

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

### Teplota 2014 EDU

Název úlohy : **obvodový plášť**  
Zpracovatel : Pavel Linhart  
Zakázka :  
Datum : 26.09.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Email polyuret	0,00004	0,2100	1400,0	1400,0	67230,0	0.0000
2	Trapézové plec	0,0007	50,0000	870,0	7850,0	1720,0	0.0000
3	ROCKWOOL STALR	0,2000	0,0350	840,0	500,0	1,0	0.0000
4	Trapézové plec	0,0006	50,0000	870,0	7850,0	1720,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Email polyuretanový 3x	---
2	Trapézové plechy	---
3	ROCKWOOL STALROCK MAX	---
4	Trapézové plechy	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	43.9	1091.2	-1.8	81.0	425.9
2	28	21.0	45.1	1121.0	0.0	80.5	491.5
3	31	21.0	48.8	1213.0	3.7	79.2	630.3
4	30	21.0	53.5	1329.8	8.4	77.1	849.5
5	31	21.0	60.8	1511.2	13.5	73.9	1143.0
6	30	21.0	66.4	1650.4	16.7	71.2	1352.9
7	31	21.0	68.8	1710.1	18.0	69.9	1441.9

8	31	21.0	67.7	1682.7	17.4	70.5	1400.3
9	30	21.0	61.1	1518.7	13.7	73.8	1156.4
10	31	21.0	54.0	1342.2	8.8	76.9	870.5
11	30	21.0	48.9	1215.4	3.8	79.2	634.8
12	31	21.0	46.6	1158.3	0.1	80.5	495.0

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.715 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.170 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelné akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 2.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 276.2  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.6 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.58 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.958

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.6	0.587	8.3	0.441	20.1	0.958	46.5
2	12.0	0.571	8.7	0.412	20.1	0.958	47.6
3	13.2	0.549	9.8	0.354	20.3	0.958	51.0
4	14.6	0.493	11.2	0.222	20.5	0.958	55.3
5	16.6	0.414	13.1	-----	20.7	0.958	62.0
6	18.0	0.303	14.5	-----	20.8	0.958	67.1
7	18.6	0.189	15.1	-----	20.9	0.958	69.3
8	18.3	0.253	14.8	-----	20.9	0.958	68.3
9	16.7	0.409	13.2	-----	20.7	0.958	62.3
10	14.8	0.488	11.3	0.208	20.5	0.958	55.7
11	13.2	0.548	9.9	0.352	20.3	0.958	51.1
12	12.5	0.593	9.1	0.432	20.1	0.958	49.2

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.2	20.2	20.2	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	737	455	408	166

## PŘÍLOHA F

p,sat [Pa]: 2373 2373 2373 202 202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.2007	0.2007	4.997E-0008

**Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:**Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.2121 kg/(m2.rok)**Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **1.8262 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:****Roční cyklus č. 1**

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Akt.kond./vypař. $M_c$ [kg/m2s]	Akumul.vlhkost $M_a$ [kg/m2]
12	0.2007	0.2007	1.76E-0009	0.0047
1	0.2007	0.2007	6.60E-0009	0.0224
2	0.2007	0.2007	3.26E-0010	0.0232
3	---	---	-1.33E-0008	0.0000
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0232 kg/m2**Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je minimálně: **0.0232 kg/m2****Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $M_{c,a} < M_{ev,a}$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

Název konstrukce: obvodový plášť

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -13,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : -13,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Email polyuretanový 3x	0,000	0,210	67230,0
2	Trapézové plechy	0,0007	50,000	1720,0
3	ROCKWOOL STALROCK MAX	0,200	0,035	1,0

## PŘÍLOHA F

4 Trapézové plechy 0,0006 50,000 1720,0

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$ Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,958$ Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převyšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**Požadavek:  $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ Vypočtená hodnota:  $U = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$  **$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

**III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
 3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,5 kg/m2.rok, nebo 5-10% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:

zóna č. 1: 0,236 kg/m2.rok (materiál: Trapézové plechy).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,236 kg/m2.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti  $M_{c,a} = 0,0232 \text{ kg/m}^2$ 

Na konci modelového roku je zóna suchá.

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.** **$M_{c,a} \leq 0 \text{ kg/m}^2$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.** **$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

### Teplota 2014 EDU

Název úlohy : **podlaha**  
Zpracovatel : Pavel Linhart  
Zakázka :  
Datum : 27.09.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop nad venkovním prostředím  
Korekce součinitele prostupu dU : 0,000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0,0000
2	Polyetylenová	0,0050	0,0500	2300,0	50,0	100,0	0,0000
3	Beton hutný 3	0,0500	1,3600	1020,0	2400,0	23,0	0,0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0,0000
5	Rigips EPS 200	0,1200	0,0340	1270,0	30,0	40,0	0,0000
6	Alkorplan 35 1	0,0015	0,1600	960,0	1300,0	20000,0	0,0000
7	Beton hutný 3	0,1500	1,3600	1020,0	2400,0	23,0	0,0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Polyetylenová pěna	---
3	Beton hutný 3	---
4	PE folie	---
5	Rigips EPS 200 S Stabil (1)	---
6	Alkorplan 35 170	---
7	Beton hutný 3	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0,17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0,25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0,04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0,04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21,0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84,0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55,0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHI [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21,0	43,9	1091,2	-1,8	81,0	425,9
2	28	21,0	46,5	1155,8	0,0	80,5	491,5

3	31	21,0	48,8	1213,0	3,7	79,2	630,3
4	30	21,0	53,5	1329,8	8,4	77,1	849,5
5	31	21,0	60,8	1511,2	13,5	73,9	1143,0
6	30	21,0	66,4	1650,4	16,7	71,2	1352,9
7	31	21,0	68,8	1710,1	18,0	69,9	1441,9
8	31	21,0	67,7	1682,7	17,4	70,5	1400,3
9	30	21,0	61,1	1518,7	13,7	73,8	1156,4
10	31	21,0	54,0	1342,2	8,8	76,9	870,5
11	30	21,0	48,9	1215,4	3,8	79,2	634,8
12	31	21,0	46,6	1158,3	0,1	80,5	495,0

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5,0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3,796 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0,250 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kce</sub> : 0,27 / 0,30 / 0,35 / 0,45 W/m<sup>2</sup>K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelné akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 3,0E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 157,6  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 11,7 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18,92 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0,939

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11,6	0,587	8,3	0,441	19,6	0,939	47,8
2	12,5	0,593	9,1	0,434	19,7	0,939	50,3
3	13,2	0,549	9,8	0,354	19,9	0,939	52,1
4	14,6	0,493	11,2	0,222	20,2	0,939	56,1
5	16,6	0,414	13,1	-----	20,5	0,939	62,5
6	18,0	0,303	14,5	-----	20,7	0,939	67,5
7	18,6	0,189	15,1	-----	20,8	0,939	69,6
8	18,3	0,253	14,8	-----	20,8	0,939	68,6
9	16,7	0,409	13,2	-----	20,6	0,939	62,8
10	14,8	0,488	11,3	0,208	20,3	0,939	56,5
11	13,2	0,548	9,9	0,352	19,9	0,939	52,2
12	12,5	0,593	9,1	0,432	19,7	0,939	50,4

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

## PŘÍLOHA F

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.6	19.5	18.6	18.3	18.3	-11.6	-11.7	-12.7
p [Pa]:	1367	1324	1314	1289	982	880	240	166
p.sat [Pa]:	2274	2262	2145	2104	2103	224	222	204

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p.sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.1851	0.1851	9.662E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0746 kg/(m2.rok)**  
 Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0993 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:**

## Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
11	0.1851	0.1851	2.04E-0009	0.0053
12	0.1851	0.1851	3.47E-0009	0.0146
1	0.1851	0.1851	3.74E-0009	0.0246
2	0.1851	0.1851	3.50E-0009	0.0331
3	0.1851	0.1851	2.08E-0009	0.0387
4	0.1851	0.1851	-7.45E-0011	0.0385
5	0.1851	0.1851	-3.17E-0009	0.0300
6	0.1851	0.1851	-5.76E-0009	0.0150
7	---	---	-7.03E-0009	0.0000
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0387 kg/m2**  
 Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je minimálně: **0.0387 kg/m2**

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a &lt; Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

Název konstrukce: podlaha

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C  
 Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 20,0 C  
 Návrhová venkovní teplota Tae: -13,0 C  
 Teplota na vnější straně Te: -13,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 21,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH: 50,0 % (+5,0%)

## PŘÍLOHA F

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,010	1,010	200,0
2	Polyetylénová pěna	0,005	0,050	100,0
3	Beton hutný 3	0,050	1,360	23,0
4	PE folie	0,0001	0,350	144000,0
5	Rigips EPS 200 S Stabil (1)	0,120	0,034	40,0
6	Alkorplan 35 170	0,0015	0,160	20000,0
7	Beton hutný 3	0,150	1,360	23,0

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,753

Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,939

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: U,N = 0,24 W/m2K

Vypočtená hodnota: U = 0,250 W/m2K

U &gt; U,N ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

**III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
 3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,5 kg/m2.rok, nebo 5-10% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně číni:

zóna č. 1: 0,098 kg/m2.rok (materiál: Alkorplan 35 170).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,098 kg/m2.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti Mc,a = 0,0387 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

Ma,vysl = 0 kg/m2 ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Mc,a &lt; Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

## KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

### Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **střecha**  
Zpracovatel : Pavel Linhart  
Zakázka :  
Datum : 29.09.2016

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Trapézové plec	0,0006	50,0000	870,0	7850,0	1720,0	0,0000
2	PE folie	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	345000,0	0,0000
3	Isover T	0,1600	0,0400	800,0	160,0	1,0	0,0000
4	Isover S	0,1000	0,0390	800,0	175,0	1,0	0,0000
5	Folie PVC	0,0018	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0,0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Trapézové plechy	---
2	PE folie	---
3	Isover T	---
4	Isover S	---
5	Folie PVC	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	21.0	43.9	1091.2	-3.8	81.0	359.9
2	28	21.0	46.5	1155.8	-2.0	80.5	416.3
3	31	21.0	48.8	1213.0	1.7	79.2	546.7
4	30	21.0	53.5	1329.8	6.4	77.1	740.8
5	31	21.0	60.8	1511.2	11.5	73.9	1002.3
6	30	21.0	66.4	1650.4	14.7	71.2	1190.3
7	31	21.0	68.8	1710.1	16.0	69.9	1270.3

8	31	21.0	67.7	1682.7	15.4	70.5	1232.9
9	30	21.0	61.1	1518.7	11.7	73.8	1014.2
10	31	21.0	54.0	1342.2	6.8	76.9	759.5
11	30	21.0	48.9	1215.4	1.8	79.2	550.6
12	31	21.0	46.6	1158.3	-1.9	80.5	419.8

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.576 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.149 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelné akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 5.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 151.6  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 8.3 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.76 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.964

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: Vypočtené hodnoty

	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.6	0.620	8.3	0.486	20.1	0.964	46.4
2	12.5	0.629	9.1	0.483	20.2	0.964	49.0
3	13.2	0.596	9.8	0.421	20.3	0.964	51.0
4	14.6	0.562	11.2	0.329	20.5	0.964	55.3
5	16.6	0.538	13.1	0.173	20.7	0.964	62.1
6	18.0	0.524	14.5	-----	20.8	0.964	67.3
7	18.6	0.514	15.1	-----	20.8	0.964	69.6
8	18.3	0.520	14.8	-----	20.8	0.964	68.6
9	16.7	0.536	13.2	0.164	20.7	0.964	62.4
10	14.8	0.560	11.3	0.320	20.5	0.964	55.7
11	13.2	0.595	9.9	0.420	20.3	0.964	51.1
12	12.5	0.628	9.1	0.482	20.2	0.964	49.1

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

#### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Přůběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

## PŘÍLOHA F

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.5	20.5	20.5	0.2	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1367	1355	529	527	526	166
p,sat [Pa]:	2409	2409	2409	621	203	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.2608	0.2608	3.071E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0171 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0668 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. $M_c$ [kg/m2s]	Akumul.vlhkost $M_a$ [kg/m2]
11	0.2608	0.2608	4.48E-0010	0.0012
12	0.2608	0.2608	1.06E-0009	0.0040
1	0.2608	0.2608	1.21E-0009	0.0072
2	0.2608	0.2608	1.07E-0009	0.0098
3	0.2608	0.2608	4.62E-0010	0.0111
4	0.2608	0.2608	-4.85E-0010	0.0098
5	0.2608	0.2608	-1.98E-0009	0.0045
6	---	---	-3.31E-0009	0.0000
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0111 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je minimálně: **0.0111 kg/m2**

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $M_{c,a} < M_{ev,a}$ ).**

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplota 2014 EDU

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

Název konstrukce: střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

## PŘÍLOHA F

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	MI [-]
1	Trapézové plechy	0,0006	50,000	1720,0
2	PE folie	0,0002	0,350	345000,0
3	Isover T	0,160	0,040	1,0
4	Isover S	0,100	0,039	1,0
5	Folie PVC	0,0018	0,160	16700,0

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,753$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,964$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Jejich převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{i,N} = 0,24$  W/m2K

Vypočtená hodnota:  $U = 0,149$  W/m2K

**$U < U_{i,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

**III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.  
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.  
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně čí: zóna č. 1: 0,076 kg/m2.rok (materiál: Folie PVC).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,076 kg/m2.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti  $M_{c,a} = 0,0111$  kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá.

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,vysl} = 0$  kg/m2 ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Teplota 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software