kg/m}^2$$

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

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0 \text{ °C}$

Nadmořská výška $z = 300 \text{ m n.m.}$

Vlhkostní 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	816	9,80393	17,06288	-7,25895	0,00000
listopad	3,5	0,58	0,79	816	25,39520	10,92092	14,47428	0,00375
prosinec	-0,2	0,59	0,81	816	34,59161	8,15326	26,43835	0,01083
leden	-2,2	0,56	0,81	816	35,55208	6,87140	28,68069	0,01851
únor	-0,4	0,59	0,81	816	34,65727	8,06561	26,59166	0,02501
březen	3,6	0,58	0,79	816	25,12480	11,01021	14,11459	0,02879
duben	9,1	0,59	0,77	816	9,17968	17,35281	-8,17313	0,02667
květen	13,4	0,61	0,74	816	-5,40007	25,13233	-30,53240	0,01849
červen	17,0	0,64	0,71	816	-19,9926 1	34,83010	-54,82271	0,00428
červene c	18,0	0,66	0,70	816	-24,6067 2	38,27215	-62,87887	0,00000
srpen	17,9	0,65	0,70	816	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
září	13,8	0,62	0,74	816	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Množství kondenzátu v 3. měsíci $Ma \text{ (kg/m}^2) = 0,029 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

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

6 P2b – Zateplení stropu (nová budova) - navrhovaný stav

Strop - pod nevytápěnou půdou (se střešou bez tepelné izolace)

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{di} = 1\ 368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\ 487 \text{ Pa}$

$\theta_{se} = -15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{se} = 84,0 \%$ $R_{se} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{dse} = 139 \text{ Pa}$ $p''_{dse} = 165 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

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	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	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
2	154-01	1.1	Tvarovky HURDIS	710		18,0	1,000	0,570	0,600	0,00	0,025	1,0	2,2
3	111-07	12.7	Škvára ulehlá	750	750,0	3,0	1,000	0,210	0,270	0,00	0,090	1,0	2,2
4	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	2,2
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	2,2
6	108a-042	8.4.2	Minerální vlna MVV (75)	75	1 150,0	5,0	1,000	0,037	0,039	0,00	0,017	1,0	2,2
7	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

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokveří, 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	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	20,5	19,0	1,01	1 368
2	154-01	Tvarovky HURDIS	Z vr.	80,00	0,600	0,600	0,133	20,4	18,0	7,65	1 365
3	111-07	Škvára ulehlá	Z vr.	100,00	0,270	0,270	0,370	19,7	3,0	1,59	1 339
4	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	65,00	0,840	0,840	0,077	17,8	9,0	3,11	1 334
5	116-03	Fólie z PE	Z vr.	0,20	0,350	0,350	0,001	17,4	164 000,0	174,25	1 323
6	108a-042	Minerální vlna MVV (75)	Z vr.	240,00	0,039	0,039	6,154	17,4	5,0	6,37	742
7	116-03	Fólie z PE	Z vr.	0,20	0,350	0,350	0,001	-14,5	164 000,0	174,25	721

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

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

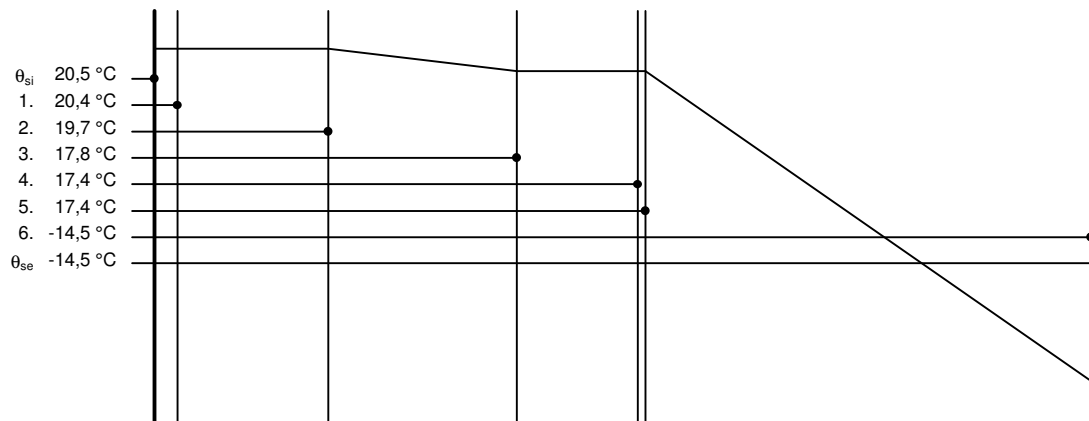
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

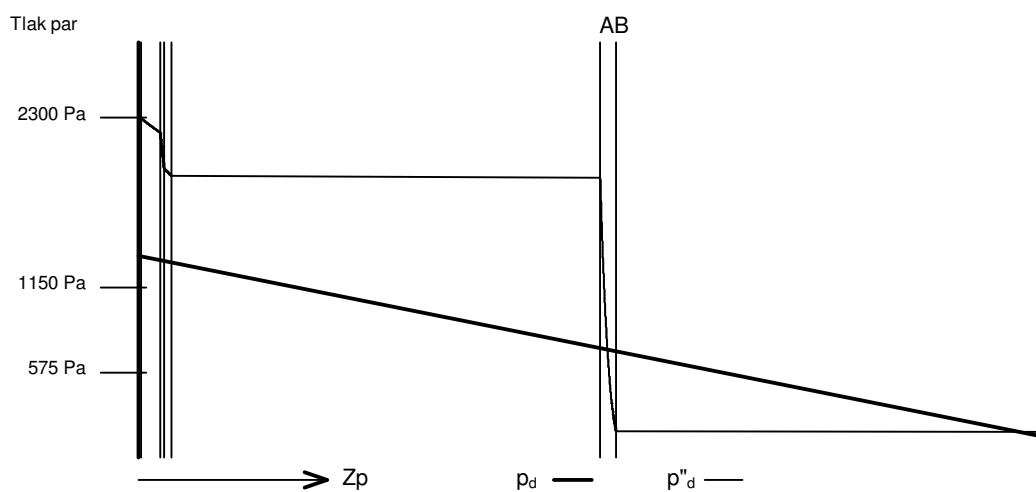
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,194$	$W/(m^2 \cdot K)$	Celková měrná hmotnost	$m = 287,4$	kg/m^2
Tepelný odpor	$R = 6,746$	$m^2 \cdot K/W$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$	$^{\circ}C$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 6,946$	$m^2 \cdot K/W$			
Difuzní odpor	$Z_p = 368,227$	$\cdot 10^9$ m/s			

1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



$Z_{pA} = 193,9 \cdot 10^9$ m/s $Z_{pB} = 193,9 \cdot 10^9$ m/s $A = 494$ mm $B = 494$ mm

Závěr

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

$U = 0,19396$ $W/(m^2 \cdot K)$; Zaokrouhlo: $U = 0,19$ $W/(m^2 \cdot K)$; požadovaný $U_N = 0,30$ $W/(m^2 \cdot K)$; doporučený $U_{rec} = 0,20$ $W/(m^2 \cdot K)$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ $W/(m^2 \cdot K)$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,986$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,045 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -0,034$ 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.

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	6,531	0,122	0,0000
-20,0	0,0	6,480	0,133	0,0000
-18,0	0,0	6,363	0,160	0,0000
-15,0	604,8	6,147	0,211	0,0036
-10,0	993,6	5,644	0,329	0,0053
-5,0	2 592,0	4,894	0,515	0,0114
0,0	5 572,8	3,812	0,784	0,0169
5,0	5 788,8	2,457	1,173	0,0074
10,0	5 616,0	0,628	1,774	-0,0064
15,0	5 832,0	-1,807	2,734	-0,0265
20,0	4 104,0	-5,016	4,377	-0,0386
25,0	432,0	-9,199	7,461	-0,0072

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

$$M_c = 0,0445 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{ev} = 0,0787 \text{ kg/m}^2$$

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

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0$ °C

Nadmořská výška $z = 300$ 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	494	11,67478	17,15465	-5,47986	0,00000
listopad	3,5	0,58	0,79	494	30,36851	11,01708	19,35143	0,00502
prosinec	-0,2	0,59	0,81	494	41,40040	8,24583	33,15457	0,01390
leden	-2,2	0,56	0,81	494	42,54638	6,97050	35,57588	0,02342
únor	-0,4	0,59	0,81	494	41,46849	8,17006	33,29842	0,03155
březen	3,6	0,58	0,79	494	30,04419	11,10640	18,93779	0,03662
duben	9,1	0,59	0,77	494	10,92657	17,44412	-6,51755	0,03494
květen	13,4	0,61	0,74	494	-6,54298	25,20690	-31,74988	0,02643
červen	17,0	0,64	0,71	494	-24,0189 4	34,87800	-58,89694	0,01117
červene c	18,0	0,66	0,70	494	-29,5434 1	38,31007	-67,85348	0,00000
srpen	17,9	0,65	0,70	494	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
září	13,8	0,62	0,74	494	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Množství kondenzátu v 3. měsíci Ma (kg/m²) = 0,037 < 0,100 - **konstrukce vyhovuje**

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

7. P3 – zateplení stropu foukanou TI (nová budova) - navrhovaný stav

Strop - pod nevytápěnou půdou (se střešou bez tepelné izolace)

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{di} = 1\,368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\,487 \text{ Pa}$

$\theta_{se} = -15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{se} = 84,0 \%$ $R_{se} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{dse} = 139 \text{ Pa}$ $p''_{dse} = 165 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{s1} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

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	$\kappa\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z _{TM}	Z _w	z ₁	z ₃
1	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	1,0	0,5
2	109-021	10.2.1	Dřevo měkké kolmo k vláknům	400	2 510,0	157,0	1,000	0,150	0,180	0,00	0,029	1,0	0,5
3	164-18		Vzduch 25 cm	1	1 010,0	1,0	1,000	1,750	1,750	0,00		1,0	0,5
4	109-021	10.2.1	Dřevo měkké kolmo k vláknům	400	2 510,0	157,0	1,000	0,150	0,180	0,00	0,029	1,0	0,5
5	111-07	12.7	Škvára ulehlá	750	750,0	3,0	1,000	0,210	0,270	0,00	0,090	1,0	0,5
6	151-012	1.1.2	CP 290/140/65 (1800)	1 800	900,0	9,0	1,000	0,770	0,840	0,00	0,130	1,0	0,5
7	253-001		Foukaná TI z celulózy	35	840,0	2,0	1,000	0,042	0,042	0,00		1,0	0,5

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokveří, 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 ·10 ⁻⁹ m/s	p _d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	20,6	19,0	1,01	1 368
2	109-021	Dřevo měkké kolmo k vláknům	Z vr.	26,00	0,180	0,180	0,144	20,5	157,0	21,69	1 346
3	164-18	Vzduch 25 cm	Z vr.	250,00	1,750	1,750	0,143	19,9	1,0	1,33	863
4	109-021	Dřevo měkké kolmo k vláknům	Z vr.	26,00	0,180	0,180	0,144	19,3	157,0	21,69	833
5	111-07	Škvára ulehlá	Z vr.	200,00	0,270	0,270	0,741	18,7	3,0	3,19	350
6	151-012	CP 290/140/65 (1800)	Z vr.	65,00	0,840	0,840	0,077	15,6	9,0	3,11	279
7	253-001	Foukaná TI z celulózy	Z vr.	300,00	0,042	0,042	7,143	15,3	2,0	3,19	210

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

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

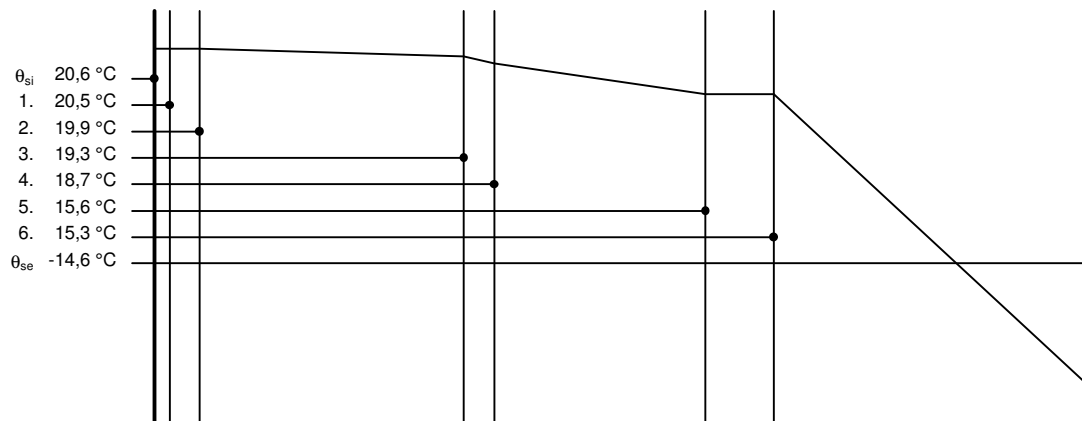
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

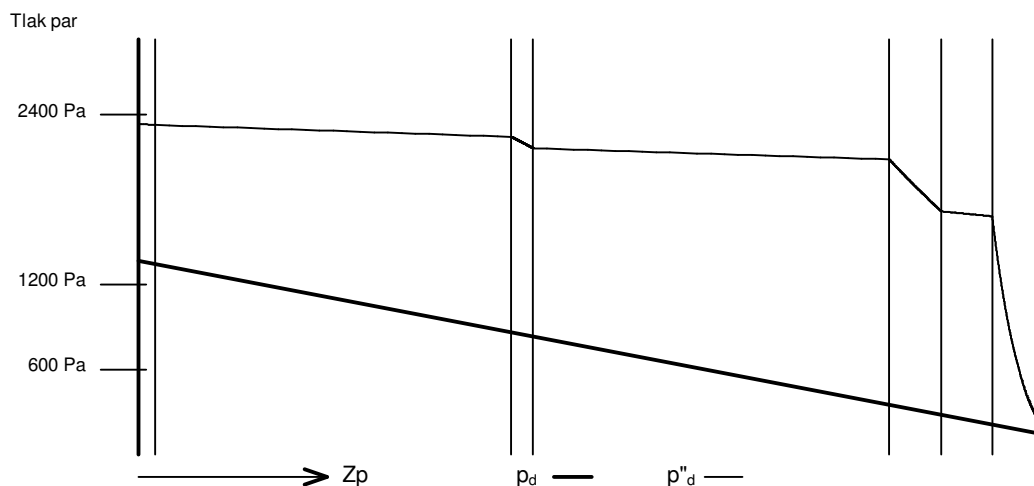
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,166$ W/(m ² ·K)	Celková měrná hmotnost	$m = 318,6$ kg/m ²
Tepelný odpor	$R = 8,403$ m ² ·K/W	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 8,603$ m ² ·K/W		
Difuzní odpor	$Z_p = 55,190$ ·10 ⁹ m/s		

1.4 Průběh teploty v konstrukci



1.5 Průběh tlaku vodních par $p_{d,x}$ a $p''_{d,x}$ v konstrukci



Závěr

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

$U = 0,16624$ W/(m²·K); Zaokrouhlo: $U = 0,17$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,30$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,20$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

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

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,000 < 0,100$ - **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 Měsíční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle ČSN EN ISO 13788.

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0$ °C

Nadmořská výška $z = 300$ m n.m.

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

V konstrukci nedochází ke kondenzaci.

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

8. P4 – Zateplení stropu nad tělocvičnou - navrhovaný stav

Strop - pod nevytápěnou půdou (se střešou bez tepelné izolace)

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

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 $\varphi_{se} = 84,0$ % $R_{se} = 0,100$ m²·K/W $p_{dse} = 139$ Pa $p''_{dse} = 165$ Pa

Pro 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	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	600-003		Venk. omítk. Silikon pas	1 600	920,0	120,0	1,000	0,750	0,750	0,00		1,0	2,2
2	601-001		Lepící tmel	1 690	900,0	20,0	1,000	0,800	0,800	0,00		1,0	2,2
3	256-022		EPS 100 F	23	1 270,0	70,0	1,000	0,037	0,037	0,00		1,0	2,2
4	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
5	154-01	1.1	Tvarovky HURDIS	710		18,0	1,000	0,570	0,600	0,00	0,025	1,0	2,2
6	111-07	12.7	Škvára ulehlá	750	750,0	3,0	1,000	0,210	0,270	0,00	0,090	1,0	2,2
7	101-013	1.1.3	Beton hutný (2300)	2 300	1 020,0	23,0	1,000	1,160	1,360	0,00	0,080	1,0	2,2
8	117-04	18.4	Ocel uhlíková	7 850			1,000	50,000	50,000	0,00	0,000	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	600-003	Venk. omítk. Silikon pas	Z vr.	5,00	0,750	0,750	0,007	20,2	120,0	3,19	1 368
2	601-001	Lepící tmel	Z vr.	5,00	0,800	0,800	0,006	20,2	20,0	0,53	1 318
3	256-022	EPS 100 F	Z vr.	140,00	0,037	0,037	3,784	20,1	70,0	52,06	1 310
4	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	-8,4	19,0	1,01	501
5	154-01	Tvarovky HURDIS	Z vr.	80,00	0,600	0,600	0,133	-8,5	18,0	7,65	485
6	111-07	Škvára ulehlá	Z vr.	150,00	0,270	0,270	0,556	-9,5	3,0	2,39	366
7	101-013	Beton hutný (2300)	Z vr.	100,00	1,360	1,360	0,074	-13,7	23,0	12,22	329
8	117-04	Ocel uhlíková	Z vr.	1,00	50,000	50,000	0,000	-14,2	0,0	0,00	139

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

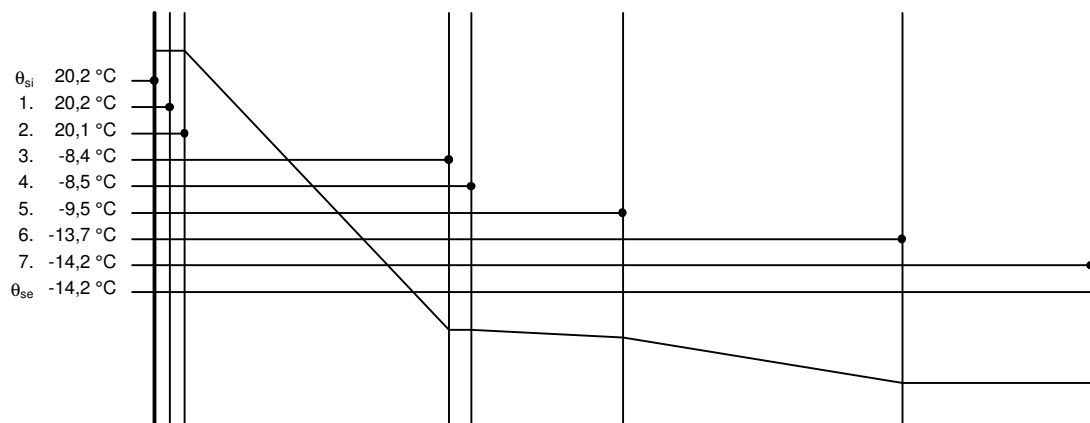
P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

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

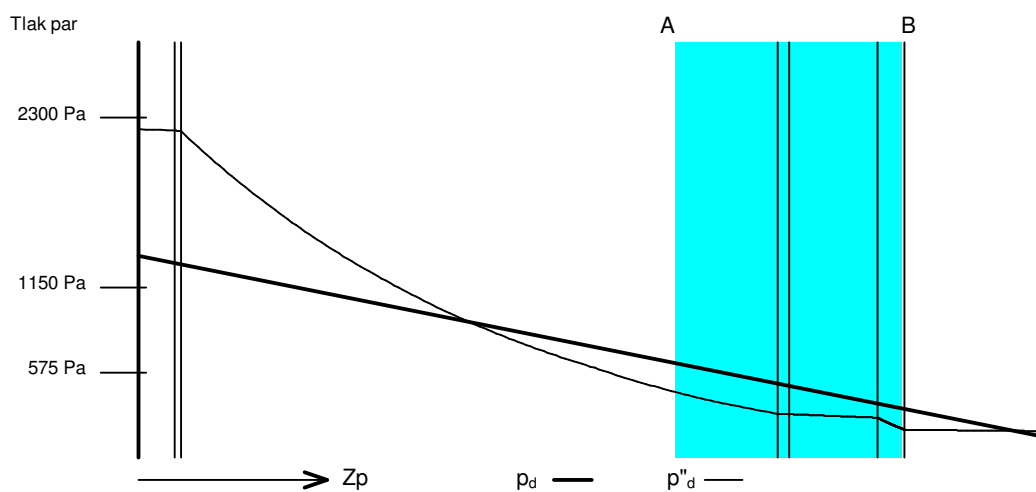
To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,260$ W/(m ² ·K)	Celková měrná hmotnost	$m = 446,8$ kg/m ²
Tepelný odpor	$R = 4,569$ m ² ·K/W	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 11,6$ °C
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,769$ m ² ·K/W		
Difuzní odpor	$Z_p = 79,048$ ·10 ⁹ m/s		

1.4 Průběh teploty v konstrukci



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



$Z_{pA} = 47,2 \cdot 10^9$ m/s $Z_{pB} = 66,8 \cdot 10^9$ m/s $A = 127$ mm $B = 390$ mm

Závěr

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

$U = 0,25968$ W/(m²·K); Zaokrouhlo: $U = 0,26$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,30$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,20$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,793$; $f_{Rsi} = 0,979$ vyhovuje

V konstrukci je použit neúplně zadaný materiál. Roční bilanci kondenzátu není možné určit.

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.

Návrhová teplota $\theta_i = 20,0$ °C

Nadmořská výška $z = 300$ m n.m.

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

V konstrukci nedochází ke kondenzaci.

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_i	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