



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## CINEMA POINT

CINEMA POINT

### P3 – VÝSTUP Z PROGRAMU TEPLA

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Hrůza

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ROMAN BRZOŇ, Ph.D.

BRNO 2017

# 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

Název úlohy : **S01 - OBVODOVÁ KONSTRUKCE - KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS**

Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Omítka vápenoc	0,0030	0,4700	790,0	1430,0	19,0	0.0000
2	Jádrová omítka	0,0120	0,4700	790,0	1430,0	19,0	0.0000
3	Železobetonová	0,3000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Cementová lepi	0,0100	0,5300	790,0	2000,0	20,0	0.0000
5	Isover TF prof	0,1500	0,0360	1150,0	150,0	1,0	0.0000
6	Cementová stěr	0,0100	0,5300	790,0	2000,0	20,0	0.0000
7	Weber.pas.sili	0,0015	0,7500	920,0	1600,0	80,0	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	Omítka vápenocementová	---
2	Jádrová omítka vápenocementová	---
3	Železobetonová monolitická stěna	---
4	Cementová lepicí hmota	---
5	Isover TF profi	---
6	Cementová stěrkovací hmota	---
7	Weber.pas.silikon	---

### 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 : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	43.2	1047.7	-3.0	81.4	387.0
2	28	20.6	45.4	1101.0	-1.4	80.9	439.8
3	31	20.6	48.8	1183.5	2.2	79.8	570.9
4	30	20.6	52.8	1280.5	6.8	77.9	769.4
5	31	20.6	59.4	1440.5	11.8	75.1	1039.0
6	30	20.6	64.8	1571.5	15.0	72.8	1240.8
7	31	20.6	67.5	1637.0	16.5	71.4	1339.6
8	31	20.6	66.6	1615.2	16.0	71.9	1306.6
9	30	20.6	60.5	1467.2	12.5	74.7	1082.2
10	31	20.6	53.9	1307.2	7.7	77.5	814.1
11	30	20.6	49.0	1188.3	2.5	79.7	582.5
12	31	20.6	45.7	1108.3	-1.2	80.9	447.2

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 :

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

Teplotní odpor konstrukce R : 4.058 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.237 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 4.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 828.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 16.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 18.50 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.942

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f <sub>Rsi</sub>	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f <sub>Rsi,m</sub>	Tsi,m[C]	f <sub>Rsi,m</sub>			
1	11.0	0.592	7.7	0.452	19.2	0.942	47.0
2	11.7	0.596	8.4	0.445	19.3	0.942	49.1
3	12.8	0.577	9.5	0.394	19.5	0.942	52.1
4	14.0	0.524	10.6	0.278	19.8	0.942	55.5
5	15.9	0.461	12.4	0.070	20.1	0.942	61.3
6	17.2	0.397	13.7	-----	20.3	0.942	66.1
7	17.9	0.335	14.4	-----	20.4	0.942	68.5
8	17.7	0.361	14.2	-----	20.3	0.942	67.7
9	16.1	0.450	12.7	0.024	20.1	0.942	62.3
10	14.3	0.515	10.9	0.251	19.9	0.942	56.4
11	12.9	0.574	9.5	0.388	19.6	0.942	52.3
12	11.8	0.597	8.5	0.444	19.3	0.942	49.4

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

**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a balance 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	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.6	19.5	19.3	17.7	17.5	-15.5	-15.7	-15.7
p [Pa]:	1334	1325	1290	229	198	175	145	126
p,sat [Pa]:	2275	2268	2240	2018	1999	157	155	155

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4750		0.4750	1.191E-0008

Roční balance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0059 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **5.1912 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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**

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

**Název konstrukce:** S01 - OBVODOVÁ KONSTRUKCE - KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-16,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-16,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :	50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,003	0,470	19,0
2	Jádrová omítka vápenocementová	0,012	0,470	19,0
3	Železobetonová monolitická stě	0,300	1,430	23,0
4	Cementová lepicí hmota	0,010	0,530	20,0
5	Isover TF profí	0,150	0,036	1,0
6	Cementová stěrkovací hmota	0,010	0,530	20,0
7	Weber.pas.silikon	0,0015	0,750	80,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  0,754

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,942

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 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:  $U, N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,237 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokvi 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  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,600 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

(materiál: Cementová stěrková hmota).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,100 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0059 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 5,1912 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

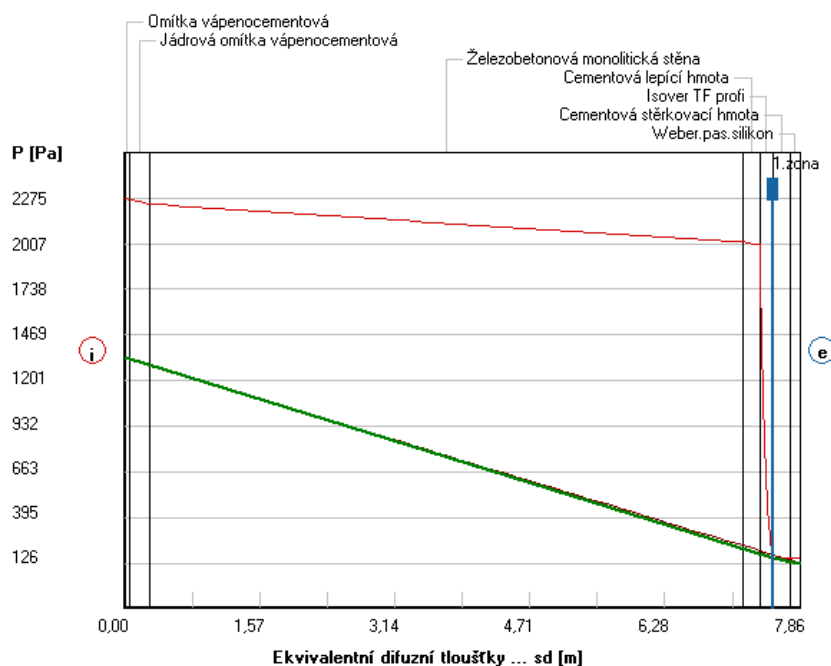
$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... **2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

Teplo 2014, (c) 2014 Svoboda Software

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



#### LEGENDA:

S01 - OBVODOVÁ KON...

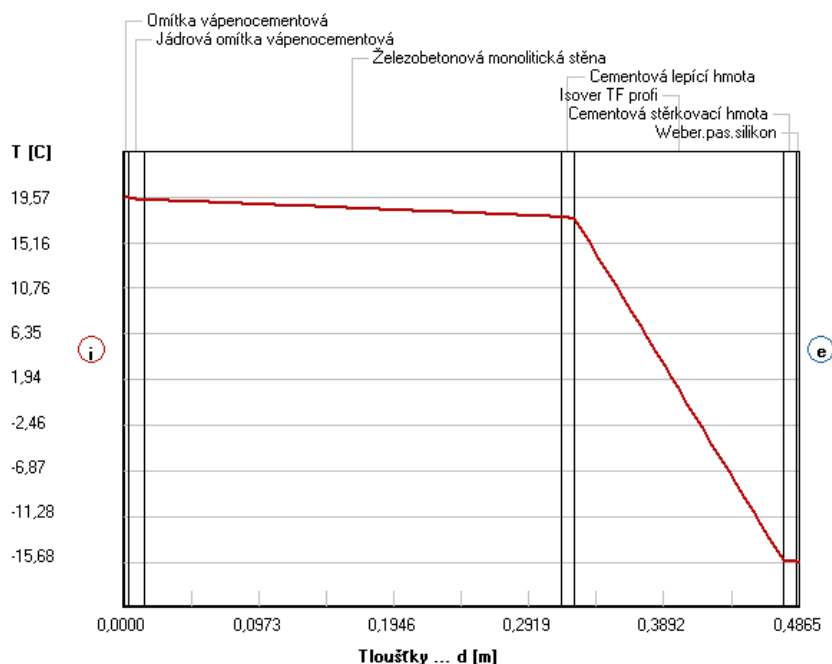
Rozložení tlaků:

Okr. podmínky:  
Interiér 20,6 C  
55,0 %  
Exteriér -16,0 C  
84,0 %

— nasyc. tlak  
— teoret. tlak  
— skut. tlak  
— kond. zóna

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



#### LEGENDA:

S01 - OBVODOVÁ KON...

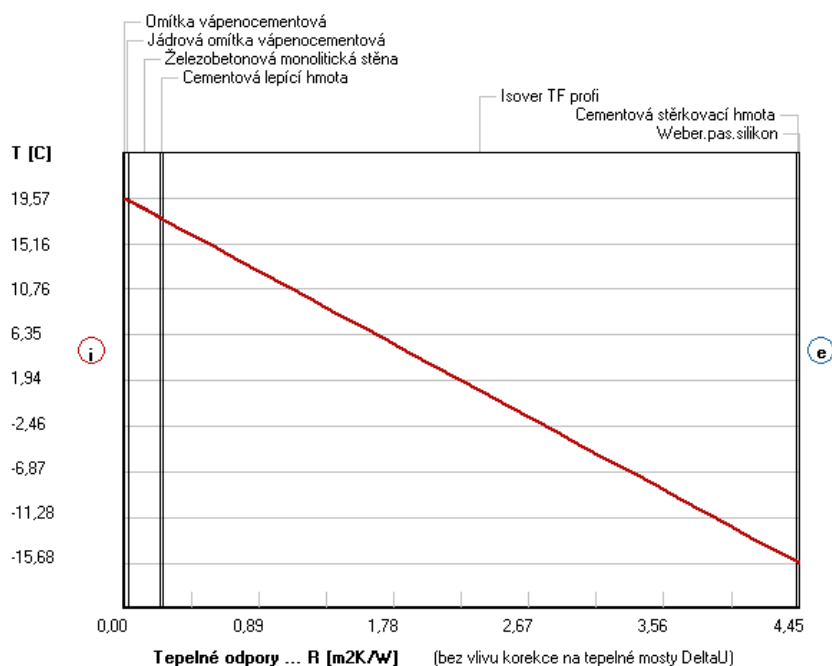
Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér 20,6 C  
55,0 %  
Exteriér -16,0 C  
84,0 %

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



#### LEGENDA:

S01 - OBVODOVÁ KON...

Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér 20,6 C  
55,0 %  
Exteriér -16,0 C  
84,0 %

# 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

Název úlohy : **S02 - OBVODOVÁ KONSTRUKCE - KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS SOKL**

Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Omítka vápenoc	0,0030	0,4700	790,0	1430,0	19,0	0.0000
2	Jádrová omítka	0,0120	0,4700	790,0	1430,0	19,0	0.0000
3	Železobetonová	0,3000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Cementová lepi	0,0100	0,5300	790,0	2000,0	20,0	0.0000
5	XPS	0,1500	0,0380	1270,0	40,0	100,0	0.0000
6	Cementová stěr	0,0100	0,5300	790,0	2000,0	20,0	0.0000
7	Weber.pas.sili	0,0015	0,7500	920,0	1600,0	80,0	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	Omítka vápenocementová	---
2	Jádrová omítka vápenocementová	---
3	Železobetonová monolitická stěna	---
4	Cementová lepicí hmota	---
5	XPS	---
6	Cementová stěrkoovací hmota	---
7	Weber.pas.silikon	---

### 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 : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	43.2	1047.7	-3.0	81.4	387.0
2	28	20.6	45.4	1101.0	-1.4	80.9	439.8
3	31	20.6	48.8	1183.5	2.2	79.8	570.9
4	30	20.6	52.8	1280.5	6.8	77.9	769.4

5	31	20.6	59.4	1440.5	11.8	75.1	1039.0
6	30	20.6	64.8	1571.5	15.0	72.8	1240.8
7	31	20.6	67.5	1637.0	16.5	71.4	1339.6
8	31	20.6	66.6	1615.2	16.0	71.9	1306.6
9	30	20.6	60.5	1467.2	12.5	74.7	1082.2
10	31	20.6	53.9	1307.2	7.7	77.5	814.1
11	30	20.6	49.0	1188.3	2.5	79.7	582.5
12	31	20.6	45.7	1108.3	-1.2	80.9	447.2

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 balance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Teplný odpor konstrukce R : 3.873 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.247 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</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 přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.2E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 594.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.40 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>i</sub>Rsi,p : **0.940**

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

Vypočtené hodnoty

	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f <sub>i</sub> Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f <sub>i</sub> Rsi,m	Tsi,m[C]	f <sub>i</sub> Rsi,m			
1	11.0	0.592	7.7	0.452	19.2	0.940	47.2
2	11.7	0.596	8.4	0.445	19.3	0.940	49.3
3	12.8	0.577	9.5	0.394	19.5	0.940	52.3
4	14.0	0.524	10.6	0.278	19.8	0.940	55.6
5	15.9	0.461	12.4	0.070	20.1	0.940	61.4
6	17.2	0.397	13.7	-----	20.3	0.940	66.2
7	17.9	0.335	14.4	-----	20.4	0.940	68.5
8	17.7	0.361	14.2	-----	20.3	0.940	67.7
9	16.1	0.450	12.7	0.024	20.1	0.940	62.3
10	14.3	0.515	10.9	0.251	19.8	0.940	56.5
11	12.9	0.574	9.5	0.388	19.5	0.940	52.4
12	11.8	0.597	8.5	0.444	19.3	0.940	49.6

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



**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a balance 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	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.5	19.5	19.3	17.5	17.4	-15.5	-15.7	-15.7
p [Pa]:	1334	1331	1319	952	941	143	132	126
p,sat [Pa]:	2268	2261	2231	2000	1980	157	155	155

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4476	0.4534	1.452E-0009

Roční balance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0005 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.8668 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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**

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

Název konstrukce: S02 - OBVODOVÁ KONSTRUKCE - KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM ETICS SOKL

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-16,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-16,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,003	0,470	19,0
2	Jádrová omítka vápenocementová	0,012	0,470	19,0
3	Železobetonová monolitická stě	0,300	1,430	23,0
4	Cementová lepicí hmota	0,010	0,530	20,0
5	XPS	0,150	0,038	100,0
6	Cementová stěrkovací hmota	0,010	0,530	20,0
7	Weber.pas.silikon	0,0015	0,750	80,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  0,754

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,940

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 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:  $U, N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,247 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokvi 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  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,360 \text{ kg/m}^2\text{rok}$  (materiál: XPS).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,100 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0005 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,8668 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

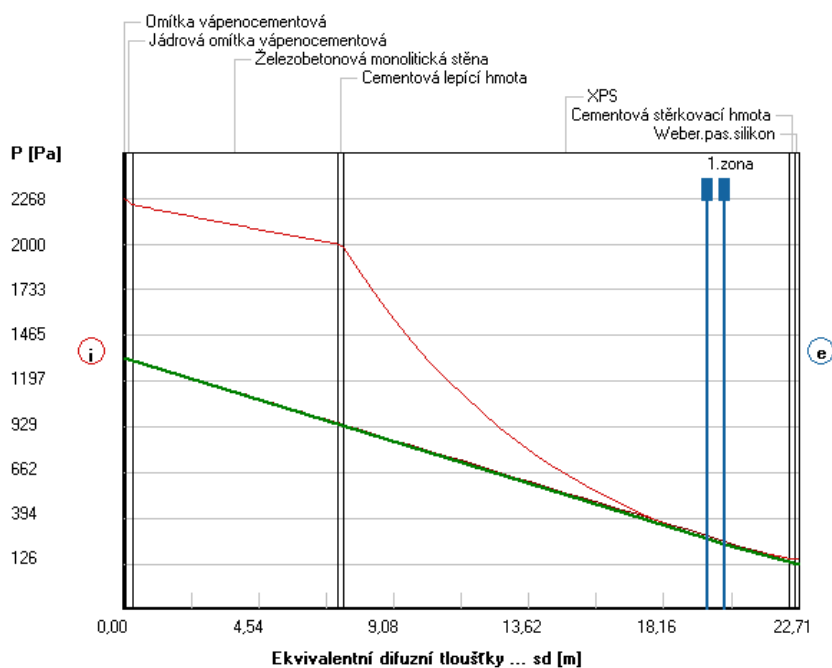
$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... **2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

Teplu 2014, (c) 2014 Svoboda Software

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



#### LEGENDA:

S02 - OBVODOVÁ KON...

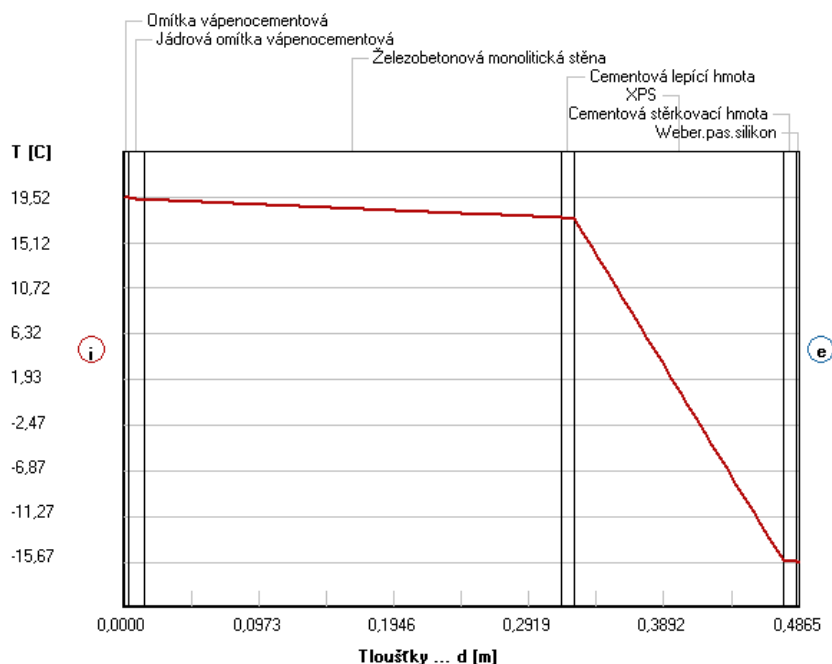
Rozložení tlaků:

Okr. podmínky:  
Interiér 20,6 C  
55,0 %  
Exteriér -16,0 C  
84,0 %

— nasyc. tlak  
— teoret. tlak  
— skut. tlak  
— kond. zóna

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S02 - OBVODOVÁ KON...

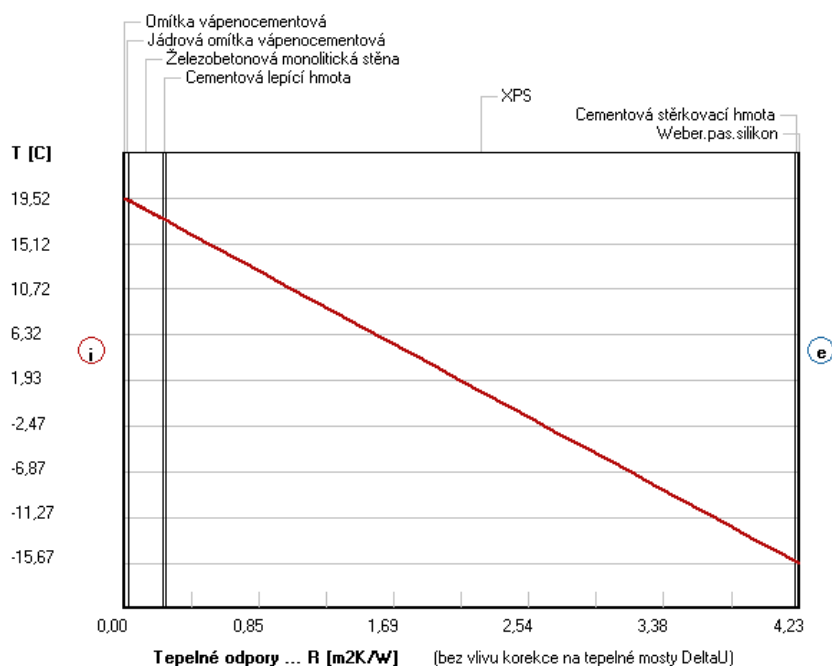
Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér	20,6 C
	55,0 %
Exteriér	-16,0 C
	84,0 %

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S02 - OBVODOVÁ KON...

Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér	20,6 C
	55,0 %
Exteriér	-16,0 C
	84,0 %

# 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

Název úlohy : **S03 - PODLAHA NA ZEMINĚ - ZÁTĚŽOVÝ KOBEREK**  
Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	koberec	0,0045	0,0650	1880,0	160,0	6,0	0.0000
2	Weber uni floo	0,0050	1,2000	830,0	1880,0	20,0	0.0000
3	Anhydritový sa	0,0650	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	14000,0	0.0000
5	Isover EPS 150	0,1200	0,0350	1270,0	250,0	30,0	0.0000
6	Podkladní žele	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Dekbit AL S 40	0,0040	0,2100	1470,0	1000,0	42782,0	0.0000
8	Dekbit V60 S 3	0,0035	0,2100	1470,0	1114,0	14480,0	0.0000
9	Beton prostý	0,1000	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
10	Hutněný vyrovn	0,1500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	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	koberec	---
2	Weber uni floor	---
3	Anhydritový samonivelační potěr	---
4	PE folie	---
5	Isover EPS 150	---
6	Podkladní železobeton	---
7	Dekbit AL S 40	---
8	Dekbit V60 S 35	---
9	Beton prostý	---
10	Hutněný vyrovnávací podklad	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 3.841 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.249 W/m2K**  
Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.3E+0012 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.65 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.939

### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 490.12 Ws/m<sup>2</sup>K

Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 3.98 C

**STOP, Teplo 2014**

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

**Název konstrukce:** S03 - PODLAHA NA ZEMINĚ - ZÁTĚŽOVÝ KOBEREK

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	koberec	0,0045	0,065	6,0
2	Weber uni floor	0,005	1,200	20,0
3	Anhydritový samonivelační potě	0,065	1,200	20,0
4	PE folie	0,0001	0,350	14000,0
5	Isover EPS 150	0,120	0,035	30,0
6	Podkladní železobeton	0,150	1,430	23,0
7	Dekbit AL S 40	0,004	0,210	42782,0
8	Dekbit V60 S 35	0,0035	0,210	14480,0
9	Beton prostý	0,100	1,230	17,0
10	Hutněný vyrovnávací podklad	0,150	0,650	15,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  0,422

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  $f_{Rsi,m}$  (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 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:  $U_N =$  0,45 W/m<sup>2</sup>K

Vypočtená hodnota:  $U =$  0,249 W/m<sup>2</sup>K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: teplota podlahy -  $\Delta T_{10,N} =$  5,5 C

Vypočtená hodnota:  $\Delta T_{10} =$  3,98 C

**$\Delta T_{10} < \Delta T_{10,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

# 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**

Název úlohy : **S04 - PODLAHA NA ZEMINĚ - DLAŽBA**

Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA

Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE

Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	Dlažba keramic	0,0090	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepidlo	0,0050	0,8000	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
3	Anhydritový sa	0,0650	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	14000,0	0.0000
5	Isover EPS 150	0,1200	0,0350	1270,0	250,0	30,0	0.0000
6	Podkladní žele	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Dekbit AL S 40	0,0040	0,2100	1470,0	1000,0	42782,0	0.0000
8	Dekbit V60 S 3	0,0035	0,2100	1470,0	1114,0	14480,0	0.0000
9	Beton prostý	0,1000	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
10	Hutněný vyrovn	0,1500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	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	Lepidlo	---
3	Anhydritový samonivelační potěr	---
4	PE folie	---
5	Isover EPS 150	---
6	Podkladní železobeton	---
7	Dekbit AL S 40	---
8	Dekbit V60 S 35	---
9	Beton prostý	---
10	Hutněný vyrovnávací podklad	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 3.788 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.253 W/m2K  
Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.3E+0012 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.63 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.938**

### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1400.38 Ws/m2K

Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 7.26 C

**STOP, Teplo 2014**

## **RYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

**Název konstrukce:** S04 - PODLAHA NA ZEMINĚ - DLAŽBA

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,009	1,010	200,0
2	Lepidlo	0,005	0,800	20,0
3	Anhydritový samonivelační potě	0,065	1,200	20,0
4	PE folie	0,0001	0,350	14000,0
5	Isover EPS 150	0,120	0,035	30,0
6	Podkladní železobeton	0,150	1,430	23,0
7	Dekbit AL S 40	0,004	0,210	42782,0
8	Dekbit V60 S 35	0,0035	0,210	14480,0
9	Beton prostý	0,100	1,230	17,0
10	Hutněný vyrovnávací podklad	0,150	0,650	15,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  0,422

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,938

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 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:  $U_{N} =$  0,45 W/m2K

Vypočtená hodnota:  $U =$  0,253 W/m2K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: méně teplá podlaha -  $\Delta T_{10,N} =$  6,9 C

Vypočtená hodnota:  $\Delta T_{10} =$  7,26 C

**$\Delta T_{10} > \Delta T_{10,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

# 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

Název úlohy : **S05 - PODLAHA NA ZEMINĚ - Litá epoxidová podlaha**  
Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	Epoxydový nátěr	0,0030	0,1600	1600,0	1600,0	26000,0	0.0000
2	Anhydritový sa	0,0750	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	14000,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,1200	0,0350	1270,0	250,0	30,0	0.0000
5	Podkladní žele	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
6	Dekbit AL S 40	0,0040	0,2100	1470,0	1000,0	42782,0	0.0000
7	Dekbit V60 S 3	0,0035	0,2100	1470,0	1114,0	14480,0	0.0000
8	Beton prostý	0,1000	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
9	Hutněný vyrovn	0,1500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	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	Epoxydový nátěr	---
2	Anhydritový samonivelační potěr	---
3	PE folie	---
4	Isover EPS 150	---
5	Podkladní železobeton	---
6	Dekbit AL S 40	---
7	Dekbit V60 S 35	---
8	Beton prostý	---
9	Hutněný vyrovnávací podklad	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 99.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 3.799 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.252 W/m<sup>2</sup>K**  
Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</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 přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 1.7E+0012 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.64 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.938

#### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1115.19 Ws/m2K  
Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 6.52 C

**STOP, Teplo 2014**

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

**Název konstrukce:** S05 - PODLAHA NA ZEMINĚ - Litá epoxidová podlaha

#### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 5,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

#### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Epoxydový nátěr	0,003	0,160	26000,0
2	Anhydritový samonivelační potě	0,075	1,200	20,0
3	PE folie	0,0001	0,350	14000,0
4	Isover EPS 150	0,120	0,035	30,0
5	Podkladní železobeton	0,150	1,430	23,0
6	Dekbit AL S 40	0,004	0,210	42782,0
7	Dekbit V60 S 35	0,0035	0,210	14480,0
8	Beton prostý	0,100	1,230	17,0
9	Hutněný vyrovnávací podklad	0,150	0,650	15,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  0,422  
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,938

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 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:  $U_N =$  0,45 W/m2K  
Vypočtená hodnota:  $U =$  0,252 W/m2K

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

#### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: méně teplá podlaha -  $dT_{10,N} =$  6,9 C  
Vypočtená hodnota:  $dT_{10} =$  6,52 C  
 **$dT_{10} < dT_{10,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

# 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

Název úlohy : **S06 - PODLAHA STROP - Litá epoxidová podlaha**  
Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	Epoxydový nátěr	0,0030	0,1600	1600,0	1600,0	26000,0	0.0000
2	Anhydritový sa	0,0700	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
3	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	14000,0	0.0000
4	Isover rigiflo	0,0500	0,0430	1150,0	175,0	1,5	0.0000
5	Železobetonová	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	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	Epoxydový nátěr	---
2	Anhydritový samonivelační potěr	---
3	PE folie	---
4	Isover rigifloor	---
5	Železobetonová stropní deska	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 20.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 1.390 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.641 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.66 / 0.69 / 0.74 / 0.84 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.6E+0011 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 20.51 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.848

### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1115.18 Ws/m<sup>2</sup>K  
Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 6.23 C

STOP, Teplo 2014

## **RYHODNOCENÍ VÝLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

Název konstrukce: S06 - PODLAHA STROP - Litá epoxidová podlaha

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 20,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 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	Epoxydový nátěr	0,003	0,160	26000,0
2	Anhydritový samonivelační potě	0,070	1,200	20,0
3	PE folie	0,0001	0,350	14000,0
4	Isover rigidfloor	0,050	0,043	1,5
5	Železobetonová stropní deska	0,250	1,430	23,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  -14,029  
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,848  
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 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:  $U_{N} =$  0,45 W/m<sup>2</sup>K  
Vypočtená hodnota:  $U =$  0,641 W/m<sup>2</sup>K  
 **$U > U_N$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

### III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: teplá podlaha -  $dT_{10,N} =$  5,5 C  
Vypočtená hodnota:  $dT_{10} =$  6,23 C  
 **$dT_{10} > dT_{10,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

# 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

Název úlohy : **S07 - PODLAHA STROP - MARMOLEUM**

Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA

Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE

Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	Marmoleum	0,0032	0,1700	1400,0	1200,0	1000,0	0.0000
2	Lepidlo eurost	0,0015	0,8000	1600,0	1600,0	20,0	0.0000
3	Anhydritový sa	0,0700	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	14000,0	0.0000
5	Isover rigiflo	0,0500	0,0430	1150,0	175,0	1,5	0.0000
6	Železobetonová	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	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	Marmoleum	---
2	Lepidlo eurostar	---
3	Anhydritový samonivelační potěr	---
4	PE folie	---
5	Isover rigifloor	---
6	Železobetonová stropní deska	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 20.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 1.392 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.640 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.66 / 0.69 / 0.74 / 0.84 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_p T$  : 6.3E+0010 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 20.51 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.848

### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1095.52 Ws/m2K  
Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 6.17 C

STOP, Teplo 2014

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

Název konstrukce: S07 - PODLAHA STROP - MARMOLEUM

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 20,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Marmoleum	0,0032	0,170	1000,0
2	Lepidlo eurostar	0,0015	0,800	20,0
3	Anhydritový samonivelační potěr	0,070	1,200	20,0
4	PE folie	0,0001	0,350	14000,0
5	Isover rigidfloor	0,050	0,043	1,5
6	Železobetonová stropní deska	0,250	1,430	23,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  -14,029  
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,848

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 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:  $U_N =$  0,75 W/m2K  
Vypočtená hodnota:  $U =$  0,640 W/m2K  
 **$U > U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: teplota podlaha -  $dT_{10,N} =$  5,5 C  
Vypočtená hodnota:  $dT_{10} =$  6,17 C  
 **$dT_{10} > dT_{10,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

# 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**

Název úlohy : **S08 - PODLAHA STROP - DLAŽBA**

Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA

Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE

Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	0,0090	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepicí tmel	0,0050	0,8000	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
3	Anhydritový sa	0,0600	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	14000,0	0.0000
5	Isover rigiflo	0,0500	0,0430	1150,0	175,0	1,5	0.0000
6	Železobetonová	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	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	Lepicí tmel	---
3	Anhydritový samonivelační potěr	---
4	PE folie	---
5	Isover rigifloor	---
6	Železobetonová stropní deska	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 20.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 1.379 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.646 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.67 / 0.70 / 0.75 / 0.85 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 5.5E+0010 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 20.51 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.847

### Pokles dotykové teploty podlahy podle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1400.19 Ws/m2K  
Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 6.93 C

STOP, Teplo 2014

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

Název konstrukce: S08 - PODLAHA STROP - DLAŽBA

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : 20,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $R_{Hi}$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,009	1,010	200,0
2	Lepicí tmel	0,005	0,800	20,0
3	Anhydritový samonivelační potě	0,060	1,200	20,0
4	PE folie	0,0001	0,350	14000,0
5	Isover rigidfloor	0,050	0,043	1,5
6	Železobetonová stropní deska	0,250	1,430	23,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$  -14,029

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} =$  0,847

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 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:  $U_N =$  0,75 W/m2K

Vypočtená hodnota:  $U =$  0,646 W/m2K

**$U > U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

### **III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: méně teplá podlaha -  $dT_{10,N} =$  6,9 C

Vypočtená hodnota:  $dT_{10} =$  6,93 C

**$dT_{10} > dT_{10,N}$  ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.**

# 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

Název úlohy : **S09a - STŘECHA JEDNOPLÁŠŤOVÁ PLOCHÁ - 3% strop 250**  
Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Sádrokarton	0,0250	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	vzduchová meze	0,5000	1,7650	1010,0	1,2	0,0	0.0000
3	Železobeton	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Glastek AL S 4	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	370000,0	0.0000
5	Isover eps 150	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
6	Isover eps 150	0,0200	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
7	Isover eps 150	0,1000	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
8	Glastek 40 spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
9	Elastek 50 spe	0,0052	0,2100	1470,0	1200,0	20000,0	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	Sádrokarton	---
2	vzduchová mezera	---
3	Železobeton	---
4	Glastek AL S 40	---
5	Isover eps 150	---
6	Isover eps 150	---
7	Isover eps 150	---
8	Glastek 40 special mineral	---
9	Elastek 50 special dekor	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 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 : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %



Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	43.2	1047.7	-5.0	81.4	326.6
2	28	20.6	45.4	1101.0	-3.4	80.9	371.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	0.2	79.8	494.3
4	30	20.6	52.8	1280.5	4.8	77.9	669.8
5	31	20.6	59.4	1440.5	9.8	75.1	909.4
6	30	20.6	64.8	1571.5	13.0	72.8	1089.8
7	31	20.6	67.5	1637.0	14.5	71.4	1178.3
8	31	20.6	66.6	1615.2	14.0	71.9	1148.8
9	30	20.6	60.5	1467.2	10.5	74.7	948.0
10	31	20.6	53.9	1307.2	5.7	77.5	709.4
11	30	20.6	49.0	1188.3	0.5	79.7	504.6
12	31	20.6	45.7	1108.3	-3.2	80.9	378.2

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 střešou 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 : 6.481 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.151 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 9.2E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 2372.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.25 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.963

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f <sub>Rsi</sub>	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f <sub>Rsi,m</sub>	Tsi,m[C]	f <sub>Rsi,m</sub>			
1	11.0	0.624	7.7	0.495	19.7	0.963	45.8
2	11.7	0.630	8.4	0.491	19.7	0.963	48.0
3	12.8	0.619	9.5	0.454	19.8	0.963	51.1
4	14.0	0.584	10.6	0.369	20.0	0.963	54.7
5	15.9	0.561	12.4	0.242	20.2	0.963	60.9
6	17.2	0.556	13.7	0.098	20.3	0.963	65.9
7	17.9	0.553	14.4	-----	20.4	0.963	68.4
8	17.7	0.554	14.2	0.025	20.4	0.963	67.6
9	16.1	0.559	12.7	0.217	20.2	0.963	61.9
10	14.3	0.580	10.9	0.352	20.0	0.963	55.8
11	12.9	0.616	9.5	0.449	19.9	0.963	51.3
12	11.8	0.631	8.5	0.491	19.7	0.963	48.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> 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	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
theta [C]:	20.1	19.6	18.2	17.4	17.3	0.8	-1.9	-15.6	-15.7	-15.8
p [Pa]:	1334	1334	1334	1330	292	286	285	280	199	126
p,sat [Pa]:	2354	2276	2091	1984	1972	649	522	156	155	153

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	1.0190	1.0190	1.297E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0004 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0072 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 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]
1	1.0190	1.0190	8.03E-0012	0.0000
2	1.0190	1.0190	-5.24E-0012	0.0000
3	---	---	-4.93E-0011	0.0000
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---
12	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0000 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je minimálně: **0.0000 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**

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

**Název konstrukce:** S09a - STŘECHA JEDNOPLÁŠŤOVÁ PLOCHÁ - 3% strop 250

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-16,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-16,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :	50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,025	0,220	9,0
2	vzduchová mezera	0,500	1,765	0,03
3	Železobeton	0,250	1,430	23,0
4	Glastek AL S 40	0,004	0,210	370000,0
5	Isover eps 150	0,120	0,035	70,0
6	Isover eps 150	0,020	0,035	70,0
7	Isover eps 150	0,100	0,035	70,0
8	Glastek 40 special mineral	0,004	0,210	29000,0
9	Elastek 50 special dekor	0,0052	0,210	20000,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,754$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,963$

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 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:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,151 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. kroků 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  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,150 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$  (materiál: Isover eps 150).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,100 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0004 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

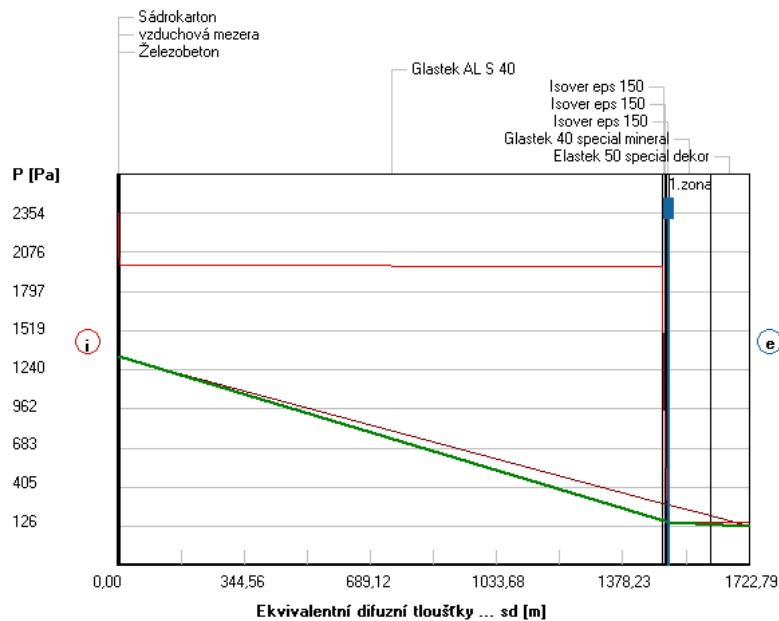
Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0072 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

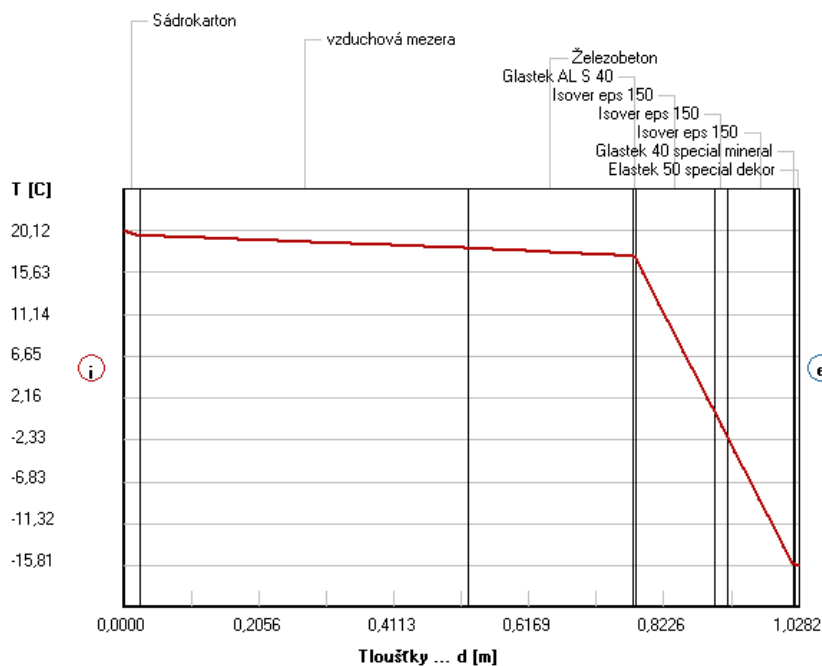
## Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



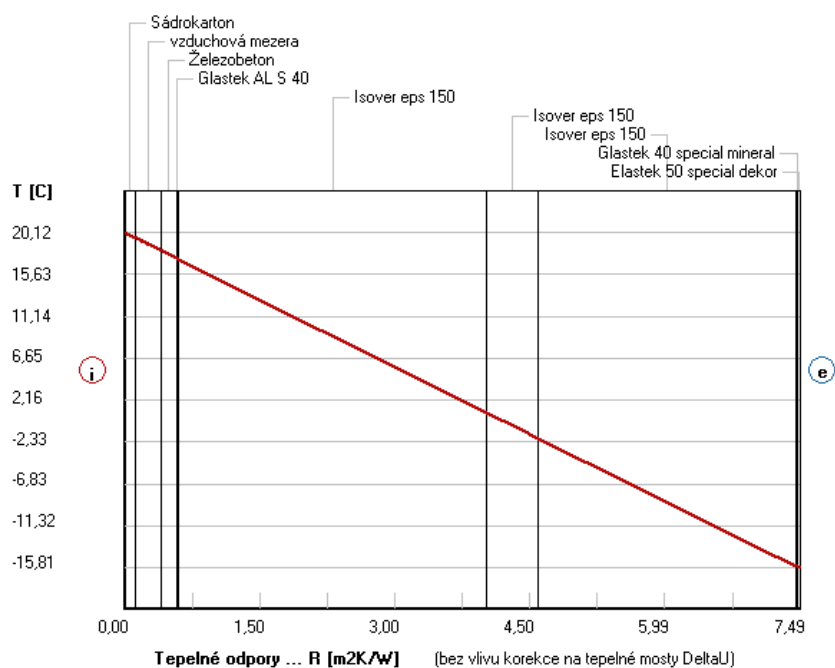
## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



# 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

Název úlohy : **S09b - STŘECHA JEDNOPLÁŠŤOVÁ PLOCHÁ - 3% strop 375**  
Zpracovatel : JIŘÍ HRŮZA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	Sádrokarton	0,0250	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0.0000
2	vzduchová meze	0,5000	1,7650	1010,0	1,2	0,0	0.0000
3	Železobeton	0,3750	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Glastek AL S 4	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	370000,0	0.0000
5	Isover eps 150	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
6	Isover eps 150	0,0200	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
7	Isover eps 150	0,1000	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
8	Glastek 40 spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
9	Elastek 50 spe	0,0052	0,2100	1470,0	1200,0	20000,0	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	Sádrokarton	---
2	vzduchová mezera	---
3	Železobeton	---
4	Glastek AL S 40	---
5	Isover eps 150	---
6	Isover eps 150	---
7	Isover eps 150	---
8	Glastek 40 special mineral	---
9	Elastek 50 special dekor	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 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 : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	43.2	1047.7	-5.0	81.4	326.6
2	28	20.6	45.4	1101.0	-3.4	80.9	371.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	0.2	79.8	494.3
4	30	20.6	52.8	1280.5	4.8	77.9	669.8
5	31	20.6	59.4	1440.5	9.8	75.1	909.4
6	30	20.6	64.8	1571.5	13.0	72.8	1089.8
7	31	20.6	67.5	1637.0	14.5	71.4	1178.3
8	31	20.6	66.6	1615.2	14.0	71.9	1148.8
9	30	20.6	60.5	1467.2	10.5	74.7	948.0
10	31	20.6	53.9	1307.2	5.7	77.5	709.4
11	30	20.6	49.0	1188.3	0.5	79.7	504.6
12	31	20.6	45.7	1108.3	-3.2	80.9	378.2

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 střešou 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 :

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

Teplotný odpor konstrukce R : 7.026 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.140 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 9.2E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 6137.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 17.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.35 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.966

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>			
1	11.0	0.624	7.7	0.495	19.7	0.966	45.6
2	11.7	0.630	8.4	0.491	19.8	0.966	47.8
3	12.8	0.619	9.5	0.454	19.9	0.966	50.9
4	14.0	0.584	10.6	0.369	20.1	0.966	54.6
5	15.9	0.561	12.4	0.242	20.2	0.966	60.8
6	17.2	0.556	13.7	0.098	20.3	0.966	65.8
7	17.9	0.553	14.4	-----	20.4	0.966	68.4
8	17.7	0.554	14.2	0.025	20.4	0.966	67.5
9	16.1	0.559	12.7	0.217	20.3	0.966	61.8
10	14.3	0.580	10.9	0.352	20.1	0.966	55.6
11	12.9	0.616	9.5	0.449	19.9	0.966	51.1
12	11.8	0.631	8.5	0.491	19.8	0.966	48.1

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> 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	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
theta [C]:	20.1	19.6	18.2	17.0	16.9	0.7	-2.1	-15.6	-15.7	-15.8
p [Pa]:	1334	1334	1334	1328	292	286	285	280	199	126
p,sat [Pa]:	2355	2278	2095	1937	1926	640	515	156	154	153

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	1.1440	1.1440	1.295E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0004 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0072 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 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	Akt.kond./vypař. $M_c$ [kg/m2s]	Akumul.vlhkost $M_a$ [kg/m2]
1	1.1440	1.1440	7.99E-0012	0.0000
2	1.1440	1.1440	-5.28E-0012	0.0000
3	---	---	-4.93E-0011	0.0000
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---
12	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0000 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je minimálně: **0.0000 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**

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

Název konstrukce: S09b - STŘECHA JEDNOPLÁŠŤOVÁ PLOCHÁ - 3% strop 375

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -16,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -16,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)



**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,025	0,220	9,0
2	vzduchová mezera	0,500	1,765	0,03
3	Železobeton	0,375	1,430	23,0
4	Glastek AL S 40	0,004	0,210	370000,0
5	Isover eps 150	0,120	0,035	70,0
6	Isover eps 150	0,020	0,035	70,0
7	Isover eps 150	0,100	0,035	70,0
8	Glastek 40 special mineral	0,004	0,210	29000,0
9	Elastek 50 special dekor	0,0052	0,210	20000,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,754$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,966$

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 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:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,140 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... 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  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,150 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$  (materiál: Isover eps 150).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,100 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0004 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

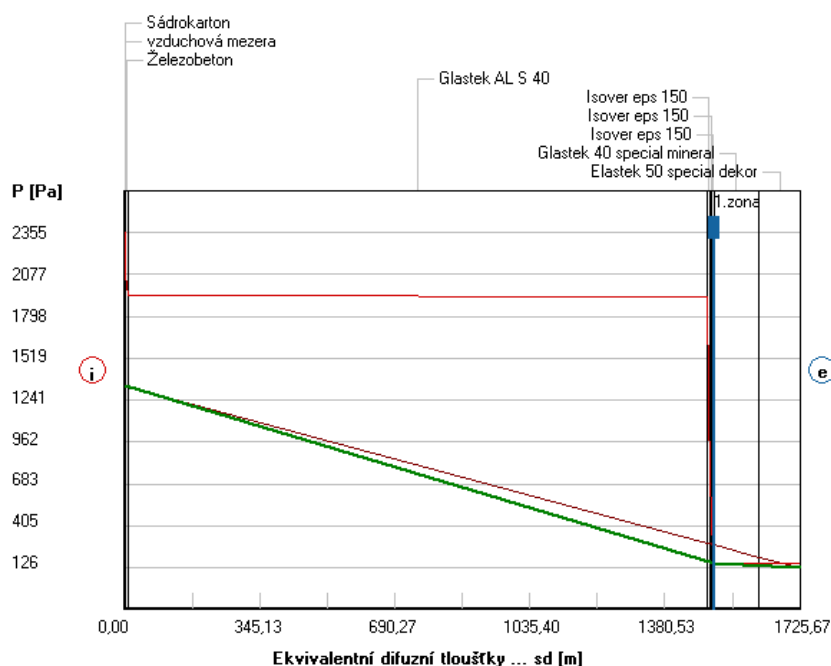
Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0072 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

## Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S09B - STŘECHA JED...

Rozložení tlaků:

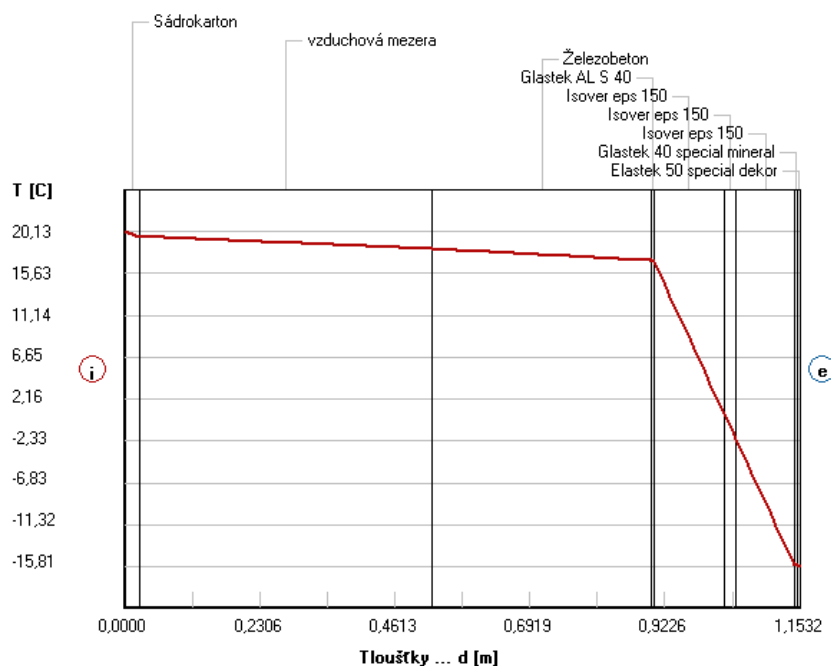
Okr. podmínky:

Interiér 20,6 C  
55,0 %  
Exteriér -16,0 C  
84,0 %

— nasyc. tlak  
— teoret. tlak  
— skut. tlak  
— kond. zóna

## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S09B - STŘECHA JED...

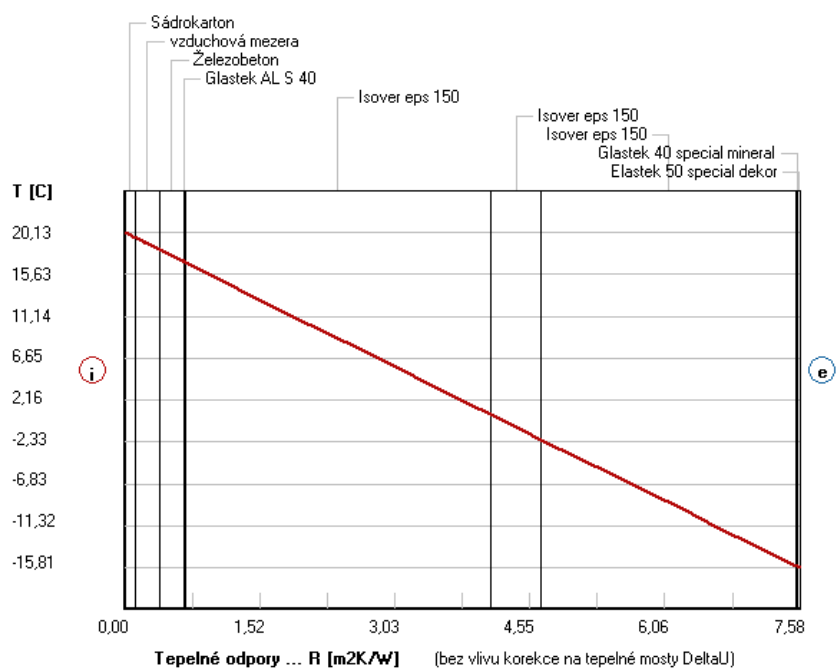
Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér 20,6 C  
55,0 %  
Exteriér -16,0 C  
84,0 %

## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



## LEGENDA:

S09B - STŘECHA JED...

Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér	20,6 C
	55,0 %
Exteriér	-16,0 C
	84,0 %

# 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

Název úlohy : **S10 - STŘECHA JEDNOPLÁŠŤOVÁ PLOCHÁ - 5%**  
Zpracovatel : JIŘÍ HRŮŽA  
Zakázka : DIPLOMOVÁ PRÁCE  
Datum : 14.12.2016

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	OSB desky (2x)	0,0500	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
2	Glastek AL S 4	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	370000,0	0.0000
3	Isover EPS 150	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	70,0	0.0000
5	Glastek 40 spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29000,0	0.0000
6	Elastek 50 spe	0,0052	0,2100	1470,0	1200,0	20000,0	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	OSB desky (2x)	---
2	Glastek AL S 40	---
3	Isover EPS 150	---
4	Isover EPS 150	---
5	Glastek 40 special mineral	---
6	Elastek 50 special dekor	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 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 : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	43.2	1047.7	-5.0	81.4	326.6
2	28	20.6	45.4	1101.0	-3.4	80.9	371.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	0.2	79.8	494.3
4	30	20.6	52.8	1280.5	4.8	77.9	669.8
5	31	20.6	59.4	1440.5	9.8	75.1	909.4
6	30	20.6	64.8	1571.5	13.0	72.8	1089.8
7	31	20.6	67.5	1637.0	14.5	71.4	1178.3
8	31	20.6	66.6	1615.2	14.0	71.9	1148.8
9	30	20.6	60.5	1467.2	10.5	74.7	948.0
10	31	20.6	53.9	1307.2	5.7	77.5	709.4
11	30	20.6	49.0	1188.3	0.5	79.7	504.6
12	31	20.6	45.7	1108.3	-3.2	80.9	378.2

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 střešou 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 :

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

Teplotný odpor konstrukce R : 6.789 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.144 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 9.1E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 128.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 6.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.31 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.965

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	11.0	0.624	7.7	0.495	19.7	0.965	45.7
2	11.7	0.630	8.4	0.491	19.8	0.965	47.8
3	12.8	0.619	9.5	0.454	19.9	0.965	51.0
4	14.0	0.584	10.6	0.369	20.0	0.965	54.7
5	15.9	0.561	12.4	0.242	20.2	0.965	60.8
6	17.2	0.556	13.7	0.098	20.3	0.965	65.9
7	17.9	0.553	14.4	-----	20.4	0.965	68.4
8	17.7	0.554	14.2	0.025	20.4	0.965	67.6
9	16.1	0.559	12.7	0.217	20.2	0.965	61.8
10	14.3	0.580	10.9	0.352	20.1	0.965	55.7
11	12.9	0.616	9.5	0.449	19.9	0.965	51.2
12	11.8	0.631	8.5	0.491	19.8	0.965	48.1

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)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.1	18.2	18.1	1.3	-15.6	-15.7	-15.8
p [Pa]:	1334	1332	292	287	281	199	126
p,sat [Pa]:	2353	2091	2079	669	156	155	153

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládáný 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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.2940	0.2940	1.299E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0004 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0072 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 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	Akt.kond./vypař. $M_c$ [kg/m2s]	Akumul.vlhkost $M_a$ [kg/m2]
1	0.2940	0.2940	7.97E-0012	0.0000
2	0.2940	0.2940	-5.32E-0012	0.0000
3	---	---	-4.94E-0011	0.0000
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---
12	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0000 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je minimálně: **0.0000 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**

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

Název konstrukce: S10 - STŘECHA JEDNOPLÁŠŤOVÁ PLOCHÁ - 5%

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
Převažující návrhová vnitřní teplota  $T_{iM}$ : 20,0 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -16,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -16,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20,6 C  
Relativní vlhkost v interiéru  $RH_i$ : 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	OSB desky (2x)	0,050	0,130	50,0
2	Glastek AL S 40	0,004	0,210	370000,0
3	Isover EPS 150	0,120	0,035	70,0
4	Isover EPS 150	0,120	0,035	70,0
5	Glastek 40 special mineral	0,004	0,210	29000,0
6	Elastek 50 special dekor	0,0052	0,210	20000,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,754$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,965$

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 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:  $U_{N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,144 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... 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  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,180 \text{ kg/m}^2\text{rok}$  (materiál: Isover EPS 150).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,100 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0004 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

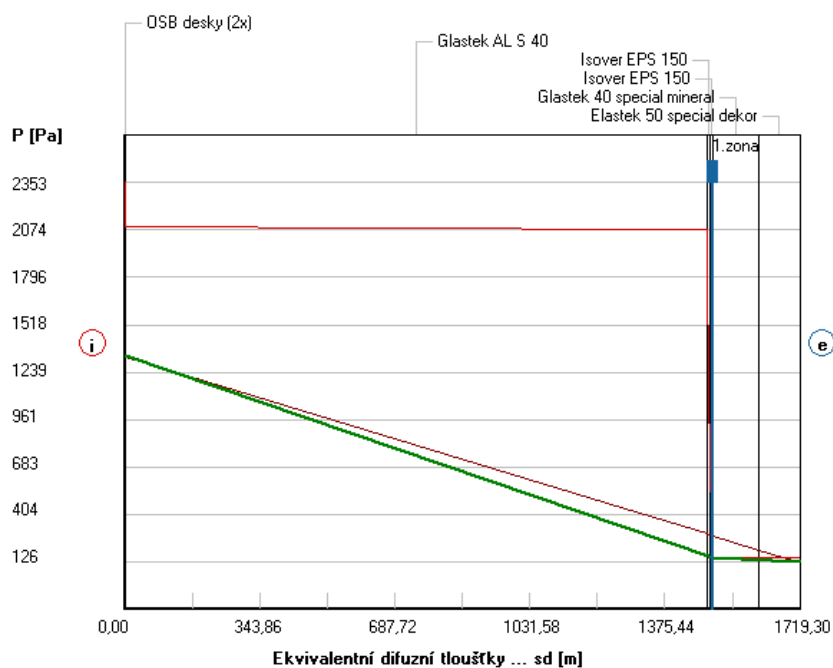
Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0072 \text{ kg/m}^2\text{rok}$

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

## Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S10 - STŘECHA JEDN...

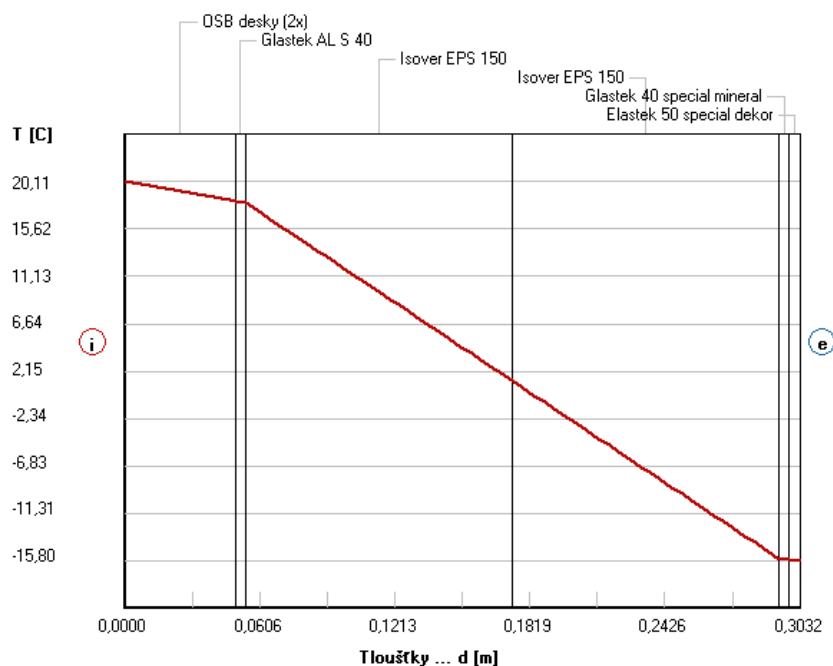
Rozložení tlaků:

Okr. podmínky:  
 Interiér 20,6 C  
 55,0 %  
 Exteriér -16,0 C  
 84,0 %

— nasyc. tlak  
 — teoret. tlak  
 — skut. tlak  
 — kond. zóna

## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S10 - STŘECHA JEDN...

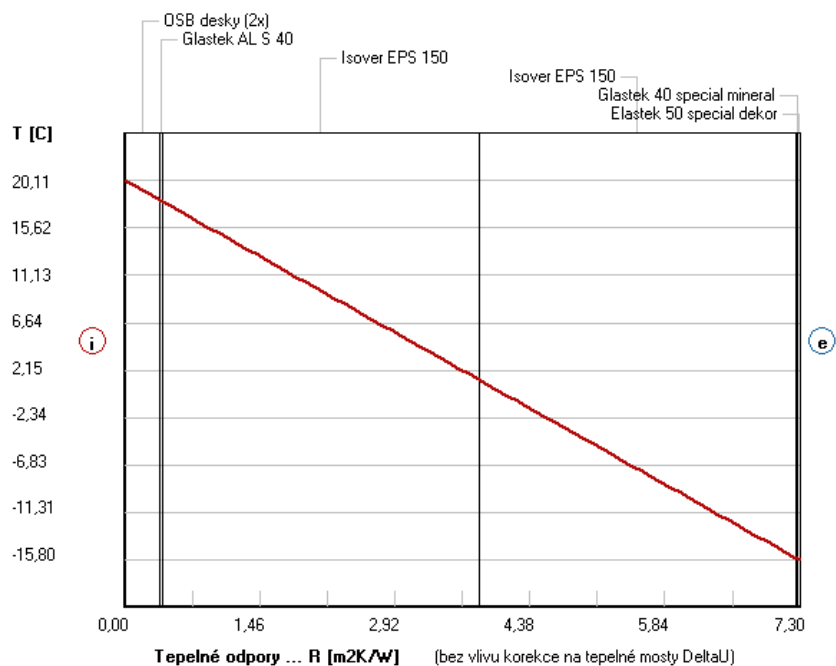
Rozložení teplot:

Okr. podmínky:  
 Interiér 20,6 C  
 55,0 %  
 Exteriér -16,0 C  
 84,0 %



## Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

S10 - STŘECHA JEDN...

Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér	20,6 C
	55,0 %
Exteriér	-16,0 C
	84,0 %