

# **124DPM**

## **ZS 2023/24**

### **PŘÍLOHA č.2**

## **Protokoly z programu TEPLO 2017**

Vypracoval :	Bc. Kryštof Hocke
Vedoucí:	Ing. Radek Zigler, Ph.D
Studijní program:	Stavební inženýrství
Obor:	Konstrukce pozemních staveb

## Obsah

Protokoly z tepelně technického posouzení skladeb

- Stěn	→ S1-S11 (celkem 11 ks)
- Stropů a podhledů	→ H1-H5 (celkem 5 ks)
- Střech	→ R1-R2 (celkem 2 ks)
- Podlah	→ P1-P3 (celkem 3 ks)

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S1 -> STĚNA - CP+MW	stěna	4.404	0.219	0.0544	ano	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **S1 -> STĚNA - CP+MW**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Vápenná sanačn	0,0020	0,5630	790,0	1500,0	15,0	0.0000
2	Vápenná sanačn	0,0200	0,5280	790,0	1400,0	12,0	0.0000
3	Vápenná sanačn	0,0150	0,8680	790,0	1750,0	18,0	0.0000
4	Zdivo - cihla	0,6000	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
5	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
6	Vyrovnávací já	0,0150	0,5520	790,0	1500,0	15,0	0.0000
7	Lepící malta E	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
8	Minerální vlna	0,2000	0,0410*	800,0	140,0	1,0	0.0000
9	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
10	Exteriérová mi	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vápenná sanačnická omítka štuková	---
2	Vápenná sanačnická omítka - vrchní vrstva	---
3	Vápenná sanačnická omítka - podhroz	---
4	Zdivo - cihla plná pálená	---
5	Omítka původní vápenná	---

6	Vyrovnávací jádrová omítka	---
7	Lepicí malta ETICS - terče na 40% plochy	---
8	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.2000 m Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K Počet kotev v 1 m <sup>2</sup> : 5.0
9	Lepicí malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
10	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

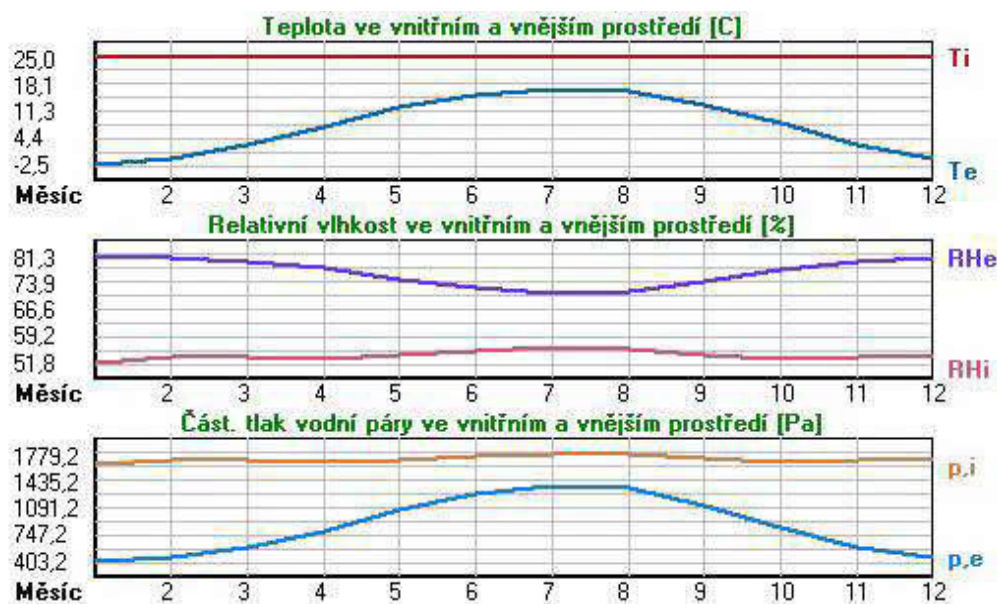
### Okrajové podmínky výpočtu :

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 :	25.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH <sub>i</sub> :	75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30	720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31	744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30	720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31	744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30	720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31	744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30	720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31	744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> 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 : 4.404 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.219 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 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> : 3.6E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 15229.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 3.7 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> : 22.82 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.947**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

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</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.5	0.947	56.5
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.6	0.947	58.1
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.8	0.947	57.6
4	18.2	0.622	14.7	0.426	24.0	0.947	56.0
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.3	0.947	56.1
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.5	0.947	57.0
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.6	0.947	57.6
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.5	0.947	57.4
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.4	0.947	56.2
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.1	0.947	55.8
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.8	0.947	57.4
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.6	0.947	58.3

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.

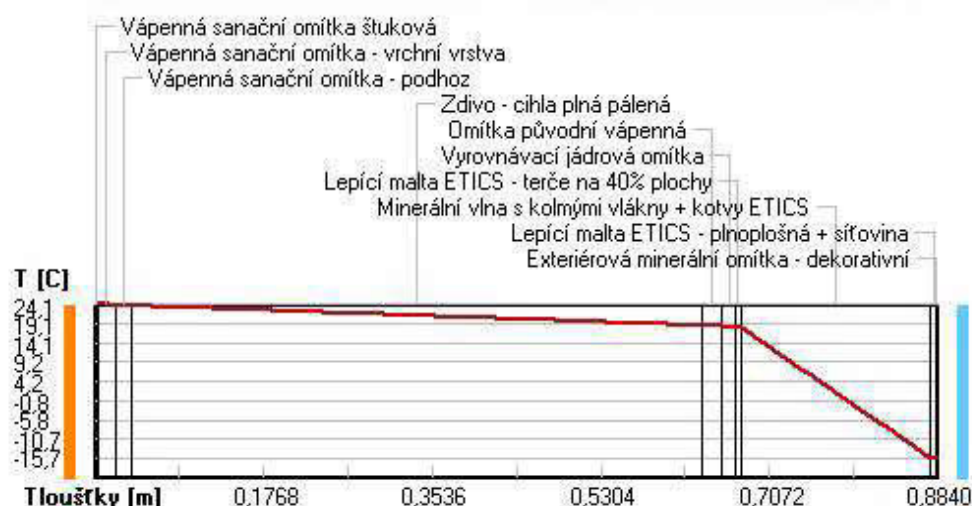
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

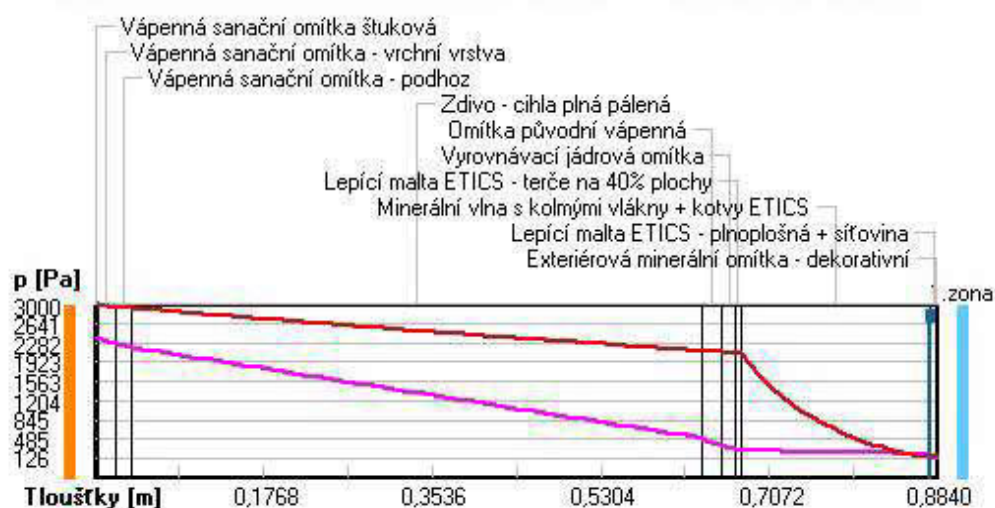
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	e
theta [C]:	24.1	24.1	23.8	23.7	18.5	18.4	18.2	18.1	-15.7	-15.7	-15.7
p [Pa]:	2374	2364	2285	2196	506	380	305	272	206	139	126
p <sub>sat</sub> [Pa]:	3000	2996	2949	2928	2130	2111	2087	2072	155	154	154

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládáný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

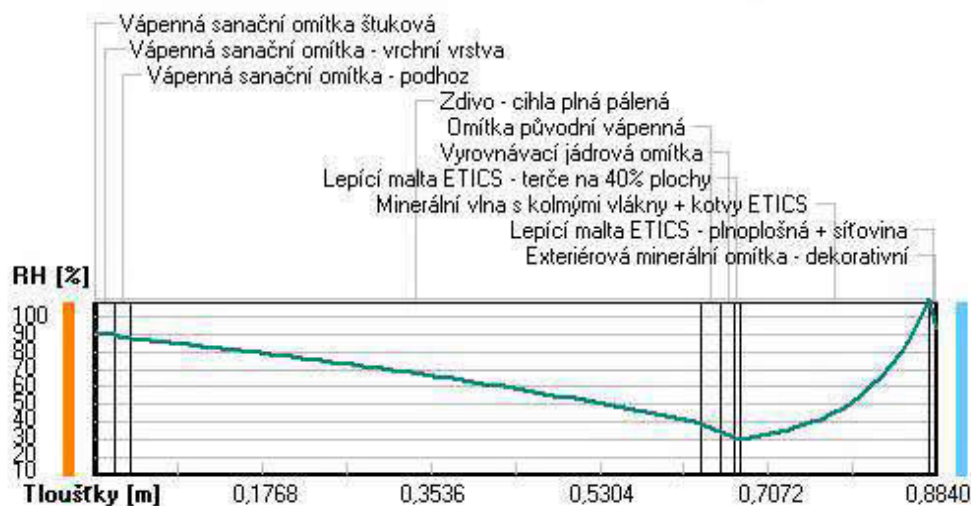
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.8770		0.8770	4.376E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0544 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **6.0325 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 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
2	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
3	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
4	Zdivo - cihla	365	---	---	---	---
5	Omítka původní	365	---	---	---	---
6	Vyrovnávací já	365	---	---	---	---
7	Lepicí malta E	365	---	---	---	---
8	Minerální vlna	---	---	184	181	---
9	Lepicí malta E	---	---	184	181	---
10	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**



# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S2 -> STĚNA - CP + XPS	stěna	3.864	0.248	0.0210	ano	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **S2 -> STĚNA - CP + XPS**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Vápenná sanačn	0,0020	0,5630	790,0	1500,0	15,0	0.0000
2	Vápenná sanačn	0,0200	0,5280	790,0	1400,0	12,0	0.0000
3	Vápenná sanačn	0,0150	0,8680	790,0	1750,0	18,0	0.0000
4	Zdivo - cihla	0,6000	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
5	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
6	Vyrovnávací já	0,0015	0,5520	790,0	1500,0	15,0	0.0000
7	SBS modifikova	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
8	Dvousložková I	0,0050	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
9	Austrotherm XP	0,1400	0,0350	2060,0	30,0	140,0	0.0000
10	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
11	Exteriérová mi	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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	Vápenná sanační omítka štuková	---
2	Vápenná sanační omítka - vrchní vrstva	---
3	Vápenná sanační omítka - podhoz	---
4	Zdivo - cihla plná pálená	---
5	Omítka původní vápenná	---
6	Vyrovnávací jádrová omítka	---

7	SBS modifikovaný asfaltový pás	---
8	Dvousložková lepicí hmota pro ETICS	---
9	Austrotherm XPS TOP 30 SF	---
10	Lepicí malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
11	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

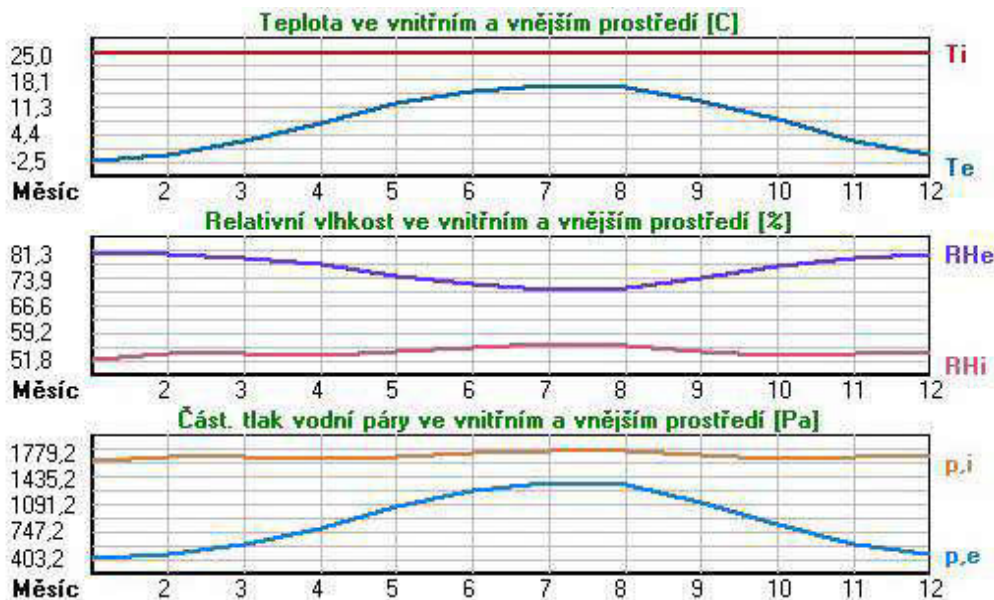
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -16.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 25.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [C]	$R_{Hi}$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$R_{He}$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30 720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31 744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30 720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31 744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  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  $R$  : 3.864 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.248 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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  $ZpT$  : 8.1E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  podle EN ISO 13786 : 9480.9  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 0.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 22.53 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.940**  
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.3	0.940	57.2
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.4	0.940	58.8
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.7	0.940	58.1
4	18.2	0.622	14.7	0.426	23.9	0.940	56.4
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.2	0.940	56.4
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.4	0.940	57.2
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.5	0.940	57.8
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.5	0.940	57.6
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.3	0.940	56.5
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.0	0.940	56.2
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.7	0.940	58.0
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.4	0.940	58.9

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  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)

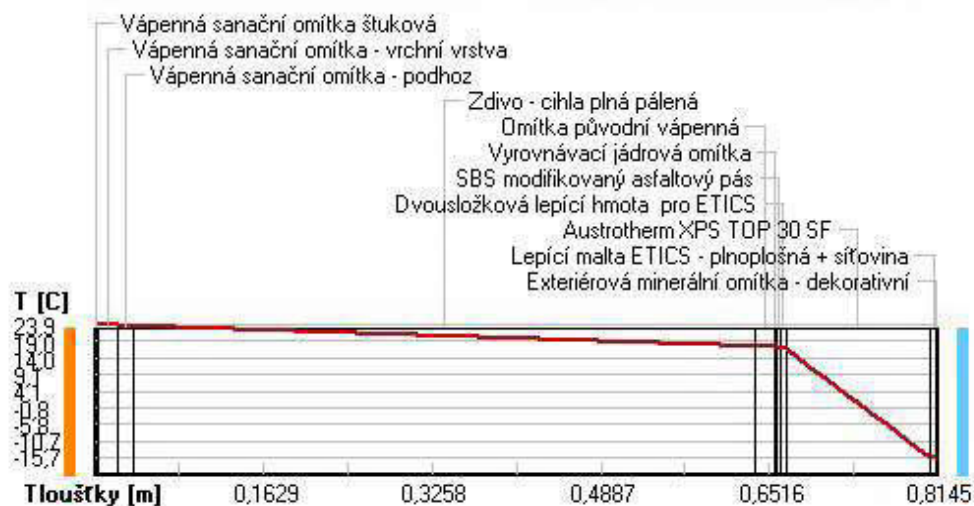
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	23.9	23.9	23.6	23.5	17.4	17.2	17.2	17.0	16.9	-15.6
p [Pa]:	2374	2374	2370	2366	2291	2285	2285	509	420	130
p,sat [Pa]:	2972	2967	2913	2888	1984	1964	1961	1942	1918	156

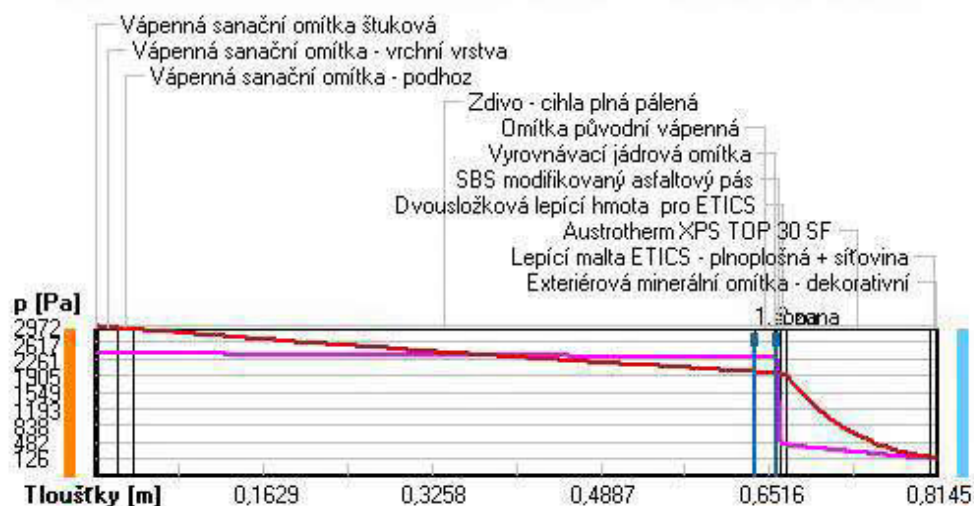
rozhraní:	10-11	e
theta [C]:	-15.7	-15.7
p [Pa]:	127	126
p,sat [Pa]:	155	155

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.

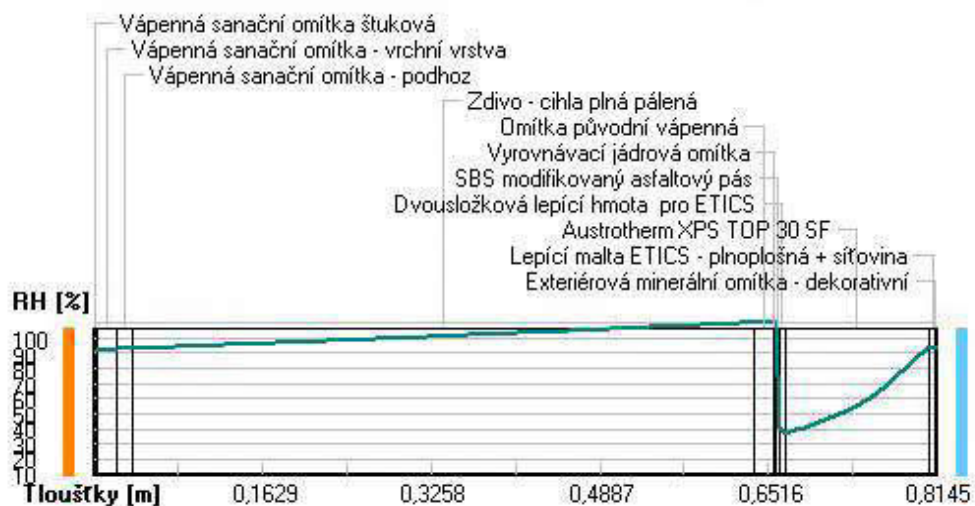
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.6370		0.6370	2.309E-0009
2	0.6585		0.6585	9.007E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0210 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.2737 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 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
2	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
3	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
4	Zdivo - cihla	---	365	---	---	---
5	Omítka původní	---	306	59	---	---
6	Vyrovnávací já	---	306	59	---	---
7	SBS modifikova	---	306	59	---	---
8	Dvousložková I	365	---	---	---	---
9	Austrotherm XP	---	---	365	---	---
10	Lepicí malta E	---	---	365	---	---
11	Exteriérová mi	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017

tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S3 -> STĚNA - MB+MW	stěna	4.028	0.238	0.0461	ano	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S3 -> STĚNA - MB+MW**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Vápenná sanačn	0,0150	0,8680	790,0	1750,0	18,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Vyrovnávací já	0,0150	0,5520	790,0	1500,0	15,0	0.0000
5	Lepící malta E	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,2000	0,0410*	800,0	140,0	1,0	0.0000
7	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
8	Exteriérová mi	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vápenná sanační omítka - podhoz	---
2	Železobeton 1	---
3	Omítka původní vápenná	---
4	Vyrovnávací jádrová omítka	---
5	Lepící malta ETICS - terče na 40% plochy	---
6	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS	---
		vliv bodových kotev dle EN ISO 6946



Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K)  
 Tloušťka tepelné izolace: 0.2000 m  
 Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K  
 Počet kotev v 1 m<sup>2</sup>: 5.0

7 Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina

8 Exteriérová minerální omítka - dekorativní

---  
---

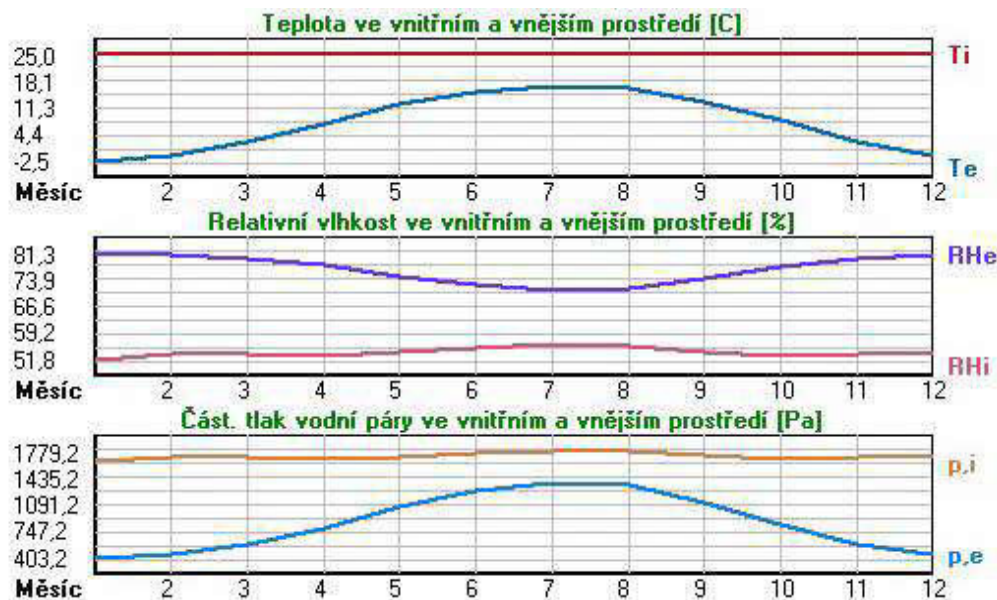
### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -16.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 25.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30	720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31	744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30	720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31	744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30	720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31	744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30	720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31	744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: T<sub>ai</sub>, R<sub>Hi</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T<sub>e</sub>, R<sub>He</sub> a P<sub>e</sub> 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 : 4.028 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.238 W/m<sup>2</sup>K



Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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  $Z_{pT}$  : 3.8E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  podle EN ISO 13786 : 703.6  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 15.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 22.63 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.942**  
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.4	0.942	57.0
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.5	0.942	58.5
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.7	0.942	57.9
4	18.2	0.622	14.7	0.426	24.0	0.942	56.3
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.3	0.942	56.3
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.4	0.942	57.2
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.5	0.942	57.8
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.5	0.942	57.6
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.3	0.942	56.4
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.0	0.942	56.1
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.7	0.942	57.8
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.5	0.942	58.7

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

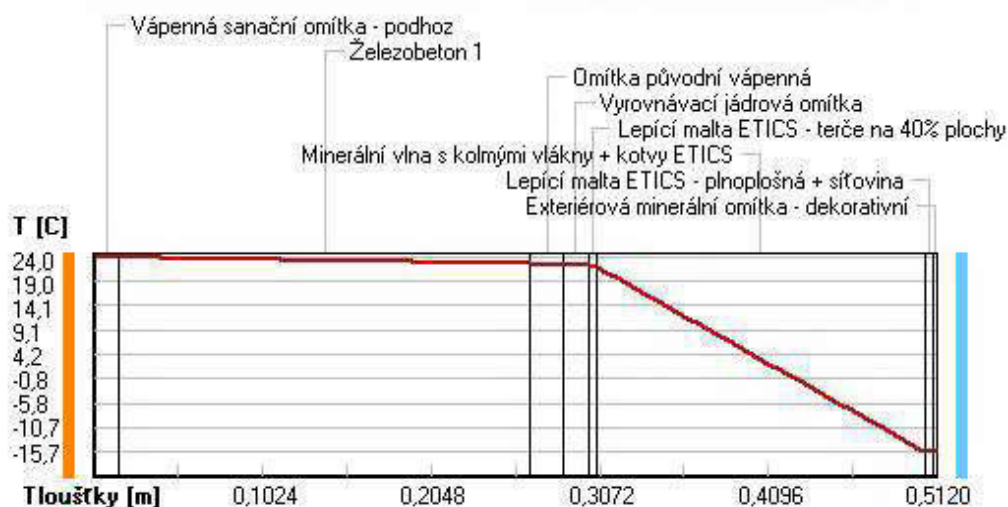
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

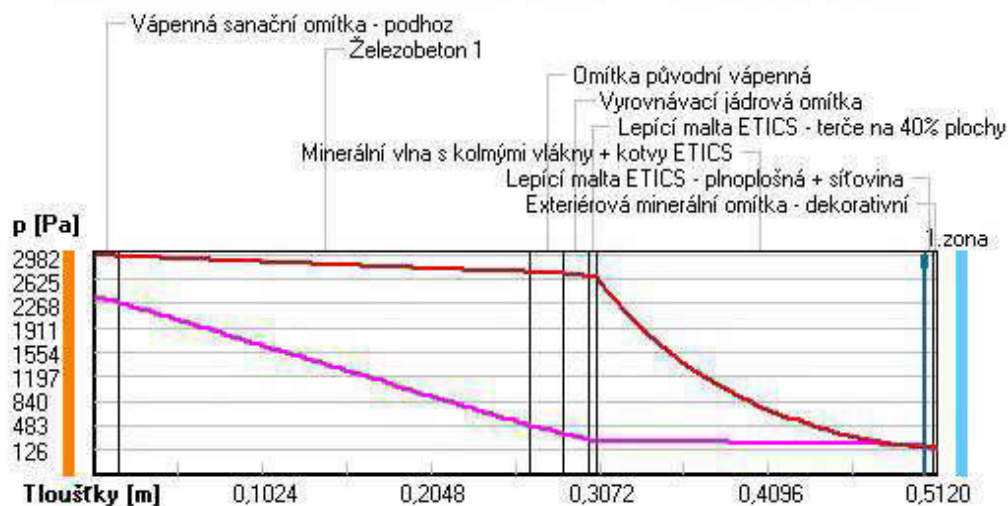
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	e
theta [C]:	24.0	23.9	22.5	22.4	22.1	22.0	-15.6	-15.7	-15.7
p [Pa]:	2374	2290	485	366	296	264	201	139	126
p,sat [Pa]:	2982	2958	2726	2701	2667	2646	156	155	155

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.

### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.5050	0.5050	3.954E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0461 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **6.1147 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než  $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
2	Železobeton 1	365	---	---	---	---
3	Omítka původní	365	---	---	---	---
4	Vyrovnávací já	365	---	---	---	---
5	Lepící malta E	365	---	---	---	---
6	Minerální vlna	---	---	214	151	---
7	Lepící malta E	---	---	214	151	---
8	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017

tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S4 -> STĚNA - MB + XPS	stěna	3.884	0.247	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S4 -> STĚNA - MB + XPS**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	SBS modifikova	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
4	Dvousložková I	0,0050	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
5	Extrudovaný po	0,1400	0,0350	2060,0	30,0	140,0	0.0000
6	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
7	Exteriérová mi	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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	Železobeton 1	---
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	---
4	Dvousložková lepící hmota pro ETICS	---
5	Extrudovaný polystyren	---
6	Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
7	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

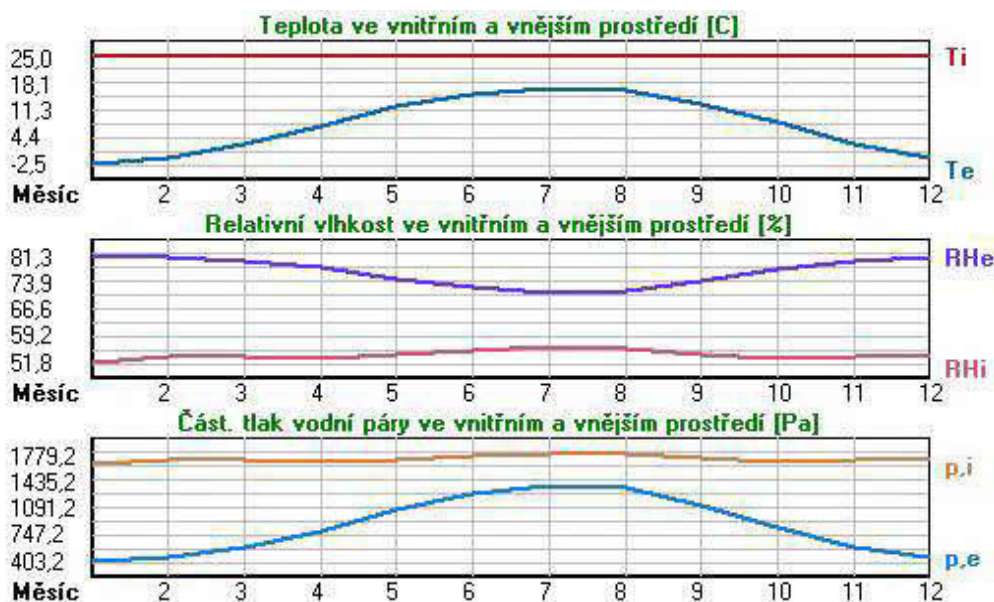
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 25.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RHe$  : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RHi$  : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		$T_{ai}$ [C]	$RHi$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$RHe$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31	744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30	720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31	744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30	720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31	744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30	720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31	744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30	720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31	744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RHi$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RHe$  a  $P_e$  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 :

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

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 3.884 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.247 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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  $Z_{pT}$  : 8.1E+0011 m/s

Tepelný útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 391.4

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 22.54 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.940**Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.4	0.940	57.2
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.4	0.940	58.7
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.7	0.940	58.1
4	18.2	0.622	14.7	0.426	23.9	0.940	56.4
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.2	0.940	56.3
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.4	0.940	57.2
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.5	0.940	57.8
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.5	0.940	57.6
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.3	0.940	56.5
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.0	0.940	56.2
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.7	0.940	57.9
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.5	0.940	58.9

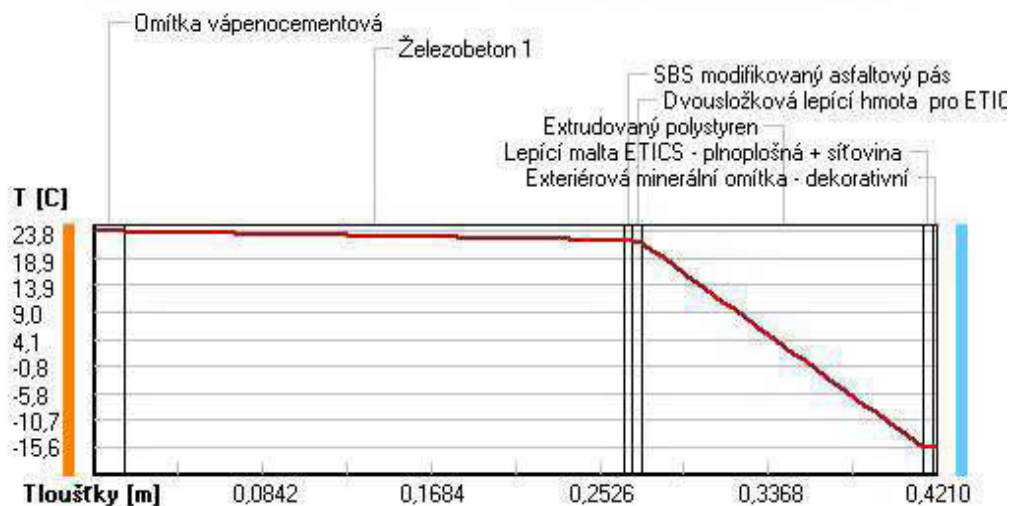
Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

**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:

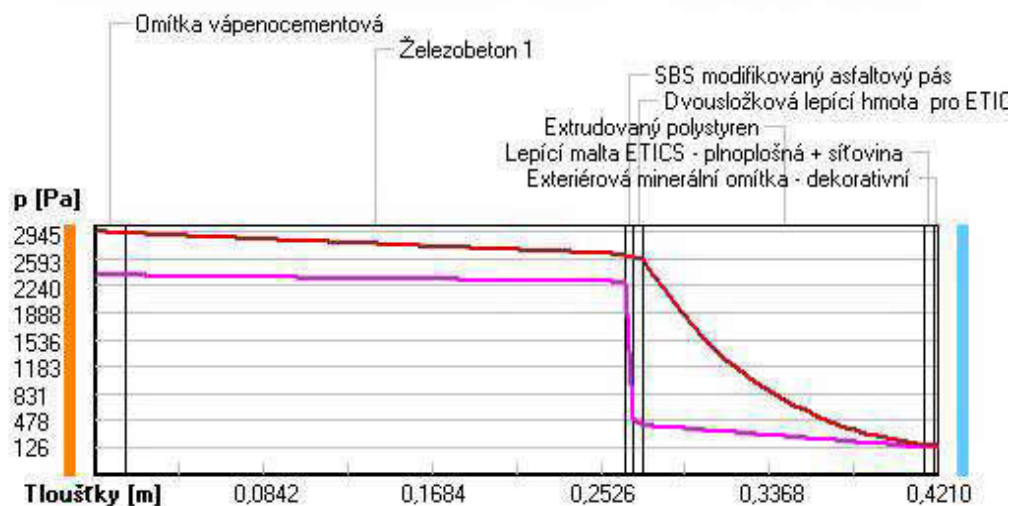
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	23.8	23.7	22.0	21.8	21.6	-15.5	-15.6	-15.6
p [Pa]:	2374	2370	2285	509	420	130	127	126
p,sat [Pa]:	2945	2920	2647	2618	2583	157	156	155

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.

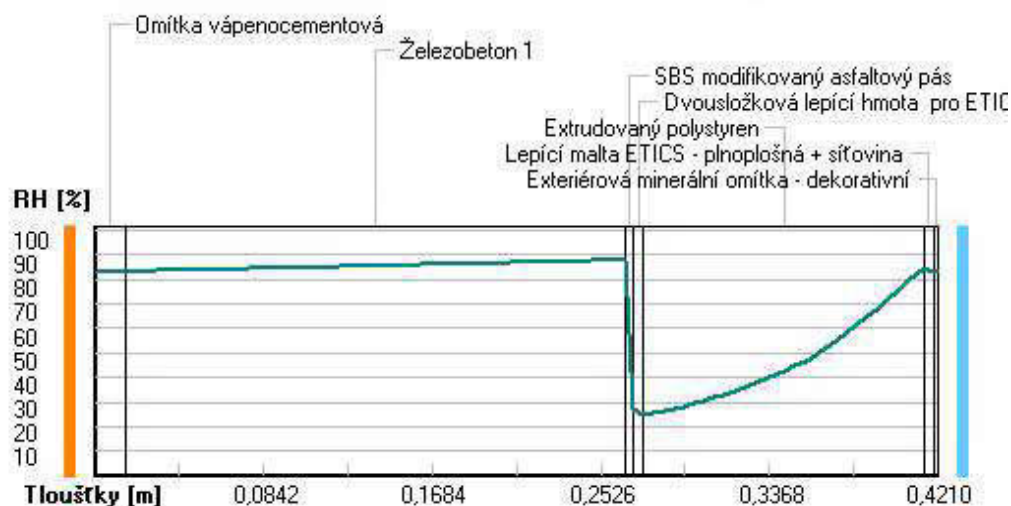
**Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.961E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	365	---	---	---	---
2	Železobeton 1	365	---	---	---	---
3	SBS modifikova	365	---	---	---	---
4	Dvousložková I	365	---	---	---	---
5	Extrudovaný po	---	---	365	---	---
6	Lepící malta E	---	---	365	---	---
7	Exteriérová mi	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**



# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017

tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S5 -> STĚNA - MB + XPS (suterén)	stěna	3.889	0.249	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S5 -> STĚNA - MB + XPS (suterén)**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	SBS modifikova	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
4	Dvousložková I	0,0050	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
5	Extrudovaný po	0,1400	0,0350	2060,0	30,0	140,0	0.0000
6	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
7 †	Zemina (hlína	2,0000	2,3000	920,0	2000,0	2,0	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.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Železobeton 1	---
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	---
4	Dvousložková lepící hmota pro ETICS	---
5	Extrudovaný polystyren	---
6	Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
7	Zemina (hlína písčitá)	---

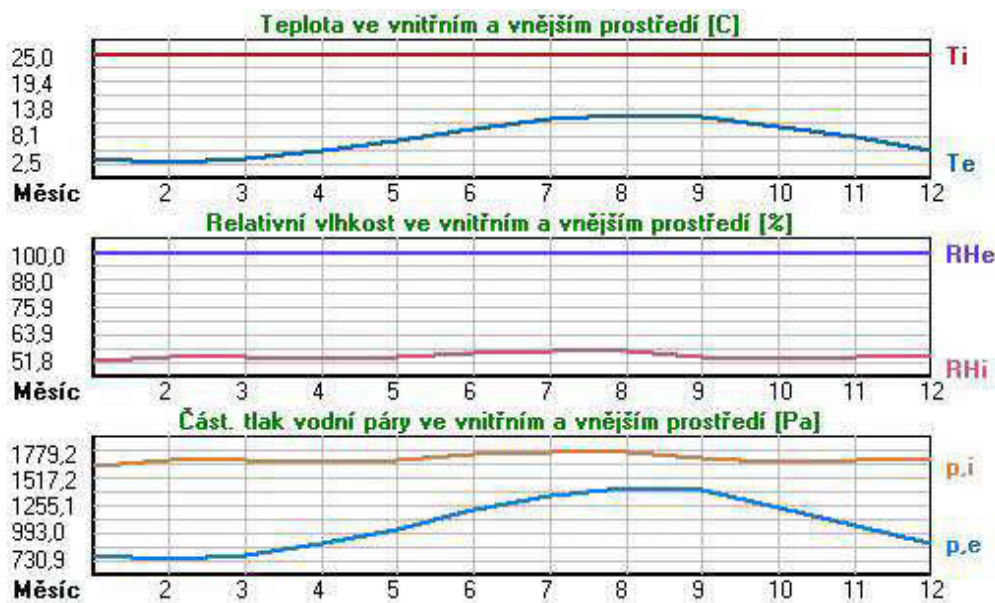
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 25.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHI [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	25.0	51.8	1639.9	3.4	100.0	779.2
2	28	672	25.0	53.5	1693.8	2.5	100.0	730.9
3	31	744	25.0	53.6	1696.9	3.3	100.0	773.7
4	30	720	25.0	52.9	1674.8	5.1	100.0	878.0
5	31	744	25.0	53.8	1703.3	7.3	100.0	1022.2
6	30	720	25.0	55.3	1750.8	9.8	100.0	1211.0
7	31	744	25.0	56.2	1779.2	11.5	100.0	1356.3
8	31	744	25.0	55.9	1769.7	12.3	100.0	1429.8
9	30	720	25.0	54.1	1712.8	12.0	100.0	1401.8
10	31	744	25.0	52.9	1674.8	10.2	100.0	1243.9
11	30	720	25.0	53.5	1693.8	7.8	100.0	1057.7
12	31	744	25.0	53.7	1700.1	5.2	100.0	884.1

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

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  $R$  : 3.889 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.249 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 8.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 386.5

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 : 23.79 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.940

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

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	17.9	0.671	14.4	0.509	23.7	0.940	56.0
2	18.4	0.707	14.9	0.551	23.6	0.940	58.0
3	18.4	0.698	14.9	0.536	23.7	0.940	58.0
4	18.2	0.660	14.7	0.484	23.8	0.940	56.8
5	18.5	0.633	15.0	0.434	23.9	0.940	57.4
6	18.9	0.602	15.4	0.370	24.1	0.940	58.4
7	19.2	0.571	15.7	0.309	24.2	0.940	59.0
8	19.1	0.537	15.6	0.259	24.2	0.940	58.5
9	18.6	0.507	15.1	0.237	24.2	0.940	56.7
10	18.2	0.543	14.7	0.306	24.1	0.940	55.8
11	18.4	0.617	14.9	0.413	24.0	0.940	56.9
12	18.5	0.670	15.0	0.493	23.8	0.940	57.7

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

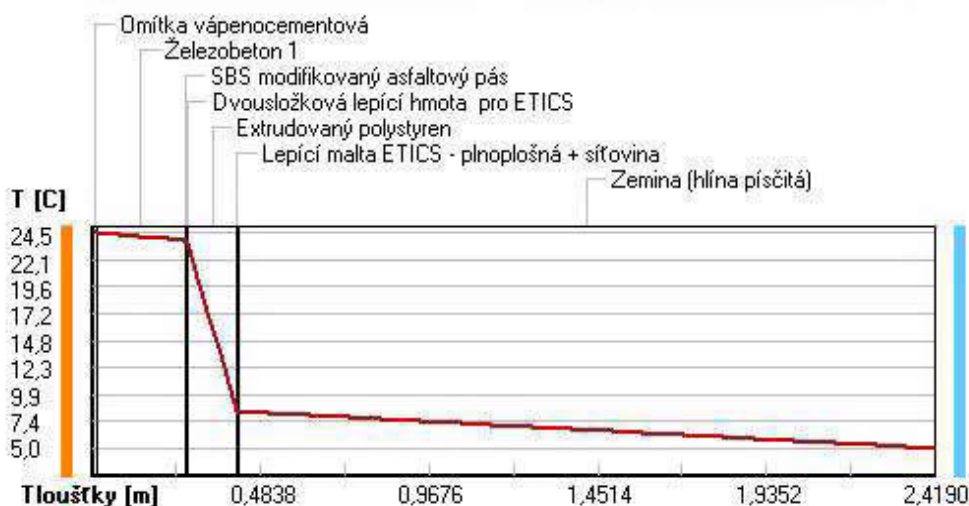
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

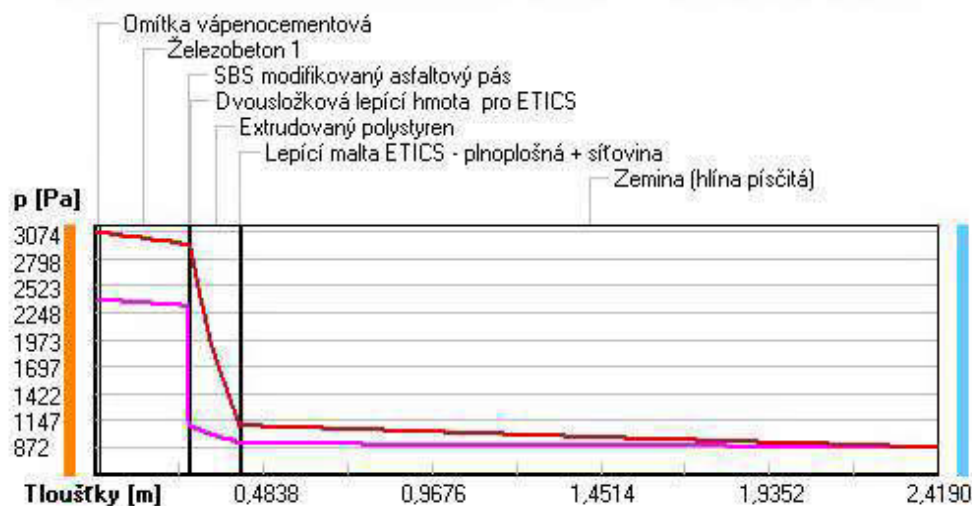
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	24.5	24.4	23.8	23.7	23.6	8.3	8.3	5.0
p [Pa]:	2374	2372	2316	1159	1101	912	910	872
p,sat [Pa]:	3074	3063	2943	2930	2914	1098	1096	872

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.

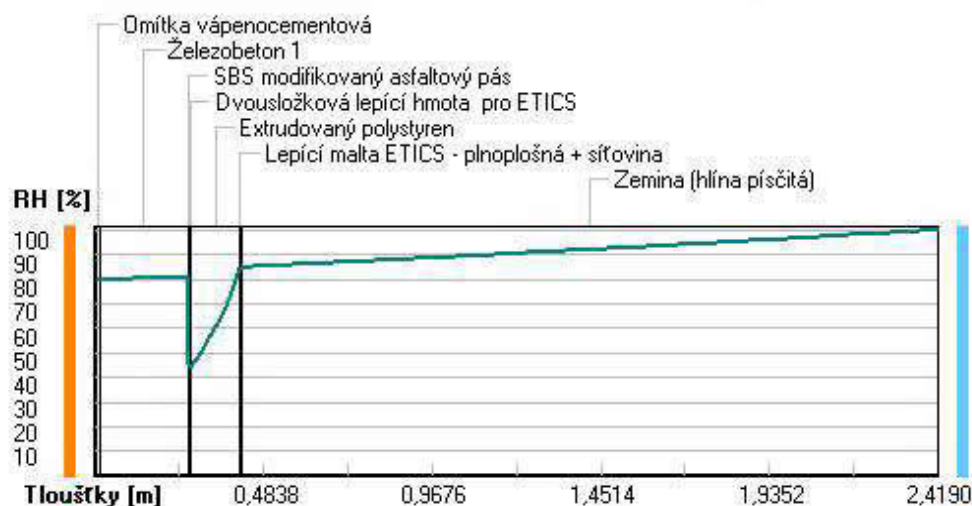
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.928E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok

Číslo	Název	pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	365	---	---	---	---
2	Železobeton 1	365	---	---	---	---
3	SBS modifikova	365	---	---	---	---
4	Dvousložková I	365	---	---	---	---
5	Extrudovaný po	---	---	28	337	---
6	Lepící malta E	---	---	28	337	---
7	Zemina (hlína	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S6 -> STĚNA - CP+MW	stěna	4.381	0.220	0.0575	ano	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **S6 -> STĚNA - CP+MW**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo - cihla	0,6000	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
3	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Vyrovnávací já	0,0150	0,5520	790,0	1500,0	15,0	0.0000
5	Lepicí malta E	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,2000	0,0410*	800,0	140,0	1,0	0.0000
7	Lepicí malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
8	Interiérová om	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka původní vápenná	---
2	Zdivo - cihla plná pálená	---
3	Omítka původní vápenná	---
4	Vyrovnávací jádrová omítka	---
5	Lepicí malta ETICS - terče na 40% plochy	---
6	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS	---

vliv bodových kotev dle EN ISO 6946

Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K)

Tloušťka tepelné izolace: 0.2000 m  
 Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K  
 Počet kotev v 1 m<sup>2</sup>: 5.0

- 7 Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina  
 8 Interiérová omítka - dekorativní

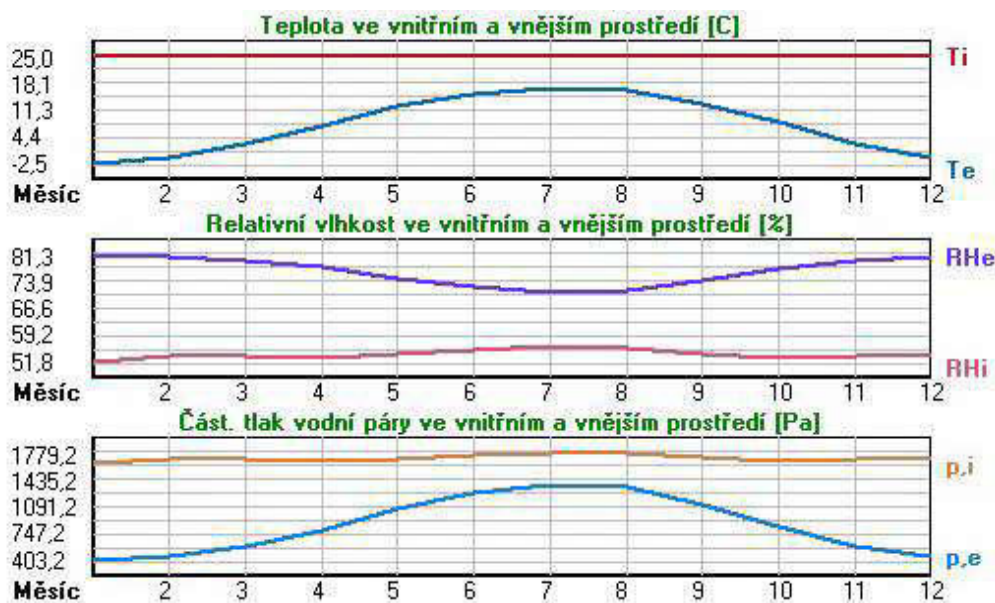
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -16.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 25.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RHe$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RHi$  : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [C]	$RHi$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$RHe$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30 720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31 744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30 720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31 744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RHi$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RHe$  a  $P_e$  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  $R$  : 4.381 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.220 W/m<sup>2</sup>K  
 Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 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 : 3.5E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 12725.2  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 3.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 22.81 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.946  
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

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	17.9	0.742	14.4	0.615	23.5	0.946	56.6
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.6	0.946	58.1
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.8	0.946	57.6
4	18.2	0.622	14.7	0.426	24.0	0.946	56.0
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.3	0.946	56.1
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.5	0.946	57.0
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.6	0.946	57.7
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.5	0.946	57.4
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.4	0.946	56.2
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.1	0.946	55.9
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.8	0.946	57.4
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.6	0.946	58.3

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

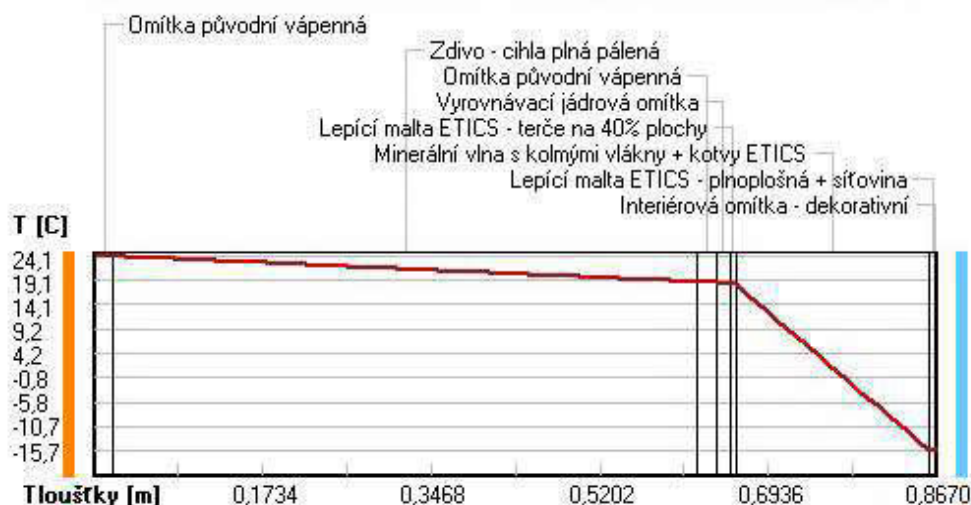
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	e
theta [C]:	24.1	24.0	18.7	18.6	18.4	18.3	-15.7	-15.7	-15.7
p [Pa]:	2374	2245	515	386	309	275	208	140	126
p,sat [Pa]:	2999	2974	2160	2141	2116	2101	155	154	154

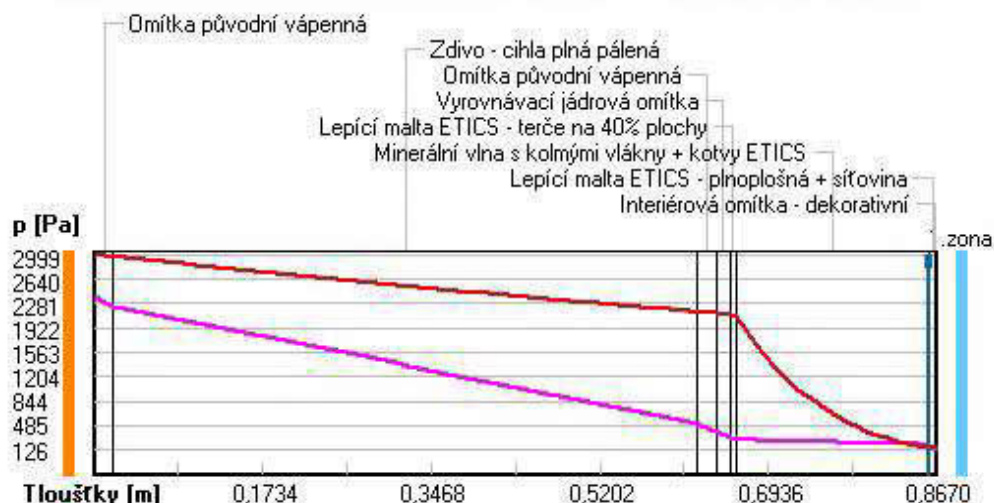
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### **Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**

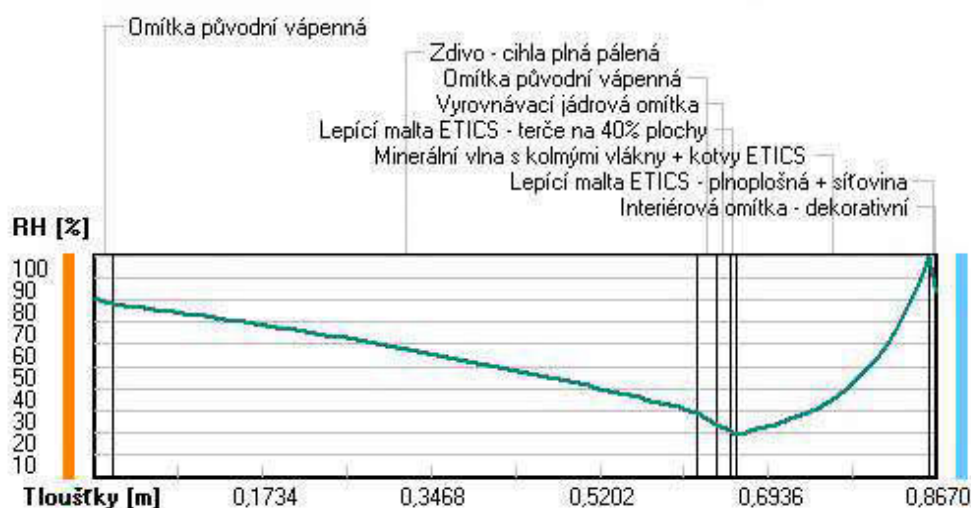




### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.8600	0.8600	4.543E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0575 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **6.0082 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 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka původní	365	---	---	---	---
2	Zdivo - cihla	365	---	---	---	---
3	Omítka původní	365	---	---	---	---
4	Vyrovnávací já	365	---	---	---	---
5	Lepící malta E	365	---	---	---	---
6	Minerální vlna	---	---	184	181	---
7	Lepící malta E	---	---	184	181	---
8	Interiérová om	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S7 -> STĚNA - CP+MW - ŠAMBRÁNY	stěna	4.888	0.198	0.0510	ano	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S7 -> STĚNA - CP+MW - ŠAMBRÁNY**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Vápenná sanačn	0,0020	0,5630	790,0	1500,0	15,0	0.0000
2	Vápenná sanačn	0,0200	0,5280	790,0	1400,0	12,0	0.0000
3	Vápenná sanačn	0,0150	0,8680	790,0	1750,0	18,0	0.0000
4	Zdivo - cihla	0,6000	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
5	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
6	Vyrovnávací já	0,0150	0,5520	790,0	1500,0	15,0	0.0000
7	Lepící malta E	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
8	Minerální vlna	0,2000	0,0410*	800,0	140,0	1,0	0.0000
9	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
10	Minerální vlna	0,0500	0,0600*	800,0	140,0	1,0	0.0000
11	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
12	Exteriérová mi	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vápenná sanační omítka štuková	---
2	Vápenná sanační omítka - vrchní vrstva	---
3	Vápenná sanační omítka - podhoz	---

4	Zdivo - cihla plná pálená	---
5	Omítka původní vápenná	---
6	Vyrovnávací jádrová omítka	---
7	Lepící malta ETICS - terče na 40% plochy	---
8	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS	---
vliv bodových kotev dle EN ISO 6946		
Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K)		
Tloušťka tepelné izolace: 0.2000 m		
Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K		
Počet kotev v 1 m <sup>2</sup> : 5.0		
9	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
10	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS	---
vliv bodových kotev dle EN ISO 6946		
Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K)		
Tloušťka tepelné izolace: 0.0500 m		
Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K		
Počet kotev v 1 m <sup>2</sup> : 5.0		
11	Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
12	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

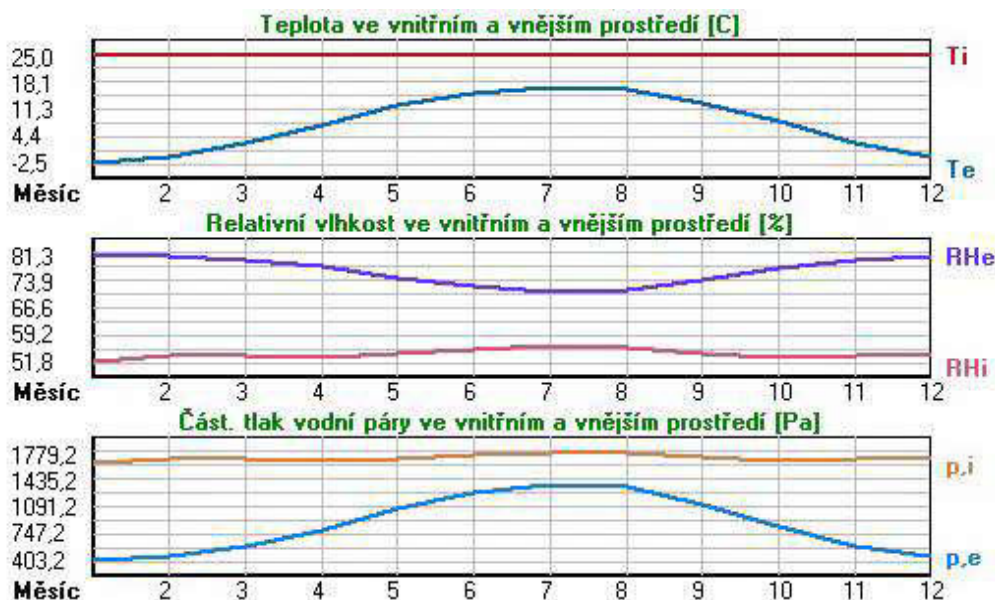
### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	25.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31 744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30 720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31 744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30 720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31 744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: T<sub>ai</sub>, R<sub>Hi</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T<sub>e</sub>, R<sub>He</sub> a P<sub>e</sub> 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 : 4.888 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.198 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 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> : 3.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 23804.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 6.0 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> : 23.02 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.952

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

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</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.7	0.952	56.1
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.7	0.952	57.7
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.9	0.952	57.2
4	18.2	0.622	14.7	0.426	24.1	0.952	55.7
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.4	0.952	55.8
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.5	0.952	56.9
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.6	0.952	57.5
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.6	0.952	57.3
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.4	0.952	56.0
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.2	0.952	55.6
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.9	0.952	57.0
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.8	0.952	57.9

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.

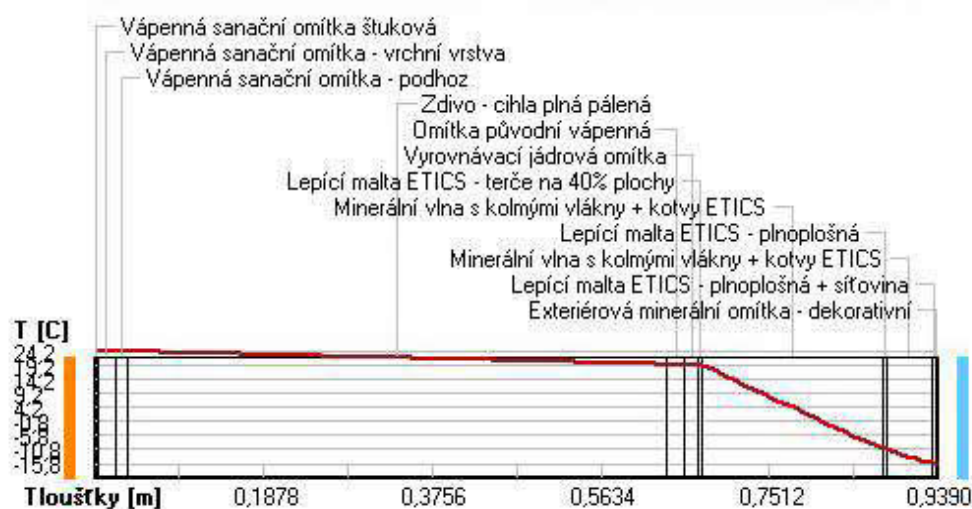
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

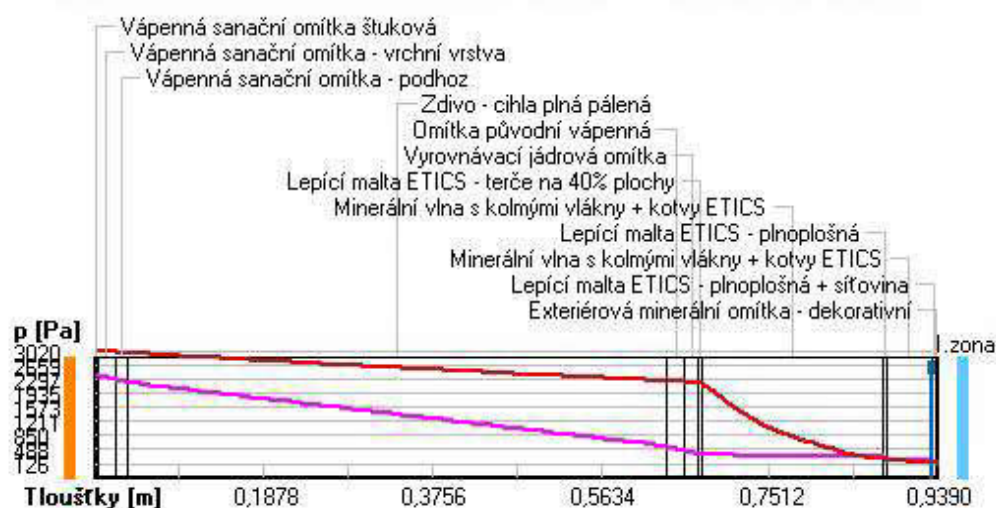
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	24.2	24.2	24.0	23.9	19.3	19.2	19.0	18.9	-10.6	-10.7
p [Pa]:	2374	2365	2288	2202	572	450	379	347	283	219
p,sat [Pa]:	3020	3017	2975	2957	2240	2223	2200	2186	246	245
rozhraní:	10-11	11-12	e							
theta [C]:	-15.7	-15.7	-15.8							
p [Pa]:	203	139	126							
p,sat [Pa]:	154	154	154							

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.

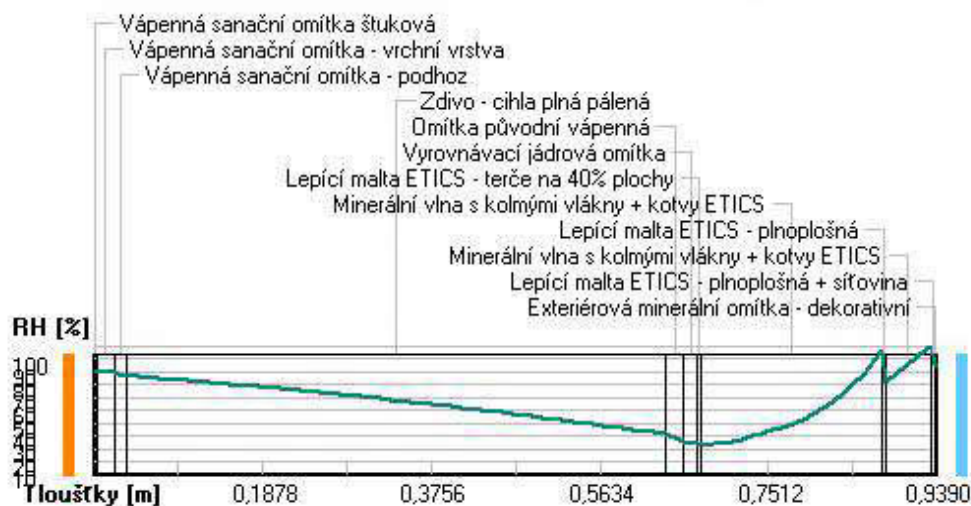
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.9320		0.9320	4.179E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0510 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **6.0429 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 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.



Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
2	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
3	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
4	Zdivo - cihla	365	---	---	---	---
5	Omítka původní	365	---	---	---	---
6	Vyrovnávací já	365	---	---	---	---
7	Lepící malta E	365	---	---	---	---
8	Minerální vlna	---	153	212	---	---
9	Lepící malta E	---	153	212	---	---
10	Minerální vlna	---	---	214	151	---
11	Lepící malta E	---	---	214	151	---
12	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S8 -> STĚNA - MB+MW - ŠAMBRÁNY	stěna	4.571	0.211	0.0437	ano	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S8 -> STĚNA - MB+MW - ŠAMBRÁNY**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Vápenná sanačn	0,0150	0,8680	790,0	1750,0	18,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Omítka původní	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Vyrovnávací já	0,0150	0,5520	790,0	1500,0	15,0	0.0000
5	Lepicí malta E	0,0050	0,3000	840,0	520,0	20,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,2000	0,0410*	800,0	140,0	1,0	0.0000
7	Lepicí malta E	0,0050	0,7000	790,0	1300,0	40,0	0.0000
8	Minerální vlna	0,0500	0,0560*	800,0	140,0	1,0	0.0000
9	Lepicí malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
10	Exteriérová mi	0,0020	0,8680	790,0	1750,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vápenná sanační omítka - podhoz	---
2	Železobeton 1	---
3	Omítka původní vápenná	---
4	Vyrovnávací jádrová omítka	---
5	Lepicí malta ETICS - terče na 40% plochy	---

6	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.2000 m Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K Počet kotev v 1 m <sup>2</sup> : 5.0
7	Lepící malta ETICS - plnoplošná ---
8	Minerální vlna s kolmými vlákny + kotvy ETICS vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.0500 m Bod. činitel prostupu: 0.002 W/K Počet kotev v 1 m <sup>2</sup> : 5.0
9	Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina ---
10	Exteriérová minerální omítka - dekorativní ---

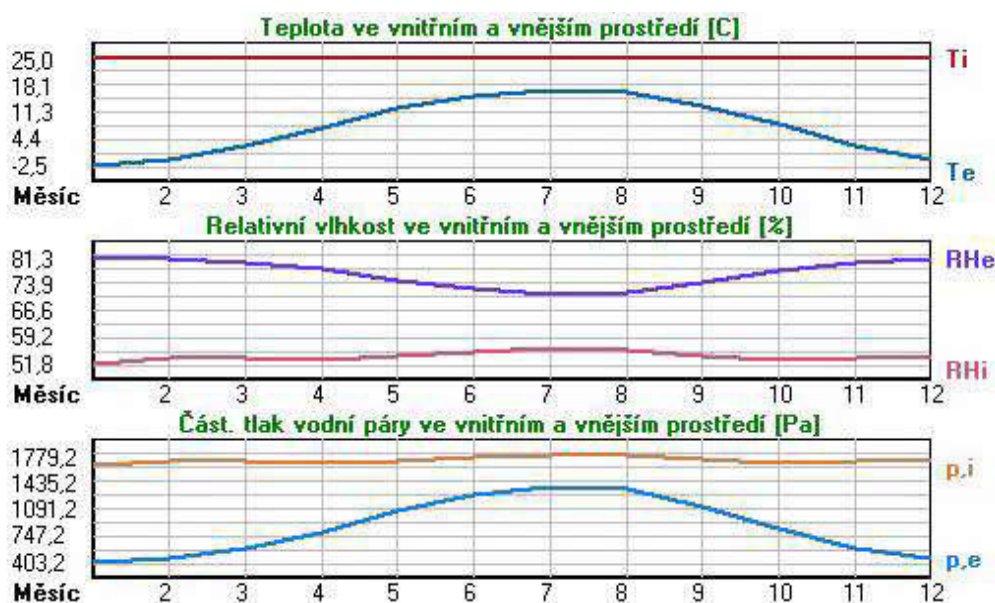
### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	25.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31 744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	25.0	53.5	1693.8	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	25.0	53.6	1696.9	2.6	79.6	586.0
4	30 720	25.0	52.9	1674.8	7.1	77.7	783.4
5	31 744	25.0	53.8	1703.3	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	25.0	55.3	1750.8	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	25.0	55.9	1769.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	25.0	54.1	1712.8	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	25.0	52.9	1674.8	8.0	77.3	828.8
11	30 720	25.0	53.5	1693.8	2.8	79.4	592.9
12	31 744	25.0	53.7	1700.1	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: T<sub>ai</sub>, R<sub>Hi</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T<sub>e</sub>, R<sub>He</sub> a P<sub>e</sub> 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 :

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

Teplný odpor konstrukce R : 4.571 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.211 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 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> : 3.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1126.0  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 17.7 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> : 22.89 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.949  
Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

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>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.6	0.949	56.4
2	18.4	0.747	14.9	0.612	23.7	0.949	58.0
3	18.4	0.707	14.9	0.551	23.8	0.949	57.4
4	18.2	0.622	14.7	0.426	24.1	0.949	55.9
5	18.5	0.496	15.0	0.224	24.3	0.949	56.0
6	18.9	0.369	15.4	0.002	24.5	0.949	57.0
7	19.2	0.275	15.7	-----	24.6	0.949	57.6
8	19.1	0.308	15.6	-----	24.6	0.949	57.4
9	18.6	0.470	15.1	0.180	24.4	0.949	56.1
10	18.2	0.602	14.7	0.396	24.1	0.949	55.7
11	18.4	0.703	14.9	0.545	23.9	0.949	57.3
12	18.5	0.747	15.0	0.611	23.7	0.949	58.1

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.

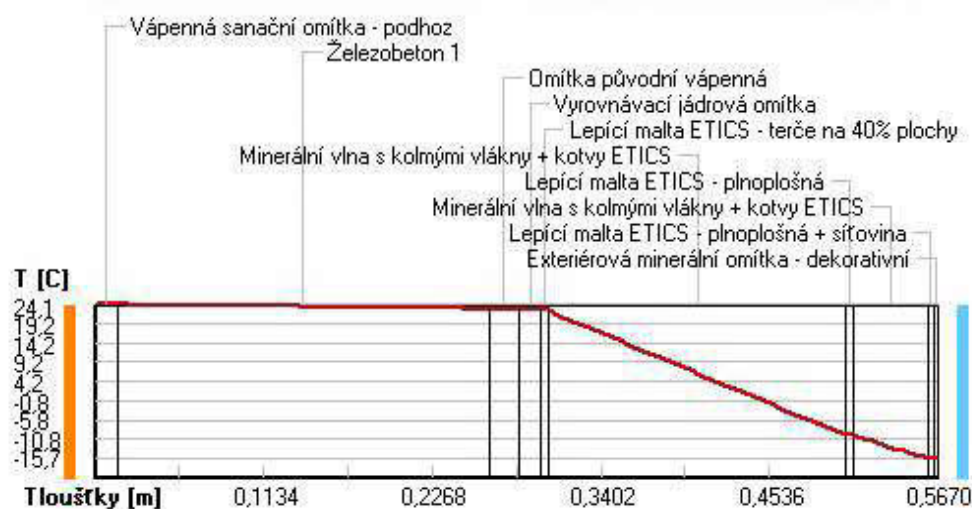
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

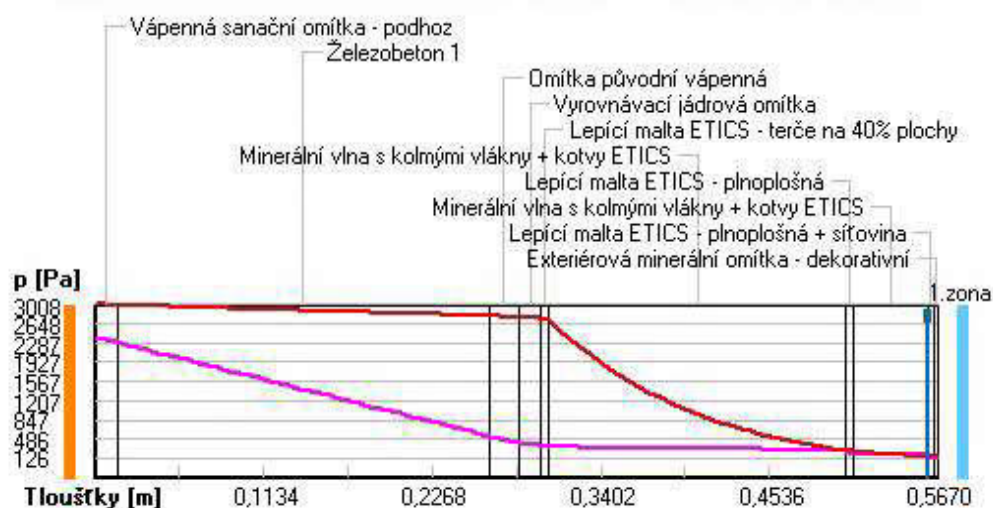
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	e
theta [C]:	24.1	24.0	22.9	22.7	22.6	22.5	-9.7	-9.8	-15.7	-15.7	-15.7
p [Pa]:	2374	2293	549	434	366	335	275	214	199	138	126
p <sub>sat</sub> [Pa]:	3008	2987	2787	2764	2734	2716	266	264	155	154	154

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

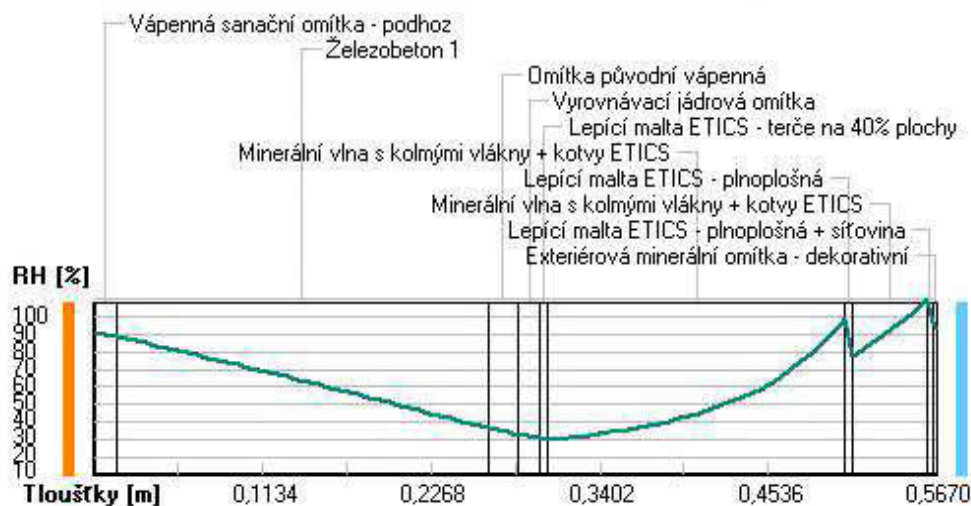
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.5600	0.5600	3.799E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0437 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **6.1128 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 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vápenná sanačn	365	---	---	---	---
2	Železobeton 1	365	---	---	---	---
3	Omítka původní	365	---	---	---	---
4	Vyrovnávací já	365	---	---	---	---
5	Lepící malta E	365	---	---	---	---
6	Minerální vlna	---	214	151	---	---
7	Lepící malta E	---	214	151	---	---
8	Minerální vlna	---	---	214	151	---
9	Lepící malta E	---	---	214	151	---
10	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**



# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S9 -> STĚNA - DK+MV	stěna	5.048	0.192	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S9 -> STĚNA - DK+MV**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Akustický dřev	0,0200	0,0750	1630,0	200,0	150,0	0.0000
2	Vláknitá tepel	0,0400	0,0740*	1651,5	85,5	2,0	0.0000
3	Foliová parozá	0,0002	204,0000	870,0	2700,0	70000,0^	0.0000
4	OSB desky	0,0150	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
5	Minerální vlna	0,1200	0,0510*	964,2	71,8	1,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,1200	0,0390*	806,7	41,6	1,0	0.0000
7	Dřevovláknité	0,0400	0,0750	1630,0	200,0	12,5	0.0000
8	Lepicí malta E	0,0015	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
9	Exteriérová mi	0,0020	0,8000	840,0	1550,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Akustický dřevěný obklad	---
2	Vláknitá tepelná izolace + rošt z latí	---

vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946

Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.058 W/(m.K)  
Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K)  
Šířka tepelných mostů: 0.1200 m  
Tloušťka tepelných mostů: 0.0600 m  
Os. vzdálenost tep. mostů: 0.8000 m

3	Foliová parozábrana s hliníkovou vložkou	---
4	OSB desky	---
5	Minerální vlna + KVH profily	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0600 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1200 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
6	Minerální vlna + příložky OSB	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 0.130 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 3720.0 mm <sup>2</sup> Počet bod. mostů v 1 m <sup>2</sup> : 2.0
7	Dřevovláknité desky fasádní kotvené do latí	---
8	Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
9	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

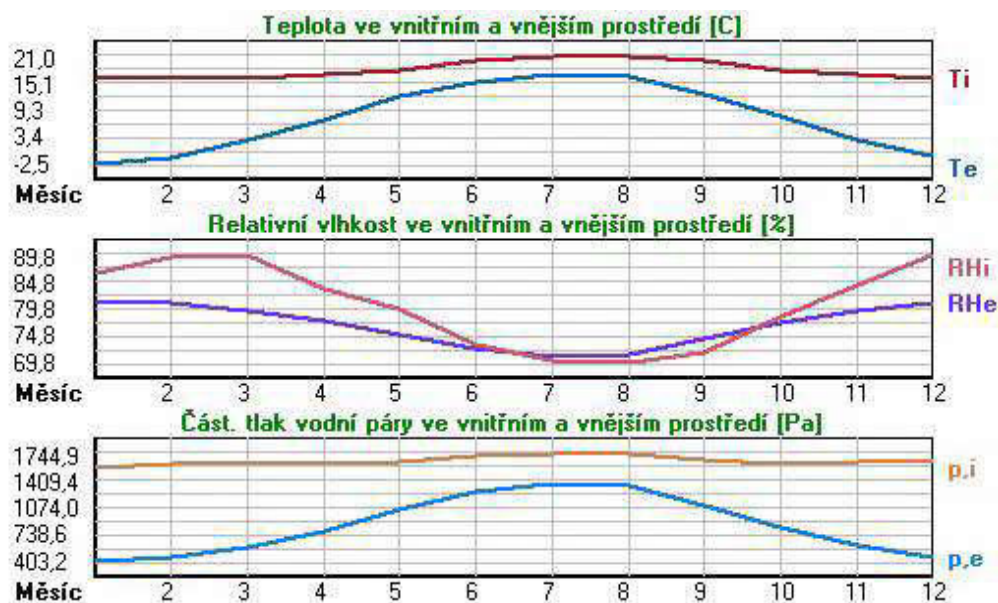
### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31 744	16.0	86.6	1573.8	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	16.0	89.4	1624.6	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	16.0	89.7	1630.1	2.6	79.6	586.0
4	30 720	17.0	83.3	1613.2	7.1	77.7	783.4
5	31 744	18.0	79.8	1646.1	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	20.0	73.1	1708.3	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	70.2	1744.9	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	69.8	1734.9	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	20.0	71.5	1670.9	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	18.0	78.5	1619.3	8.0	77.3	828.8
11	30 720	17.0	84.3	1632.6	2.8	79.4	592.9
12	31 744	16.0	89.8	1631.9	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: T<sub>ai</sub>, R<sub>Hi</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T<sub>e</sub>, R<sub>He</sub> a P<sub>e</sub> 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 : 5.048 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.192 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 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> : 9.9E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 126.7  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 8.6 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> : 14.50 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.953**  
Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----	----- 100% -----					
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	17.2	1.067	13.8	0.879	15.1	0.953	91.5
2	17.8	1.103	14.3	0.898	15.2	0.953	94.1
3	17.8	1.135	14.3	0.874	15.4	0.953	93.4
4	17.6	1.065	14.1	0.712	16.5	0.953	85.8
5	18.0	0.993	14.5	0.400	17.7	0.953	81.2
6	18.6	0.685	15.0	-----	19.8	0.953	74.1
7	18.9	0.472	15.4	-----	20.8	0.953	71.0
8	18.8	0.511	15.3	-----	20.8	0.953	70.7
9	18.2	0.746	14.7	0.252	19.7	0.953	73.0
10	17.7	0.970	14.2	0.621	17.5	0.953	80.9
11	17.8	1.058	14.3	0.812	16.3	0.953	87.9
12	17.8	1.108	14.3	0.900	15.2	0.953	94.4

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.

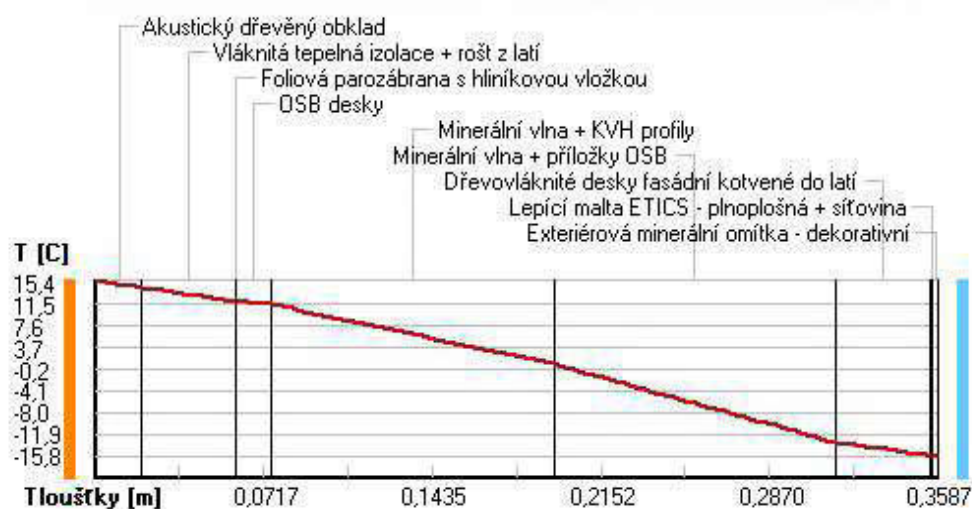
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

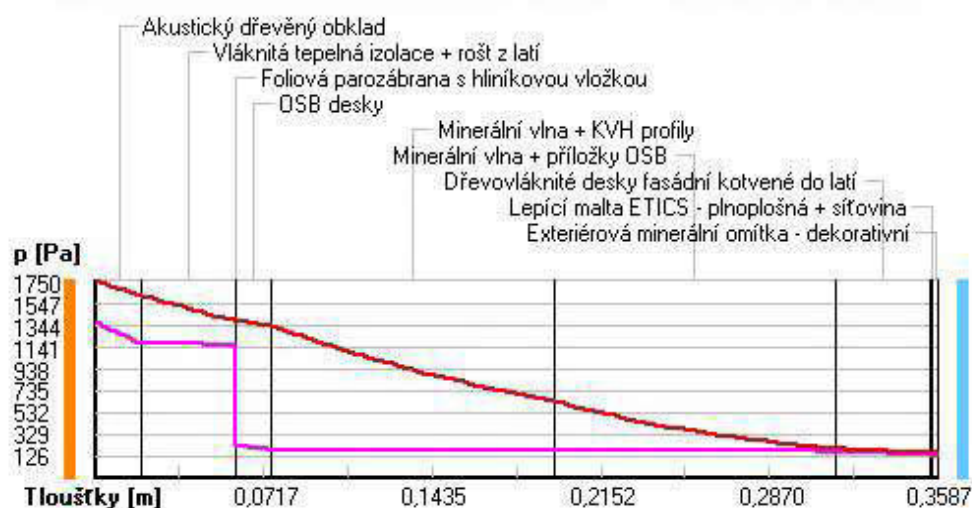
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
theta [C]:	15.4	14.2	11.8	11.8	11.2	0.6	-13.4	-15.8	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1363	1164	1159	231	182	174	166	133	129	126
p <sub>sat</sub> [Pa]:	1750	1619	1379	1379	1332	636	191	153	153	153

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

### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.325E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Akustický dřev	---	---	153	122	90
2	Vláknitá tepel	---	62	122	122	59
3	Foliová parozá	---	62	122	122	59
4	OSB desky	365	---	---	---	---

5	Minerální vlna	242	123	---	---	---
6	Minerální vlna	---	---	365	---	---
7	Dřevovláknité	---	---	275	90	---
8	Lepící malta E	---	---	275	90	---
9	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S10 -> STĚNA - DK+XPS+MV	stěna	5.474	0.177	0.0410	ano	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S10 -> STĚNA - DK+XPS+MV**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Akustický dřev	0,0200	0,0750	1630,0	200,0	150,0	0.0000
2	Vláknitá tepel	0,0600	0,0740*	1651,5	85,5	2,0	0.0000
3	Foliová parozá	0,0004	204,0000	870,0	2700,0	87500,0^	0.0000
4	OSB desky s or	0,0150	0,1300	1700,0	650,0	300,0	0.0000
5	Minerální vlna	0,1200	0,0510*	1112,6	103,3	5,0	0.0000
6	OSB desky	0,0150	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
7	SBS asfaltový	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
8	Dvousložková I	0,0015	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
9	Extrudovaný po	0,1200	0,0300	2060,0	30,0	110,0	0.0000
10	Lepící malta E	0,0050	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
11	Exteriérová mi	0,0020	0,8000	840,0	1550,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Akustický dřevěný obklad	---
2	Vláknitá tepelná izolace + rošt z latí	

vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946

Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.058 W/(m.K)  
Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K)  
Šířka tepelných mostů: 0.1200 m



Tloušťka tepelných mostů: 0.0600 m  
Os. vzdálenost tep. mostů: 0.8000 m

3	Foliová parozábrana 2 vrstvy	---
4	OSB desky s orientovanými vlákny	---
5	Minerální vlna + KVH profily	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946
		Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0600 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1200 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
6	OSB desky	---
7	SBS asfaltový hydroizolační pás	---
8	Dvousložková lepicí malta ETICS	---
9	Extrudovaný polystyren	---
10	Lepicí malta ETICS - plinoplošná + síťovina	---
11	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

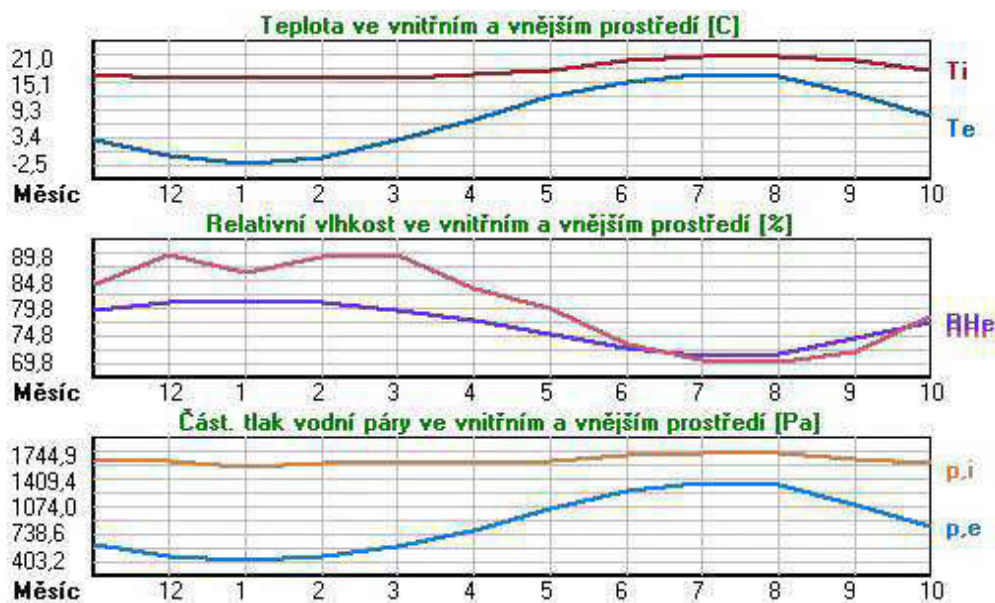
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru $R_{si}$ :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{si}$ :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se}$ :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{se}$ :	0.04 m <sup>2</sup> K/W

Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $R_{he}$ :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $R_{hi}$ :	75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [C]	$R_{hi}$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$R_{he}$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	16.0	86.6	1573.8	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	16.0	89.4	1624.6	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	16.0	89.7	1630.1	2.6	79.6	586.0
4	30 720	17.0	83.3	1613.2	7.1	77.7	783.4
5	31 744	18.0	79.8	1646.1	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	20.0	73.1	1708.3	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	70.2	1744.9	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	69.8	1734.9	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	20.0	71.5	1670.9	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	18.0	78.5	1619.3	8.0	77.3	828.8
11	30 720	17.0	84.3	1632.6	2.8	79.4	592.9
12	31 744	16.0	89.8	1631.9	-0.8	80.8	461.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{he}$  a  $P_e$  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 :

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

Teplný odpor konstrukce R : 5.474 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.177 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 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> : 9.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 600.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.8 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> : 14.61 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.957

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	17.2	1.067	13.8	0.879	15.2	0.957	91.2
2	17.8	1.103	14.3	0.898	15.3	0.957	93.7
3	17.8	1.135	14.3	0.874	15.4	0.957	93.1
4	17.6	1.065	14.1	0.712	16.6	0.957	85.6
5	18.0	0.993	14.5	0.400	17.7	0.957	81.1
6	18.6	0.685	15.0	-----	19.8	0.957	74.0
7	18.9	0.472	15.4	-----	20.8	0.957	71.0
8	18.8	0.511	15.3	-----	20.8	0.957	70.6
9	18.2	0.746	14.7	0.252	19.7	0.957	72.9
10	17.7	0.970	14.2	0.621	17.6	0.957	80.7
11	17.8	1.058	14.3	0.812	16.4	0.957	87.7
12	17.8	1.108	14.3	0.900	15.3	0.957	94.1

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)

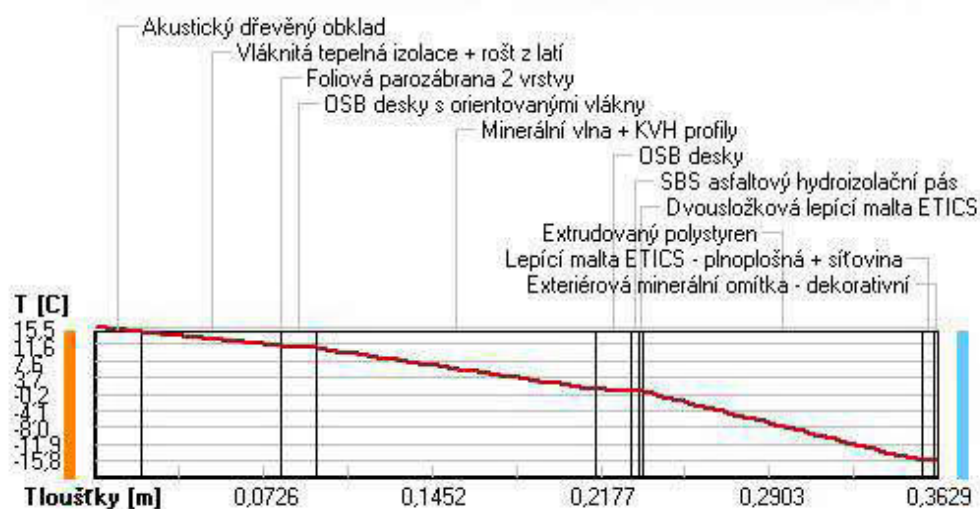
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	15.5	14.4	11.1	11.1	10.6	1.0	0.6	0.5	0.5	-15.8
p [Pa]:	1363	1342	1341	1097	1066	1062	1057	220	220	128
p,sat [Pa]:	1757	1638	1319	1319	1279	658	636	633	632	153

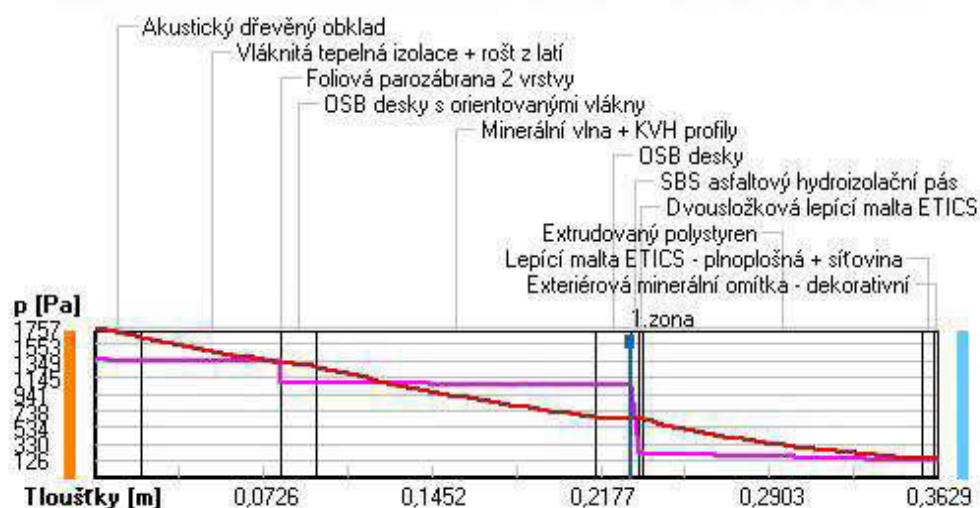
rozhraní:	10-11	e
theta [C]:	-15.8	-15.8
p [Pa]:	126	126
p,sat [Pa]:	153	152

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.

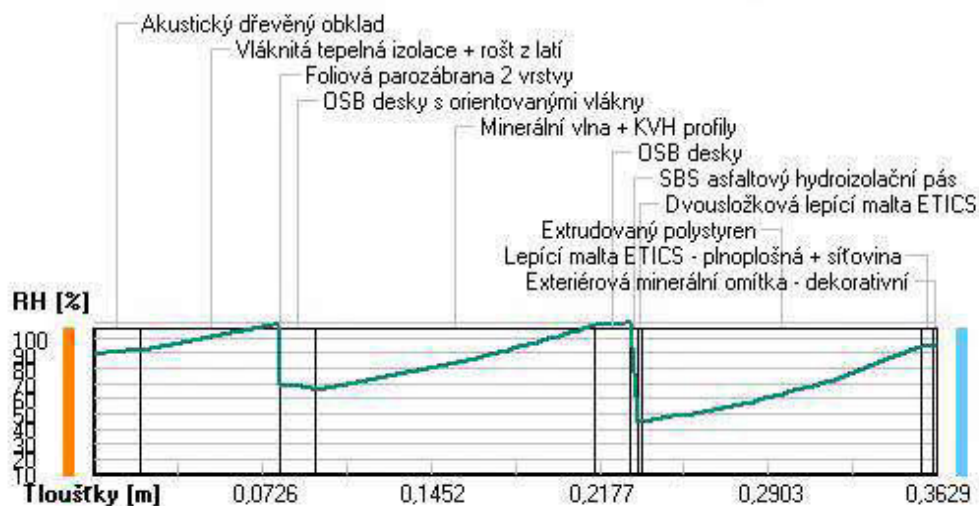
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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	0.2304		0.2304	2.541E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0091 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0363 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

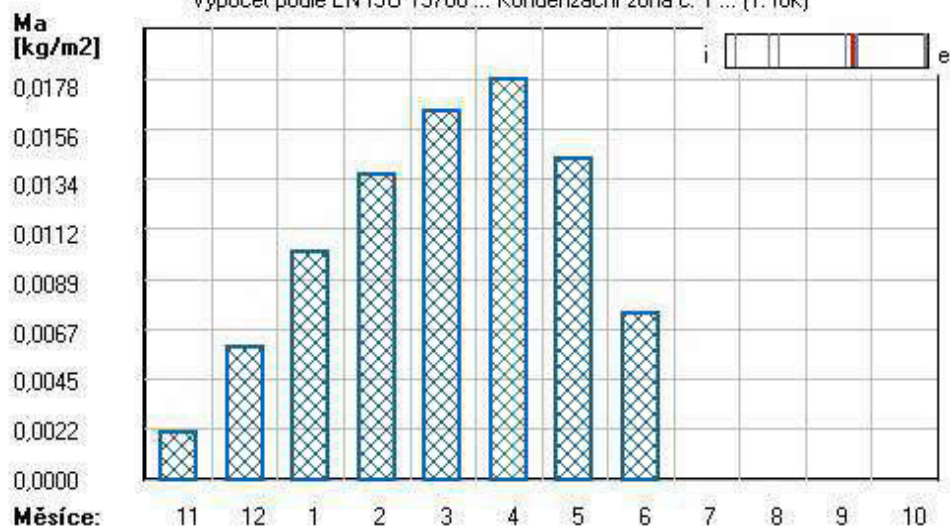
### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



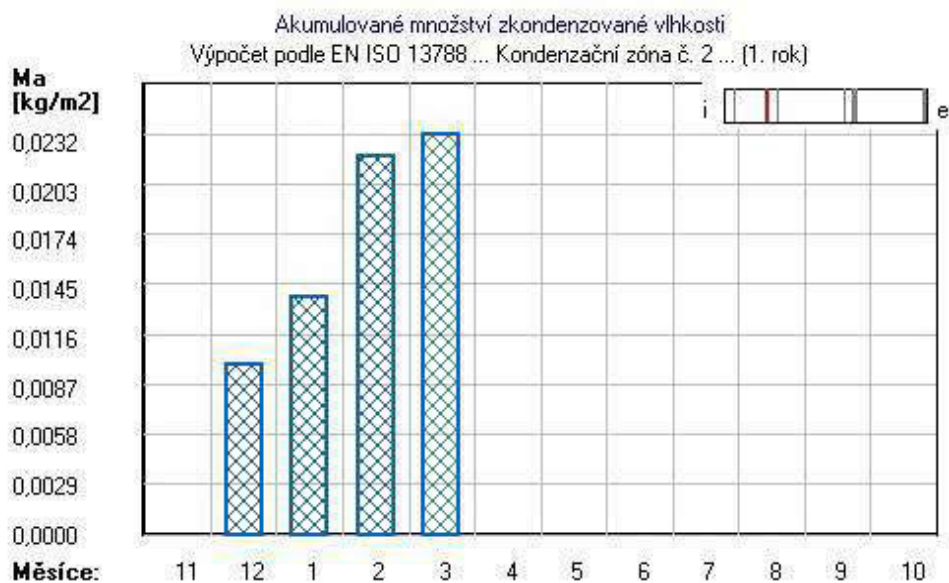
Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m <sup>2</sup> za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m <sup>2</sup> za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m <sup>2</sup> za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.2304	0.2304	0.0046	0.0025	0.0021	0.0021
12	0.2304	0.2304	0.0062	0.0024	0.0038	0.0059
1	0.2304	0.2304	0.0064	0.0023	0.0041	0.0101
2	0.2304	0.2304	0.0057	0.0022	0.0035	0.0136
3	0.2304	0.2304	0.0053	0.0024	0.0028	0.0164
4	0.2304	0.2304	0.0022	0.0025	-0.0002	0.0178
5	0.2304	0.2304	-0.0009	0.0027	-0.0036	0.0143
6	0.2304	0.2304	-0.0038	0.0030	-0.0068	0.0074
7	---	---	-0.0056	0.0033	-0.0090	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0178 kg/m<sup>2</sup>**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0178 kg/m<sup>2</sup>**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0084 kg/m2  
..... a do interiéru: 0.0094 kg/m2

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

Kondenzační zóna č. 2



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	---	---	---	---	---	---
12	0.0800	0.0800	0.0160	0.0062	0.0098	0.0098
1	0.0800	0.0800	0.0102	0.0064	0.0037	0.0137
2	0.0800	0.0800	0.0138	0.0057	0.0082	0.0219
3	0.0800	0.0800	0.0066	0.0053	0.0013	0.0232
4	---	---	-0.0240	0.0043	-0.0283	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---

8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$ :	<b>0.0232 kg/m<sup>2</sup></b>
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.:	<b>0.0232 kg/m<sup>2</sup></b>
z toho se odpaří do exteriéru:	0.0035 kg/m <sup>2</sup>
..... a do interiéru:	0.0197 kg/m <sup>2</sup>

---

**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.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Akustický dřev	---	---	122	153	90
2	Vláknitá tepel	---	---	122	62	181
3	Foliová parozá	---	---	92	92	181
4	OSB desky s or	---	62	212	61	30
5	Minerální vlna	---	---	62	30	273
6	OSB desky	---	---	62	30	273
7	SBS asfaltový	---	---	62	30	273
8	Dvousložková I	212	153	---	---	---
9	Extrudovaný po	---	---	275	90	---
10	Lepící malta E	---	---	275	90	---
11	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**





# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
S11 -> STĚNA - DK+MV + ŠAMBRÁNY	stěna	5.950	0.163	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **S11 -> STĚNA - DK+MV + ŠAMBRÁNY**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 27.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Akustický dřev	0,0200	0,0750	1630,0	200,0	150,0	0.0000
2	Vláknitá tepel	0,0600	0,0740*	1651,5	85,5	2,0	0.0000
3	Foliová parozá	0,0002	204,0000	870,0	2700,0	70000,0	0.0000
4	OSB desky s or	0,0150	0,1300	1700,0	650,0	300,0	0.0000
5	Minerální vlna	0,1200	0,0510*	964,2	71,8	5,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,1200	0,0390*	806,7	41,6	5,0	0.0000
7	Dřevovláknité	0,0600	0,0750	1630,0	200,0	12,5	0.0000
8	Lepicí malta E	0,0015	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
9	Minerální vlák	0,0500	0,0410*	800,0	140,0	1,0	0.0000
10	Lepicí malta E	0,0015	0,7000	840,0	1300,0	40,0	0.0000
11	Exteriérová mi	0,0020	0,8000	840,0	1550,0	20,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Akustický dřevěný obklad	---
2	Vláknitá tepelná izolace + rošt z latí	

vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946

Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.058 W/(m.K)  
Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K)  
Šířka tepelných mostů: 0.1200 m  
Tloušťka tepelných mostů: 0.0600 m

3	Foliová parozábrana s hliníkovou vložkou	Os. vzdálenost tep. mostů: 0.8000 m
4	OSB desky s orientovanými vlákny	---
5	Minerální vlna + KVH profily	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0600 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1200 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6250 m
6	Minerální vlna + příložky OSB	vliv běžných bodových tep. mostů Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost bod. mostu: 0.130 W/(m.K) Průřez. plocha bod. mostu: 3720.0 mm <sup>2</sup> Počet bod. mostů v 1 m <sup>2</sup> : 2.0
7	Dřevovláknité desky fasádní kotvené do latí	---
8	Lepící malta ETICS - plnoplošná	---
9	Minerální vlákna s kolmými vlákny + kotvy ETICS	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.038 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.0500 m Bod. činitel prostupu: 0.001 W/K Počet kotev v 1 m <sup>2</sup> : 1.0
10	Lepící malta ETICS - plnoplošná + síťovina	---
11	Exteriérová minerální omítka - dekorativní	---

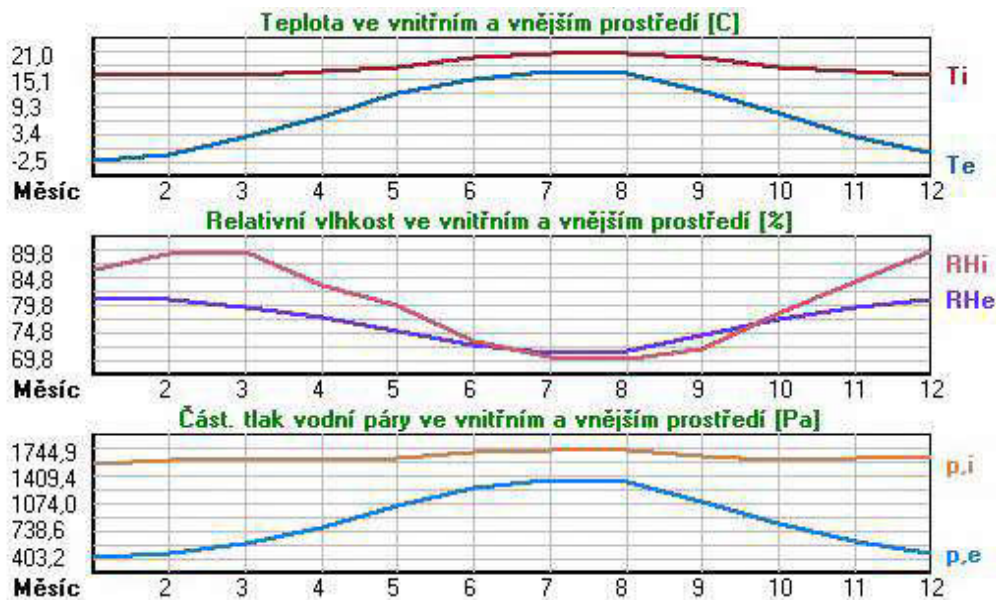
#### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31 744	16.0	86.6	1573.8	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	16.0	89.4	1624.6	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	16.0	89.7	1630.1	2.6	79.6	586.0
4	30 720	17.0	83.3	1613.2	7.1	77.7	783.4
5	31 744	18.0	79.8	1646.1	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	20.0	73.1	1708.3	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	70.2	1744.9	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	69.8	1734.9	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	20.0	71.5	1670.9	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	18.0	78.5	1619.3	8.0	77.3	828.8
11	30 720	17.0	84.3	1632.6	2.8	79.4	592.9
12	31 744	16.0	89.8	1631.9	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: T<sub>ai</sub>, R<sub>Hi</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T<sub>e</sub>, R<sub>He</sub> a P<sub>e</sub> 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 : 5.950 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.163 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 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> : 1.2E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 446.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.5 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> : 14.72 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.960

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

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	17.2	1.067	13.8	0.879	15.3	0.960	90.8
2	17.8	1.103	14.3	0.898	15.3	0.960	93.4
3	17.8	1.135	14.3	0.874	15.5	0.960	92.8
4	17.6	1.065	14.1	0.712	16.6	0.960	85.4
5	18.0	0.993	14.5	0.400	17.8	0.960	81.0
6	18.6	0.685	15.0	-----	19.8	0.960	73.9
7	18.9	0.472	15.4	-----	20.8	0.960	70.9
8	18.8	0.511	15.3	-----	20.8	0.960	70.6
9	18.2	0.746	14.7	0.252	19.7	0.960	72.8
10	17.7	0.970	14.2	0.621	17.6	0.960	80.5
11	17.8	1.058	14.3	0.812	16.4	0.960	87.4
12	17.8	1.108	14.3	0.900	15.3	0.960	93.8

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	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	15.5	14.6	11.6	11.6	11.2	2.7	-8.5	-11.4	-11.4	-15.8
p [Pa]:	1363	1207	1201	473	238	207	176	137	134	131
p,sat [Pa]:	1763	1657	1367	1367	1330	739	296	229	229	152

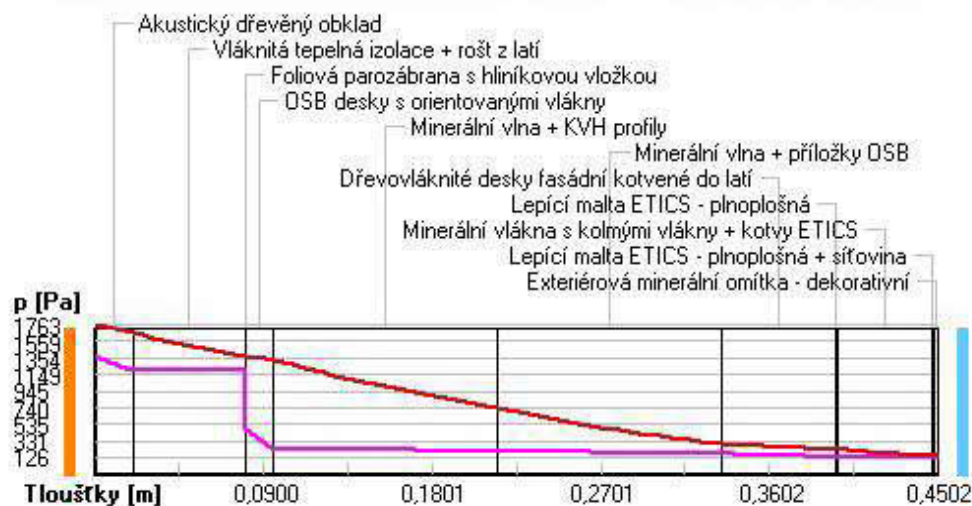
rozhraní:	10-11	e
theta [C]:	-15.8	-15.9
p [Pa]:	128	126
p,sat [Pa]:	152	152

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.

### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.040E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

Bilance 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.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Akustický dřev	---	---	153	122	90
2	Vláknitá tepel	---	---	122	122	121
3	Foliová parozá	---	---	122	122	121
4	OSB desky s or	242	123	---	---	---
5	Minerální vlna	242	123	---	---	---
6	Minerální vlna	---	365	---	---	---
7	Dřevovláknité	---	242	123	---	---
8	Lepicí malta E	---	242	123	---	---
9	Minerální vlák	---	---	275	90	---
10	Lepicí malta E	---	---	275	90	---
11	Exteriérová mi	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**



# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
H1 -> STROP klenba + PS	podlaha	2.589	0.341	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **H1 -> STROP klenba + PS**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	0,0200	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepící a stěrka	0,0050	0,8000	900,0	1690,0	20,0	0.0000
3	Železobeton	0,0600	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	PE folie	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Pěnové sklo 13	0,2410°	0,0850	840,0	120,0	40000,0	0.0000
6	Konstrukce kle	0,1500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	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.

° tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Lepící a stěrková hmota	---
3	Železobeton	---
4	PE folie	---
5	Pěnové sklo 130-400mm	---
6	Konstrukce klenby	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

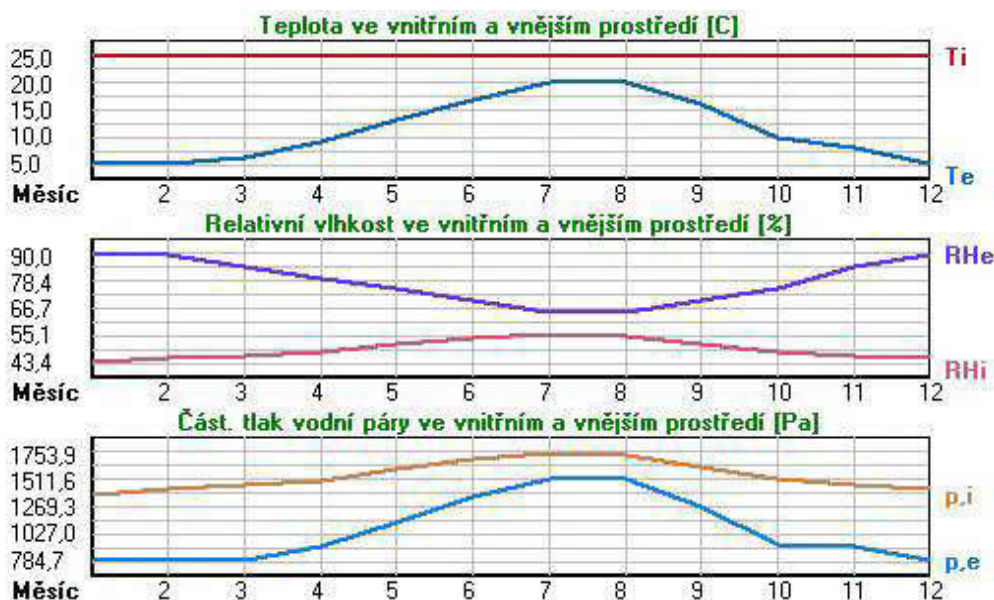
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.17 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 25.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	25.0	43.4	1374.0	5.0	90.0	784.7
2	28 672	25.0	45.0	1424.7	5.0	90.0	784.7
3	31 744	25.0	46.2	1462.7	6.0	85.0	794.4
4	30 720	25.0	47.7	1510.1	9.0	80.0	918.0
5	31 744	25.0	50.9	1611.5	13.0	75.0	1122.7
6	30 720	25.0	53.8	1703.3	17.0	70.0	1355.7
7	31 744	25.0	55.4	1753.9	20.0	65.0	1519.0
8	31 744	25.0	54.9	1738.1	20.0	65.0	1519.0
9	30 720	25.0	51.4	1627.3	16.0	70.0	1272.1
10	31 744	25.0	47.9	1516.5	10.0	75.0	920.5
11	30 720	25.0	46.2	1462.7	8.0	85.0	911.4
12	31 744	25.0	45.4	1437.3	5.0	90.0	784.7

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> 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 : 2.589 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.341 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.36 / 0.39 / 0.44 / 0.54 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> : 5.1E+0013 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 258.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 23.34 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.917

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	15.1	0.506	11.7	0.335	23.3	0.917	47.9
2	15.7	0.534	12.2	0.362	23.3	0.917	49.7
3	16.1	0.531	12.6	0.350	23.4	0.917	50.8
4	16.6	0.475	13.1	0.258	23.7	0.917	51.7
5	17.6	0.385	14.1	0.094	24.0	0.917	54.0
6	18.5	0.188	15.0	-----	24.3	0.917	56.0
7	19.0	-----	15.4	-----	24.6	0.917	56.8
8	18.8	-----	15.3	-----	24.6	0.917	56.3
9	17.8	0.197	14.3	-----	24.3	0.917	53.7
10	16.7	0.444	13.2	0.213	23.8	0.917	51.6
11	16.1	0.476	12.6	0.273	23.6	0.917	50.3
12	15.8	0.541	12.4	0.369	23.3	0.917	50.2

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

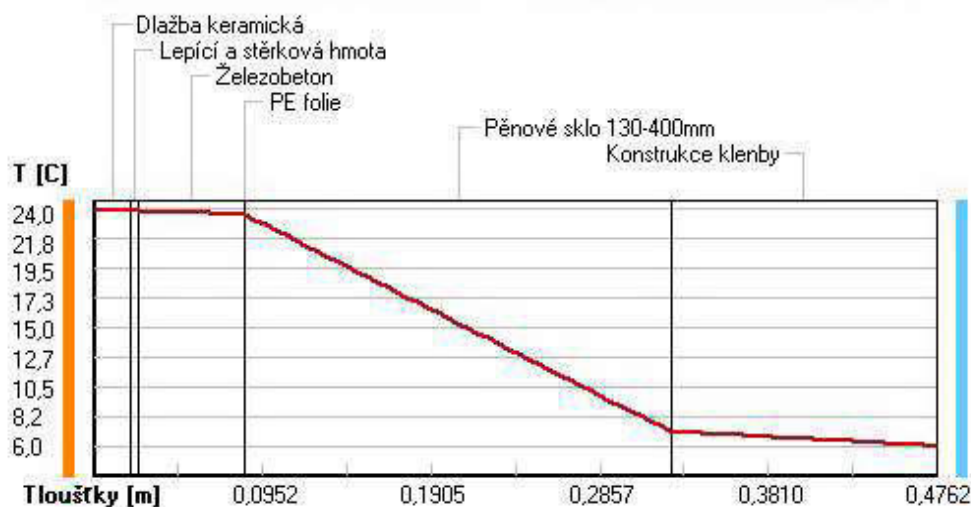
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

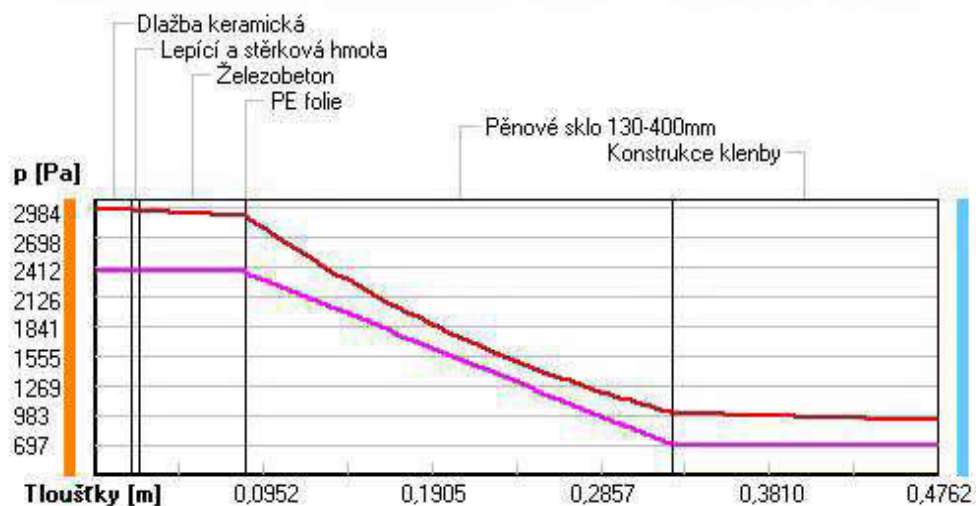
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	24.0	23.9	23.9	23.6	23.6	7.1	6.0
p [Pa]:	2374	2374	2374	2373	2368	698	697
p,sat [Pa]:	2984	2963	2957	2914	2913	1007	934

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.

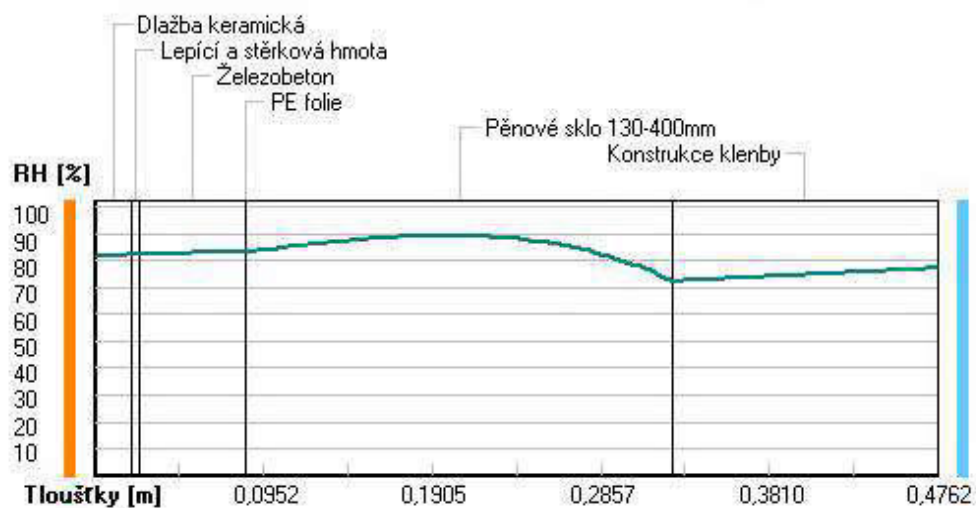
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.466E-0011 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Dlažba keramic	365	---	---	---	---
2	Lepící a stěrk	365	---	---	---	---
3	Železobeton	365	---	---	---	---
4	PE folie	365	---	---	---	---
5	Pěnové sklo 13	---	184	181	---	---
6	Konstrukce kle	---	122	123	120	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
H2_STROP_Trámový nad 2NP a nad 3.NP	střecha	4.942	0.194	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **H2\_STROP\_Trámový nad 2NP a nad 3.NP**

Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Interiérová om	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Prkenné podbit	0,0250	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
3	Trámový strop	0,2400	1,4460*	1226,7	58,8	0,0	0.0000
4	OSB desky - zá	0,0220	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
5	Foliová parozá	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	144000,0^	0.0000
6	Minerální vlna	0,2200	0,0380*	941,3	45,4	1,2	0.0000
7	Prkna vyplněná	0,0150	0,0550*	1085,0	100,0	1,0	0.0000
8	OSB desky - po	0,0220	0,1300	1700,0	650,0	50,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Interiérová omítka	---
2	Prkenné podbití	---
3	Trámový strop (trámy po 900mm)	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.180 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 1.76 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.7700 m Tloušťka tepelných mostů: 0.2400 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.9000 m
4	OSB desky - záklop	---

5	Foliová parozábrana s přelepenými spoji	---
6	Minerální vlna + polystyremové kříže	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.037 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1100 m Tloušťka tepelných mostů: 0.2200 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.7000 m
7	Prkna vyplněná minerální vatou	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1000 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0150 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6000 m
8	OSB desky - pochozí záklop	---

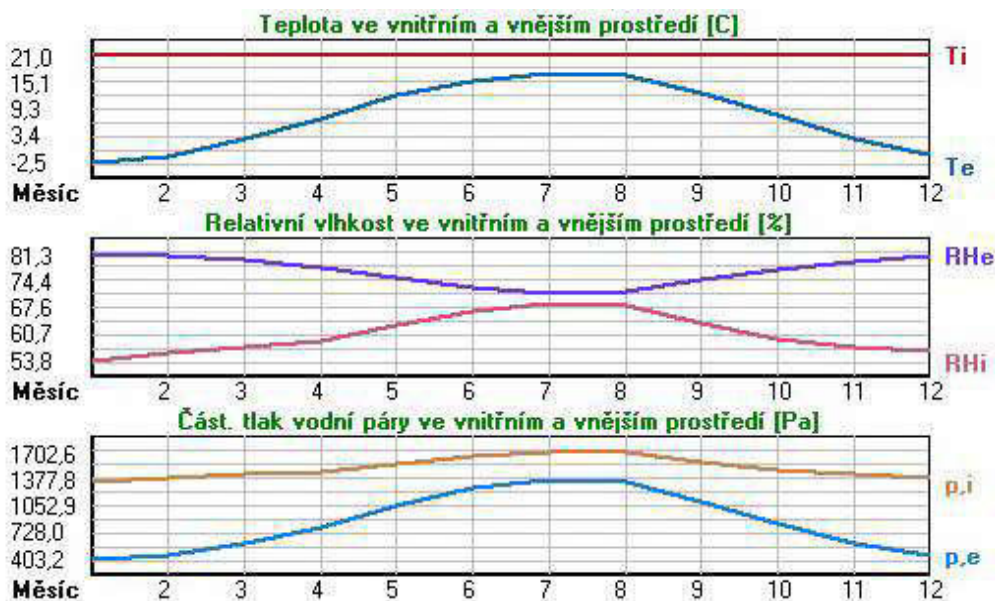
### Okrajové podmínky výpočtu :

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 :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-16.0 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/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	53.8	1337.2	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	21.0	55.9	1389.4	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	21.0	57.4	1426.7	2.6	79.6	586.0
4	30 720	21.0	59.0	1466.5	7.1	77.7	783.4
5	31 744	21.0	62.8	1560.9	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	21.0	66.5	1652.9	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	67.9	1687.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	21.0	63.7	1583.3	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	21.0	59.5	1478.9	8.0	77.3	828.8
11	30 720	21.0	57.4	1426.7	2.8	79.4	592.9
12	31 744	21.0	56.2	1396.9	-0.8	80.8	461.7

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 : 4.942 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.194 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 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> : 1.9E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 149.9  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 9.4 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> : 19.25 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.953**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.7	0.732	11.3	0.587	19.9	0.953	57.6
2	15.3	0.741	11.9	0.585	20.0	0.953	59.6
3	15.7	0.712	12.3	0.525	20.1	0.953	60.6
4	16.1	0.650	12.7	0.402	20.3	0.953	61.4
5	17.1	0.564	13.6	0.173	20.6	0.953	64.4
6	18.0	0.469	14.5	-----	20.7	0.953	67.6
7	18.5	0.374	15.0	-----	20.8	0.953	69.3
8	18.4	0.413	14.8	-----	20.8	0.953	68.8
9	17.3	0.549	13.9	0.119	20.6	0.953	65.2
10	16.3	0.636	12.8	0.370	20.4	0.953	61.8
11	15.7	0.709	12.3	0.520	20.1	0.953	60.5
12	15.4	0.742	11.9	0.585	20.0	0.953	59.9

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.

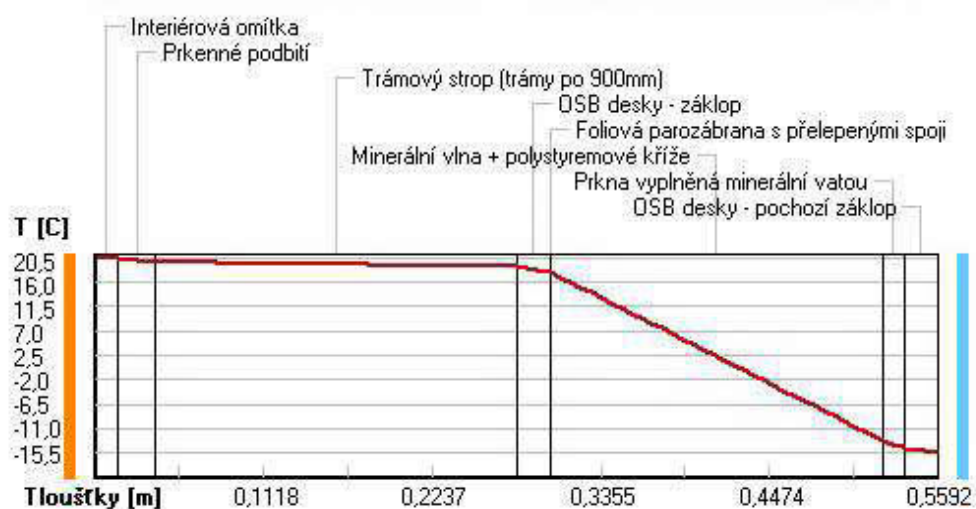
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

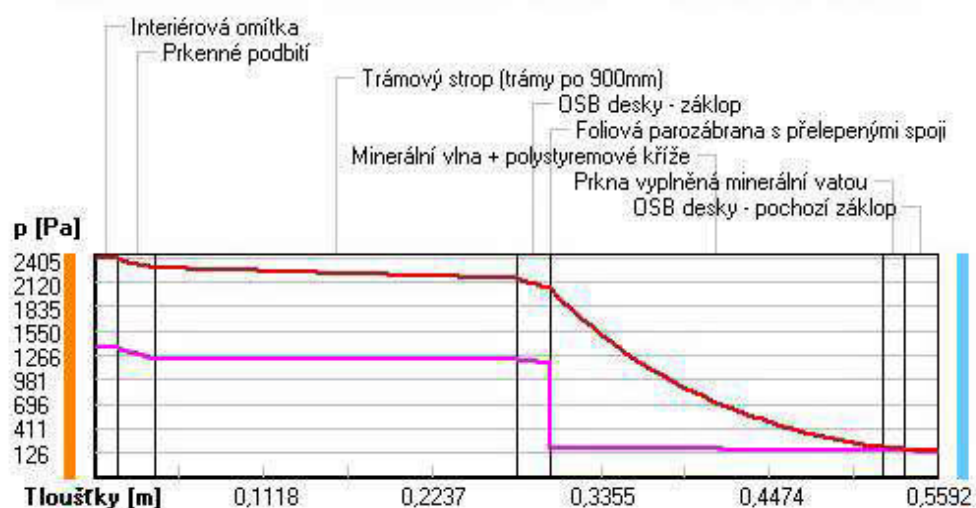
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	e
theta [C]:	20.5	20.4	19.6	18.8	17.9	17.8	-13.1	-14.6	-15.5
p [Pa]:	1367	1357	1220	1220	1181	174	165	165	126
p,sat [Pa]:	2405	2393	2286	2163	2043	2043	196	172	158

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.

### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 6.991E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Interiérová om	181	184	---	---	---
2	Prkenné podbit	181	184	---	---	---
3	Trámový strop	212	153	---	---	---
4	OSB desky - zá	212	153	---	---	---

5	Foliová parozá	212	153	---	---	---
6	Minerální vlna	---	---	365	---	---
7	Prkna vyplněná	---	---	275	90	---
8	OSB desky - po	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
H3_PODHLED_STÁVAJÍCÍ + TI	strop	4.901	0.196	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **H3\_PODHLED\_STÁVAJÍCÍ + TI**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Interiérová om	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Prkenné podbit	0,0250	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
3	Foliová parozá	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	90000,0^	0.0000
4	Minerální vlna	0,1600	0,0480*	998,5	67,0	1,0	0.0000
5	Minerální vlna	0,1200	0,0380	800,0	40,0	1,0	0.0000
6	Difúzně otevře	0,0003	0,3500	1500,0	333,0	67,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Interiérová omítka	---
2	Prkenné podbití	---
3	Foliová parozábrana s přelepenými spoji	---
4	Minerální vlna + nosný rošt podhledu - trámký 80/160	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.0800 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1000 m Os. vzdálenost tep. mostů: 1.0000 m

5	Minerální vlna	---
6	Difúzně otevřená folie	---

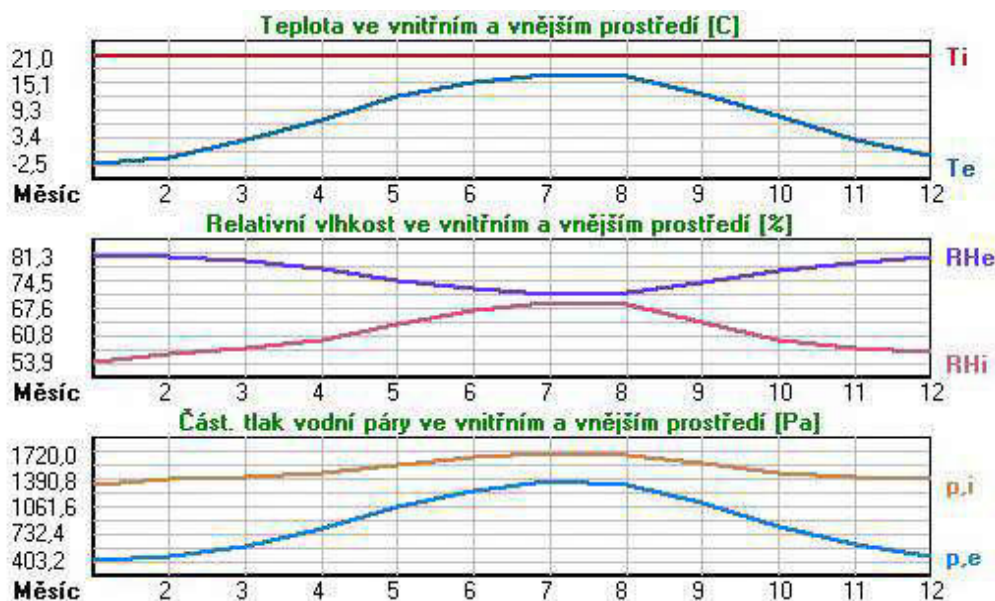
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru $R_{si}$ :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{si}$ :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se}$ :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{se}$ :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $R_{He}$ :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $R_{Hi}$ :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [C]	$R_{Hi}$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$R_{He}$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	21.0	53.9	1339.7	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	21.0	56.0	1391.9	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	2.6	79.6	586.0
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.1	77.7	783.4
5	31 744	21.0	63.4	1575.9	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	21.0	67.2	1670.3	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	69.2	1720.0	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	68.5	1702.6	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	21.0	64.1	1593.3	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	21.0	59.7	1483.9	8.0	77.3	828.8
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	2.8	79.4	592.9
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-0.8	80.8	461.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  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 $R$ :	4.901 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce $U$ :	<b>0.196 W/m<sup>2</sup>K</b>

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 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:

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

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 100.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 6.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.24 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.952

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.733	11.3	0.588	19.9	0.952	57.8
2	15.3	0.742	11.9	0.586	20.0	0.952	59.7
3	15.7	0.714	12.3	0.527	20.1	0.952	60.7
4	16.2	0.656	12.8	0.407	20.3	0.952	61.8
5	17.3	0.581	13.8	0.190	20.6	0.952	65.1
6	18.2	0.499	14.7	-----	20.7	0.952	68.3
7	18.7	0.415	15.1	-----	20.8	0.952	70.0
8	18.5	0.444	15.0	-----	20.8	0.952	69.4
9	17.4	0.561	14.0	0.130	20.6	0.952	65.6
10	16.3	0.640	12.9	0.374	20.4	0.952	62.0
11	15.7	0.711	12.3	0.522	20.1	0.952	60.7
12	15.5	0.746	12.0	0.588	20.0	0.952	60.2

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

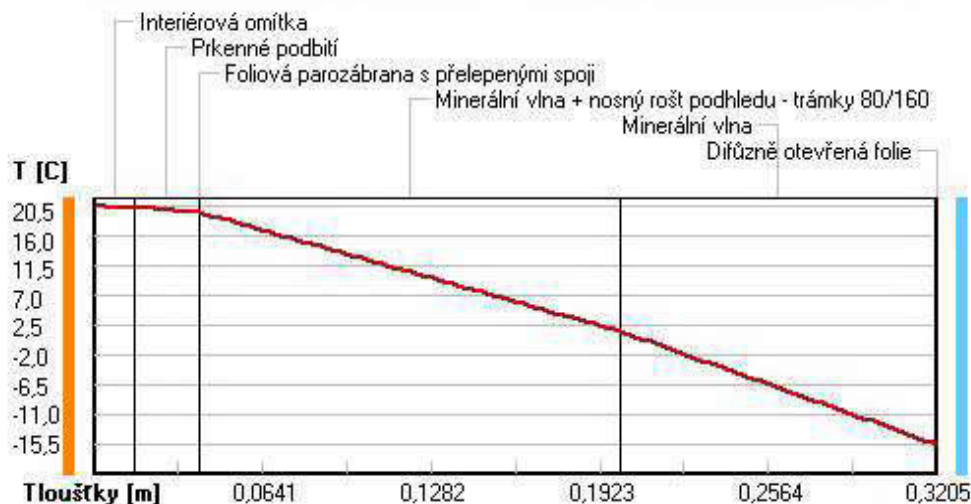
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.5	20.4	19.6	19.6	1.6	-15.5	-15.5
p [Pa]:	1367	1351	1135	143	134	127	126
p,sat [Pa]:	2404	2392	2284	2283	686	158	158

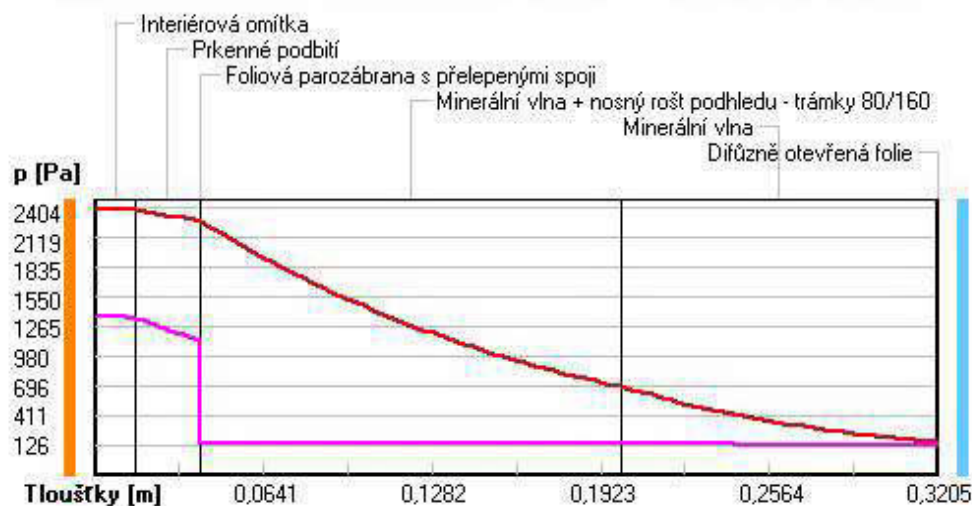
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách

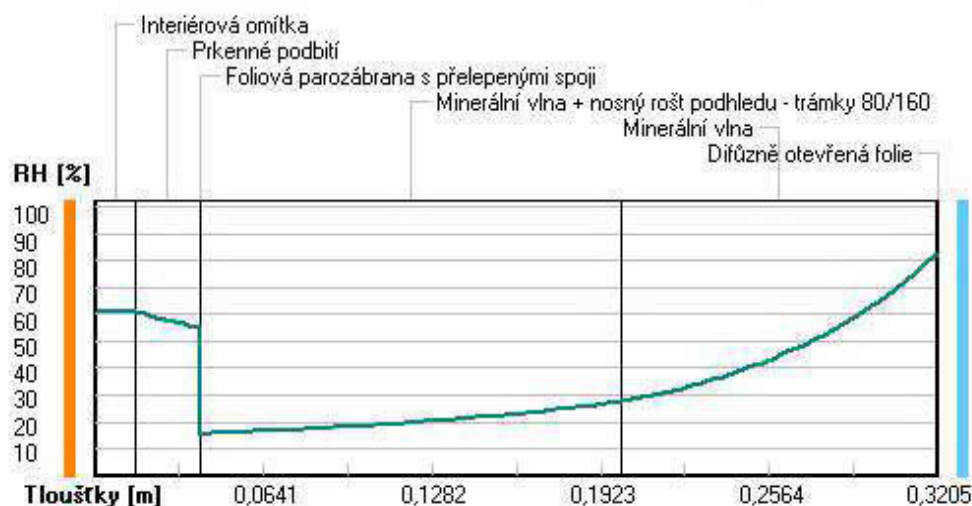




### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.102E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%

1	Interiérová om	151	214	---	---	---
2	Prkenné podbit	181	184	---	---	---
3	Foliová parozá	212	153	---	---	---
4	Minerální vlna	273	92	---	---	---
5	Minerální vlna	---	---	365	---	---
6	Difúzně otevře	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
H4_PODHLED_NOVÝ - SDK + TI	strop	4.947	0.194	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **H4\_PODHLED\_NOVÝ - SDK + TI**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	SDK protipožár	0,0300	0,2300	1060,0	820,0	17,0	0.0000
2	Foliová parozá	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	90000,0^	0.0000
3	Minerální vlna	0,0300	0,1170*	996,9	103,9	1,0	0.0000
4	Minerální vlna	0,2600	0,0410*	800,0	40,5	1,0	0.0000
5	Difúzně otevře	0,0003	0,3500	1500,0	333,0	67,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	SDK protipožární	---
2	Foliová parozábrana s přelepenými spoji	---
3	Minerální vlna + nosný rošt SDK podhledu	---

vliv kovových tep. mostů dle BRE Digest 465  
Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K)  
Tep. vodivost kov. profilů: 50.0 W/(m.K)  
Typ profilů: CD a obdobné (SDK podhledy)  
Vzduch uvnitř profilů: ano  
Šířka kovových profilů: 0.0600 m  
Tloušťka (hloubka) profilů: 0.0300 m  
Tloušťka stěn profilů: 0.0006 m  
Osová vzdálenost profilů: 0.4000 m

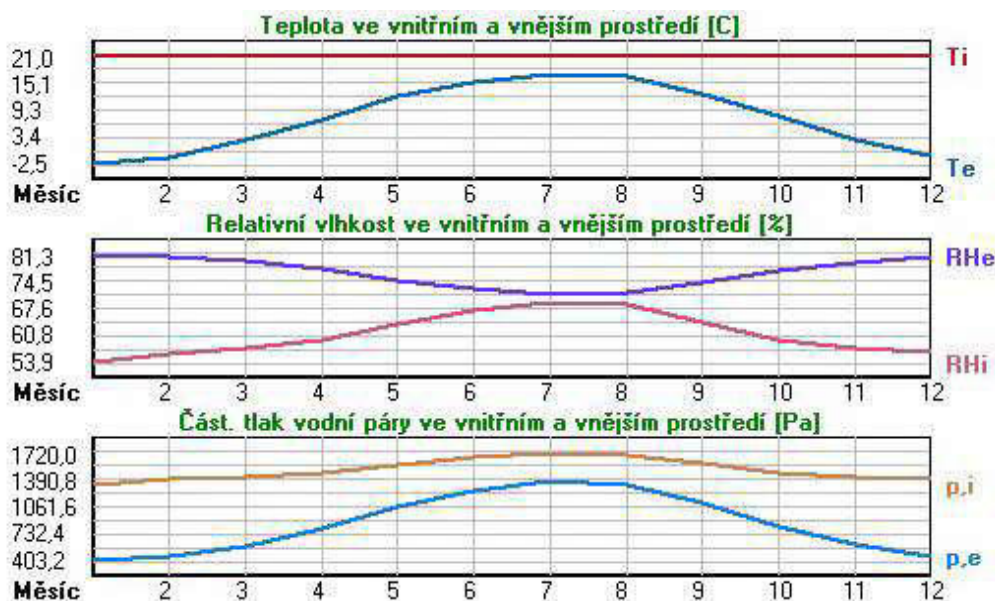
**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R <sub>si</sub> :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R <sub>se</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W

Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31 744	21.0	53.9	1339.7	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	21.0	56.0	1391.9	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	2.6	79.6	586.0
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.1	77.7	783.4
5	31 744	21.0	63.4	1575.9	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	21.0	67.2	1670.3	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	69.2	1720.0	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	68.5	1702.6	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	21.0	64.1	1593.3	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	21.0	59.7	1483.9	8.0	77.3	828.8
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	2.8	79.4	592.9
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: T<sub>ai</sub>, R<sub>Hi</sub> a P<sub>i</sub> jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T<sub>e</sub>, R<sub>He</sub> a P<sub>e</sub> 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 :	4.947 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	<b>0.194 W/m<sup>2</sup>K</b>

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 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  $Z_pT$  : 1.0E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 82.0  
Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 4.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.25 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.953**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----	----- 100% -----					
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
1	14.7	0.733	11.3	0.588	19.9	0.953	57.7
2	15.3	0.742	11.9	0.586	20.0	0.953	59.7
3	15.7	0.714	12.3	0.527	20.1	0.953	60.7
4	16.2	0.656	12.8	0.407	20.3	0.953	61.7
5	17.3	0.581	13.8	0.190	20.6	0.953	65.1
6	18.2	0.499	14.7	-----	20.7	0.953	68.3
7	18.7	0.415	15.1	-----	20.8	0.953	70.0
8	18.5	0.444	15.0	-----	20.8	0.953	69.4
9	17.4	0.561	14.0	0.130	20.6	0.953	65.6
10	16.3	0.640	12.9	0.374	20.4	0.953	62.0
11	15.7	0.711	12.3	0.522	20.1	0.953	60.6
12	15.5	0.746	12.0	0.588	20.0	0.953	60.2

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  je vnitřní povrchová teplota a  $f_{Rsi}$  je teplotní faktor.

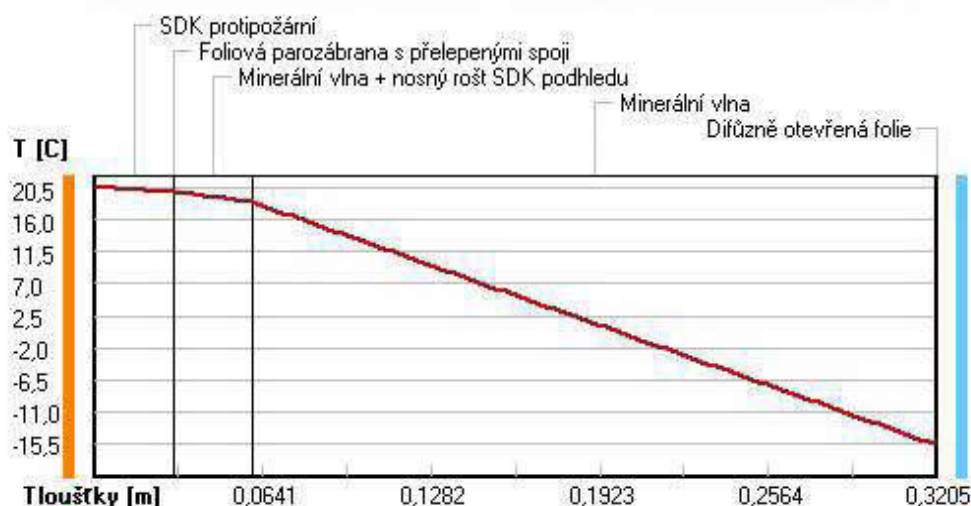
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

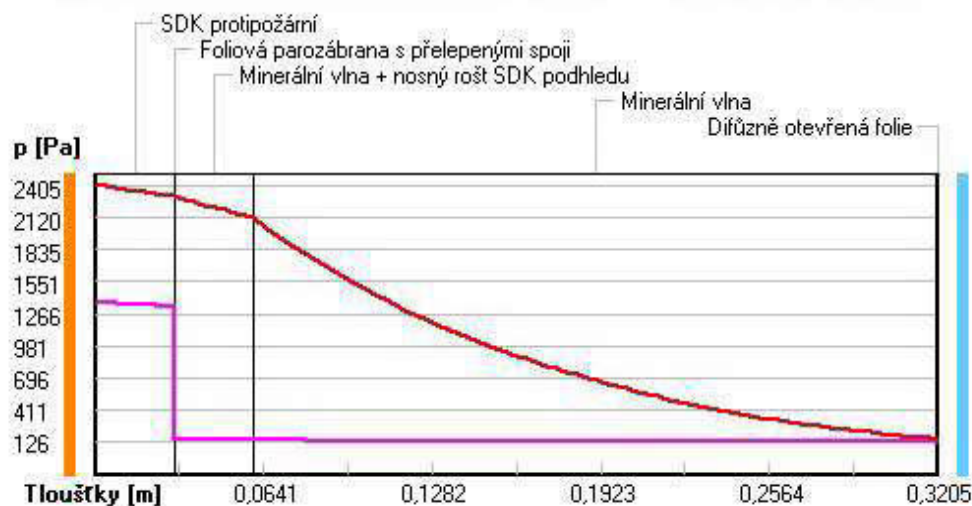
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
$\theta$ [C]:	20.5	19.8	19.8	18.4	-15.5	-15.5
$p$ [Pa]:	1367	1333	147	145	127	126
$p_{sat}$ [Pa]:	2405	2304	2303	2115	158	158

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.

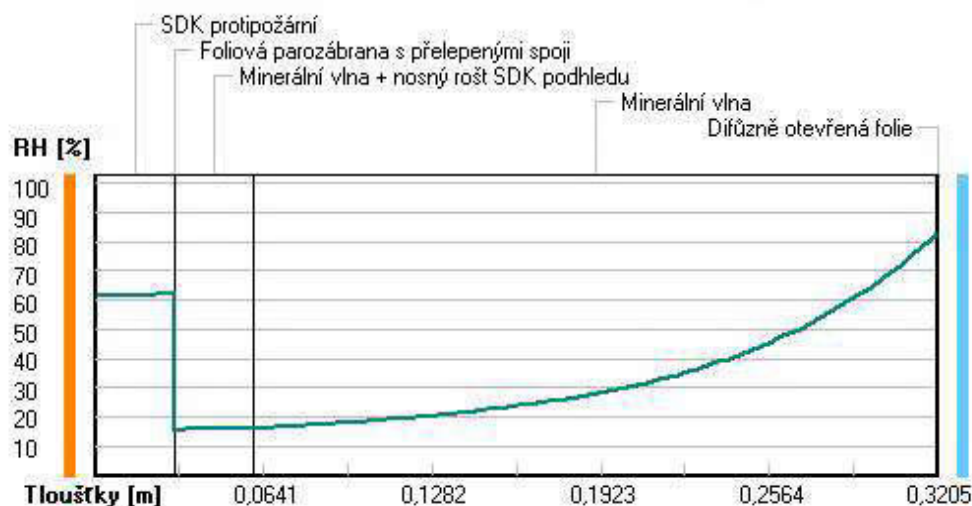
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.318E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	SDK protipožár	151	214	---	---	---
2	Foliová parozá	151	214	---	---	---

3	Minerální vlna	365	---	---	---	---
4	Minerální vlna	---	---	365	---	---
5	Difúzně otevře	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software**



# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017

tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
H5 -> STROP Neckovitá klenba + PB+MV	střecha	5.743	0.168	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **H5 -> STROP Neckovitá klenba + PB+MV**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vnitřní	0,0150	0,5700	1000,0	1300,0	10,0	0.0000
2	Konstrukce kle	0,1500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
3	Separáčn. geot	0,0030	0,0950	1150,0	150,0	5,0	0.0000
4	Parotěsnící PE	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Perlitbeton	0,1690°	0,0910	1150,0	300,0	9,0	0.0000
6	Parotěsnící PE	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
7	Minerální vlna	0,0150	0,0780*	1427,0	172,0	1,0	0.0000
8	Minerální vlna	0,2200	0,0380*	886,2	36,5	1,0	0.0000
9	OSB desky	0,0220	0,1300	1700,0	650,0	50,0	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.

° tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vnitřní	---
2	Konstrukce klenby	---
3	Separáčn. geotextilie	---
4	Parotěsnící PE folie	---
5	Perlitbeton	---
6	Parotěsnící PE folie	---
7	Minerální vlna + prkna	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946

Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K)  
Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K)  
Šířka tepelných mostů: 0.1100 m  
Tloušťka tepelných mostů: 0.0150 m  
Os. vzdálenost tep. mostů: 0.3000 m

8 Minerální vlna + polystyrenové kříže

vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946

Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K)  
Tep. vodivost tep. mostů: 0.037 W/(m.K)  
Šířka tepelných mostů: 0.1100 m  
Tloušťka tepelných mostů: 0.2400 m  
Os. vzdálenost tep. mostů: 0.6000 m  
---

9 OSB desky

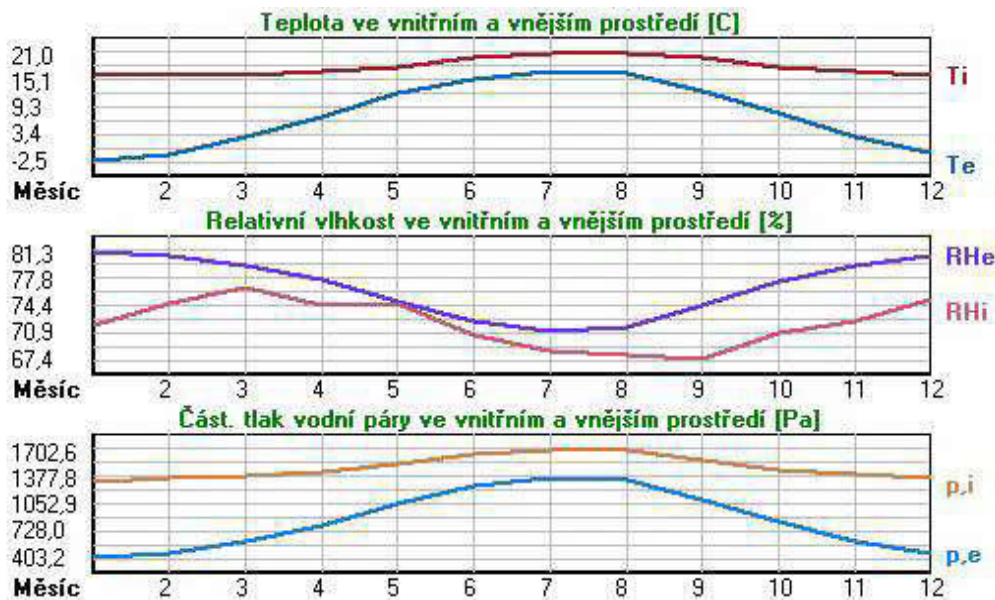
### Okrajové podmínky výpočtu :

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 : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

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

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	16.0	71.8	1304.8	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	16.0	74.6	1355.7	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	16.0	76.7	1393.9	2.6	79.6	586.0
4	30 720	17.0	74.3	1438.9	7.1	77.7	783.4
5	31 744	18.0	74.7	1540.9	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	20.0	70.4	1645.2	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	67.9	1687.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	20.0	67.4	1575.1	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	18.0	70.7	1458.4	8.0	77.3	828.8
11	30 720	17.0	72.3	1400.2	2.8	79.4	592.9
12	31 744	16.0	75.0	1363.0	-0.8	80.8	461.7

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> 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 :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.743 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.168 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 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 tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 1439.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 18.2 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> : 14.69 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.959

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.3	0.909	10.9	0.725	15.2	0.959	75.4
2	14.9	0.936	11.5	0.735	15.3	0.959	78.0
3	15.3	0.951	11.9	0.695	15.5	0.959	79.4
4	15.8	0.883	12.4	0.535	16.6	0.959	76.2
5	16.9	0.816	13.4	0.228	17.8	0.959	75.8
6	18.0	0.555	14.5	-----	19.8	0.959	71.2
7	18.5	0.374	15.0	-----	20.8	0.959	69.2
8	18.4	0.413	14.8	-----	20.8	0.959	68.7
9	17.3	0.614	13.8	0.124	19.7	0.959	68.6
10	16.0	0.805	12.6	0.460	17.6	0.959	72.6
11	15.4	0.888	12.0	0.647	16.4	0.959	75.0
12	15.0	0.940	11.6	0.737	15.3	0.959	78.4

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.

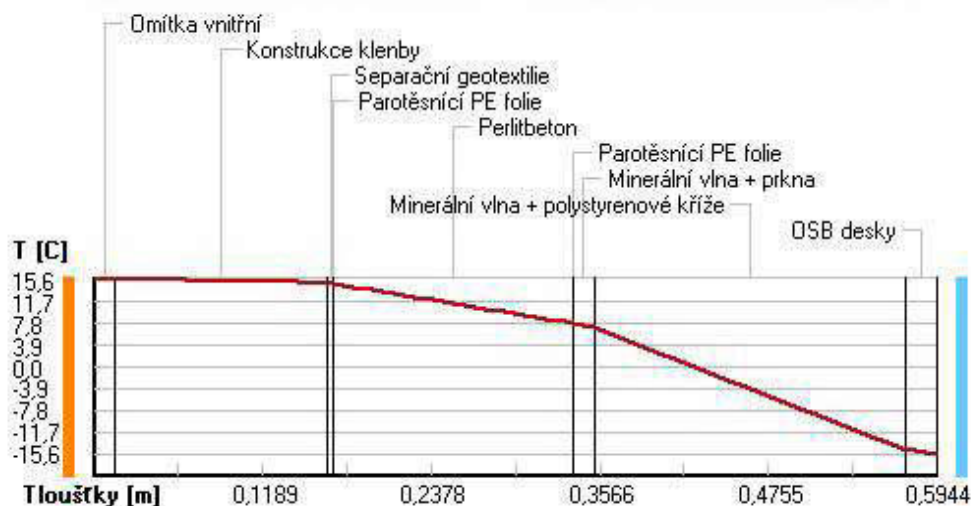
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

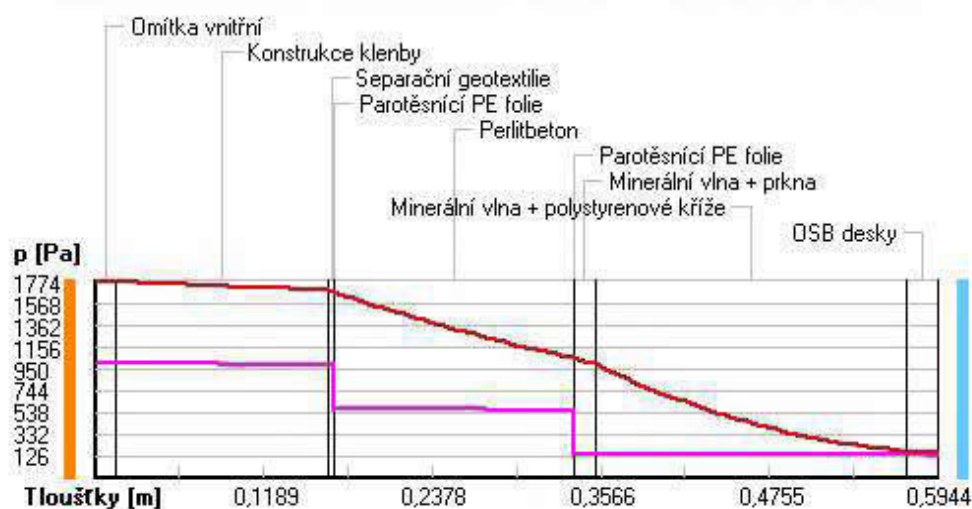
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
theta [C]:	15.6	15.5	14.8	14.7	14.7	7.7	7.7	6.9	-15.0	-15.6
p [Pa]:	1000	997	979	979	573	551	145	145	142	126
p <sub>sat</sub> [Pa]:	1774	1763	1684	1671	1671	1048	1048	997	165	156

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

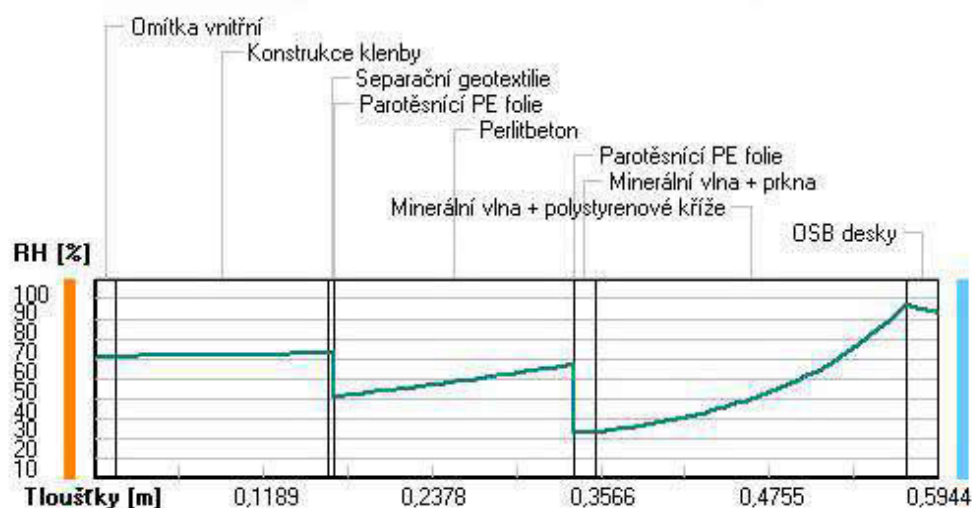
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.822E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vnitřní	---	92	273	---	---
2	Konstrukce kle	---	92	273	---	---
3	Separáčnící geot	---	92	273	---	---
4	Parotěsnící PE	---	92	273	---	---
5	Perlitbeton	---	365	---	---	---
6	Parotěsnící PE	---	365	---	---	---
7	Minerální vlna	365	---	---	---	---
8	Minerální vlna	---	---	334	31	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
R2_STŘECHA_STÁVAJÍCÍ +TI	střecha	6.298	0.154	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **R2\_STŘECHA\_STÁVAJÍCÍ +TI**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	SDK protipožár	0,0300	0,2300	1060,0	820,0	17,0	0.0000
2	Foliová parozá	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	90000,0^	0.0000
3	Minerální vlna	0,0600	0,1170*	996,9	103,9	1,0	0.0000
4	Minerální vlna	0,3600	0,0410*	800,0	40,5	1,0	0.0000
5	Difúzně otevře	0,0003	0,3500	1500,0	333,0	67,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	SDK protipožární	---
2	Foliová parozábrana s přelepenými spoji	---
3	Minerální vlna + nosný rošt SDK podhledu	---

vliv kovových tep. mostů dle BRE Digest 465  
Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.038 W/(m.K)  
Tep. vodivost kov. profilů: 50.0 W/(m.K)  
Typ profilů: CD a obdobné (SDK podhledy)  
Vzdálenost uvnitř profilů: ano  
Šířka kovových profilů: 0.0600 m  
Tloušťka (hloubka) profilů: 0.0300 m  
Tloušťka stěn profilů: 0.0006 m  
Osová vzdálenost profilů: 0.4000 m



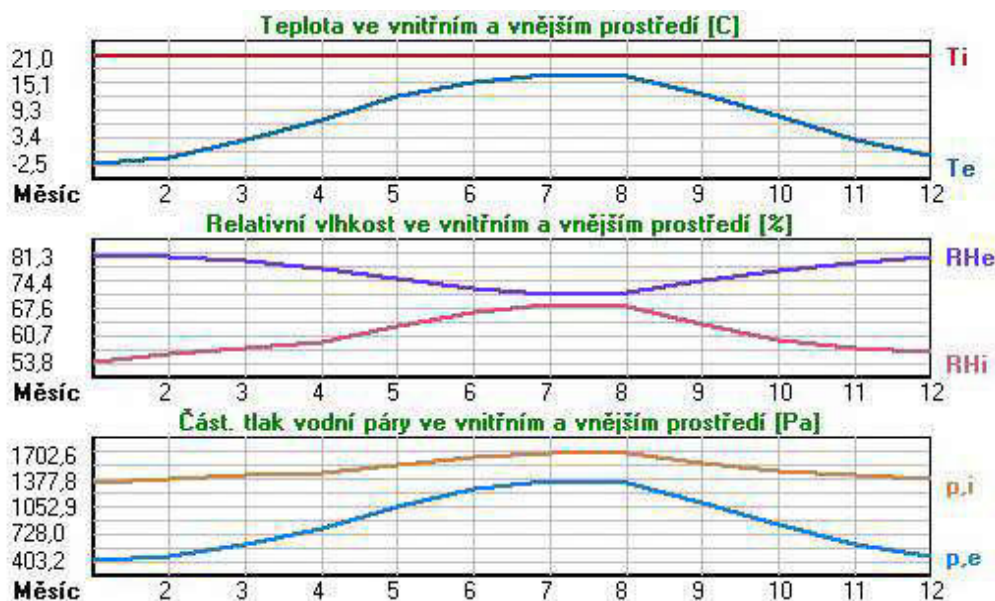
**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -16.0 °C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 21.0 °C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [°C]	$R_{Hi}$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [°C]	$R_{He}$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	21.0	53.8	1337.2	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	21.0	55.9	1389.4	-1.0	80.8	454.1
3	31 744	21.0	57.4	1426.7	2.6	79.6	586.0
4	30 720	21.0	59.0	1466.5	7.1	77.7	783.4
5	31 744	21.0	62.8	1560.9	12.1	74.9	1056.9
6	30 720	21.0	66.5	1652.9	15.4	72.4	1266.1
7	31 744	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
8	31 744	21.0	67.9	1687.7	16.5	71.4	1339.6
9	30 720	21.0	63.7	1583.3	12.9	74.4	1106.5
10	31 744	21.0	59.5	1478.9	8.0	77.3	828.8
11	30 720	21.0	57.4	1426.7	2.8	79.4	592.9
12	31 744	21.0	56.2	1396.9	-0.8	80.8	461.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  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  $R$  : 6.298 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.154 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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  $Z_{pT}$  : 1.0E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 146.9  
Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 6.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.61 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.962**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25$  m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% ----- T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	----- 100% ----- T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.7	0.732	11.3	0.587	20.1	0.962	56.8
2	15.3	0.741	11.9	0.585	20.2	0.962	58.8
3	15.7	0.712	12.3	0.525	20.3	0.962	59.9
4	16.1	0.650	12.7	0.402	20.5	0.962	60.9
5	17.1	0.564	13.6	0.173	20.7	0.962	64.1
6	18.0	0.469	14.5	-----	20.8	0.962	67.4
7	18.5	0.374	15.0	-----	20.8	0.962	69.1
8	18.4	0.413	14.8	-----	20.8	0.962	68.6
9	17.3	0.549	13.9	0.119	20.7	0.962	64.9
10	16.3	0.636	12.8	0.370	20.5	0.962	61.3
11	15.7	0.709	12.3	0.520	20.3	0.962	59.9
12	15.4	0.742	11.9	0.585	20.2	0.962	59.1

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.

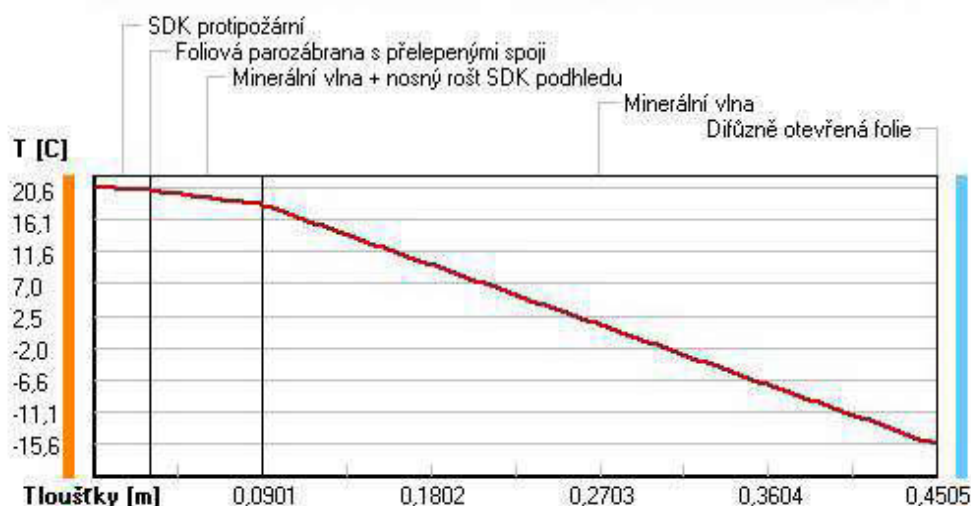
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.6	20.1	20.1	18.1	-15.6	-15.6
p [Pa]:	1367	1334	155	151	127	126
p,sat [Pa]:	2427	2354	2353	2081	156	156

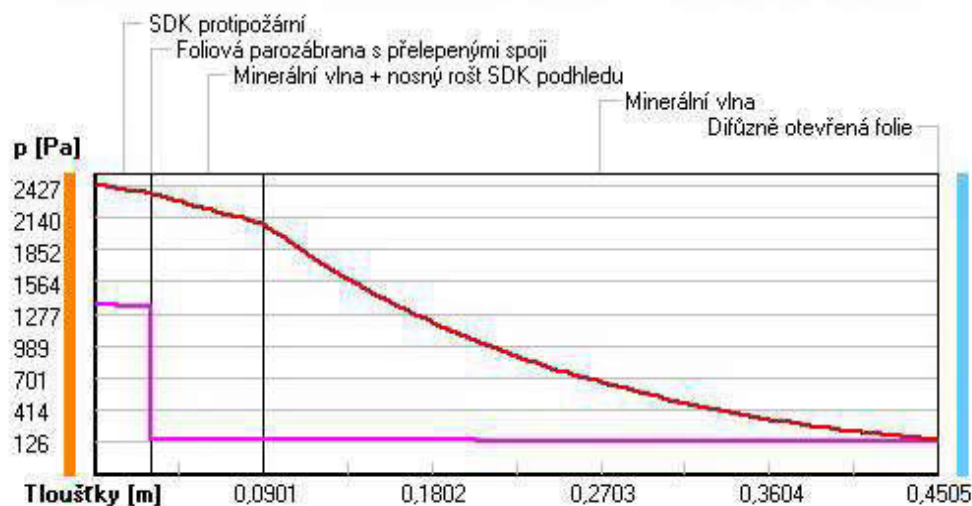
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

#### **Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**

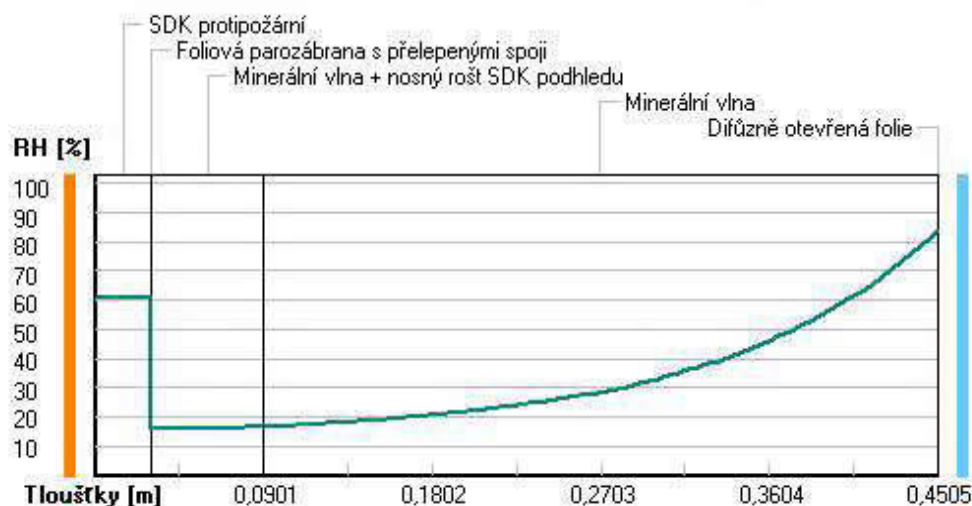




### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.309E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	SDK protipožár	212	153	---	---	---
2	Foliová parozá	212	153	---	---	---

3	Minerální vlna	365	---	---	---	---
4	Minerální vlna	---	---	365	---	---
5	Difúzně otevře	---	---	365	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
R1_STŘECHA - NOVÁ HALA	střecha	6.262	0.156	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **R1\_STŘECHA - NOVÁ HALA**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Záklop z pohle	0,0250	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
2	Asfaltový pás	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	420000,0	0.0000
3	Tepelná izolac	0,1600	0,0380	800,0	120,0	1,0	0.0000
4	Tepelná izolac	0,1600	0,0380	800,0	120,0	1,0	0.0000
5	PVC folie s na	0,0015	0,1600	960,0	1300,0	33000,0	0.0000
6	Extrudovaný po	0,0200	0,0300	2060,0	28,0	130,0	0.0000
7	Půda písčítá v	0,0500	2,3000	920,0	2000,0	2,0	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	Záklop z pohledových palubek	---
2	Asfaltový pás určený k lepení s hliníkovou vložkou	---
3	Tepelná izolace z minerální vlny	---
4	Tepelná izolace z minerální vlny	---
5	PVC folie s nakaširovanou geotextilií určená k přitížení	---
6	Extrudovaný polystyren	---
7	Půda písčítá vlhká	---

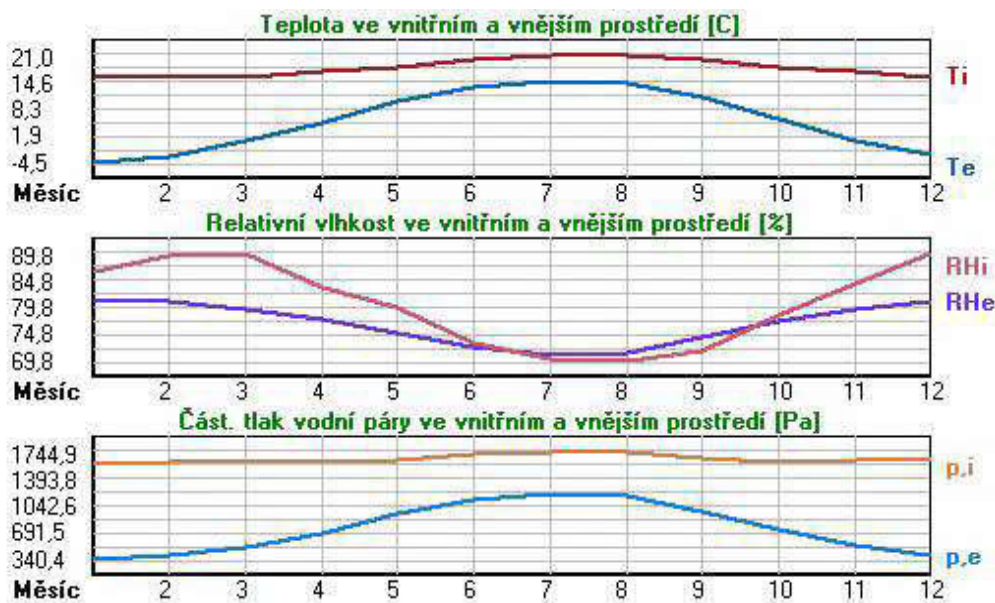
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -16.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 16.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	16.0	86.6	1573.8	-4.5	81.3	340.4
2	28	672	16.0	89.4	1624.6	-3.0	80.8	384.2
3	31	744	16.0	89.7	1630.1	0.6	79.6	507.6
4	30	720	17.0	83.3	1613.2	5.1	77.7	682.2
5	31	744	18.0	79.8	1646.1	10.1	74.9	925.4
6	30	720	20.0	73.1	1708.3	13.4	72.4	1112.5
7	31	744	21.0	70.2	1744.9	15.0	70.9	1208.4
8	31	744	21.0	69.8	1734.9	14.5	71.4	1178.3
9	30	720	20.0	71.5	1670.9	10.9	74.4	969.7
10	31	744	18.0	78.5	1619.3	6.0	77.3	722.5
11	30	720	17.0	84.3	1632.6	0.8	79.4	513.7
12	31	744	16.0	89.8	1631.9	-2.8	80.8	390.7

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  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  $R$  : 6.262 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.156 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 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:

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

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 347.3

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.78 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.962

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

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	17.2	1.061	13.8	0.891	15.2	0.962	91.1
2	17.8	1.092	14.3	0.908	15.3	0.962	93.6
3	17.8	1.117	14.3	0.890	15.4	0.962	93.1
4	17.6	1.054	14.1	0.760	16.5	0.962	85.7
5	18.0	0.995	14.5	0.552	17.7	0.962	81.3
6	18.6	0.780	15.0	0.248	19.7	0.962	74.2
7	18.9	0.648	15.4	0.061	20.8	0.962	71.2
8	18.8	0.661	15.3	0.119	20.8	0.962	70.9
9	18.2	0.802	14.7	0.417	19.7	0.962	73.1
10	17.7	0.975	14.2	0.684	17.5	0.962	80.8
11	17.8	1.051	14.3	0.835	16.4	0.962	87.7
12	17.8	1.097	14.3	0.911	15.3	0.962	94.0

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

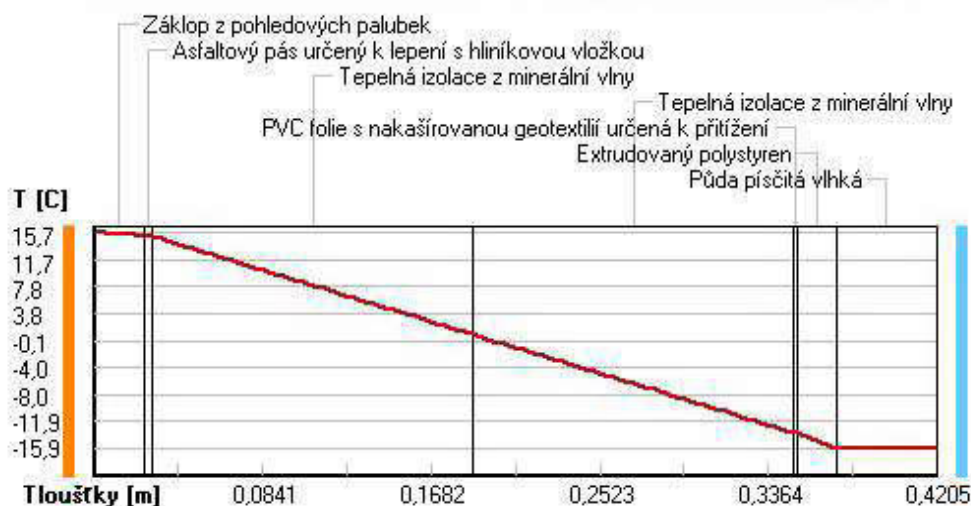
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

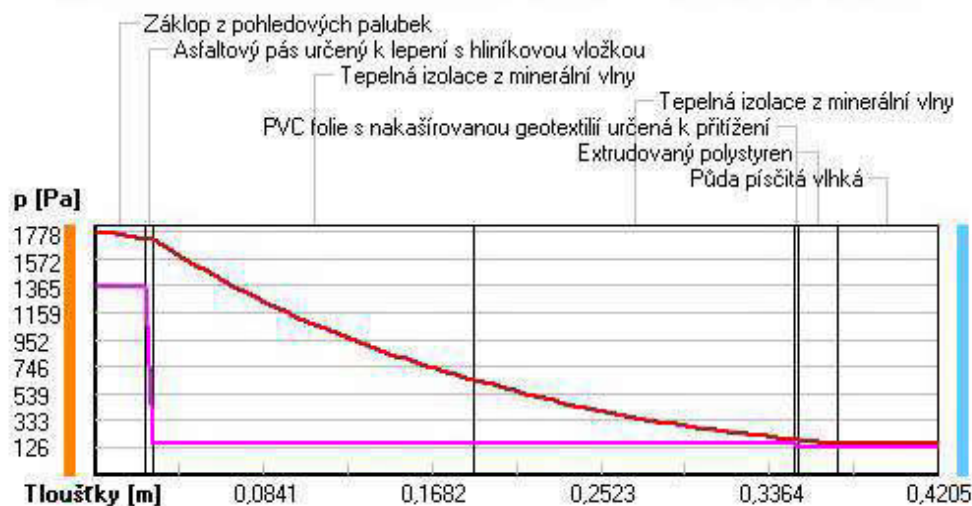
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	15.7	15.2	15.1	0.8	-13.5	-13.5	-15.8	-15.9
p [Pa]:	1363	1360	164	163	163	128	126	126
p,sat [Pa]:	1778	1725	1718	648	189	189	153	152

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.

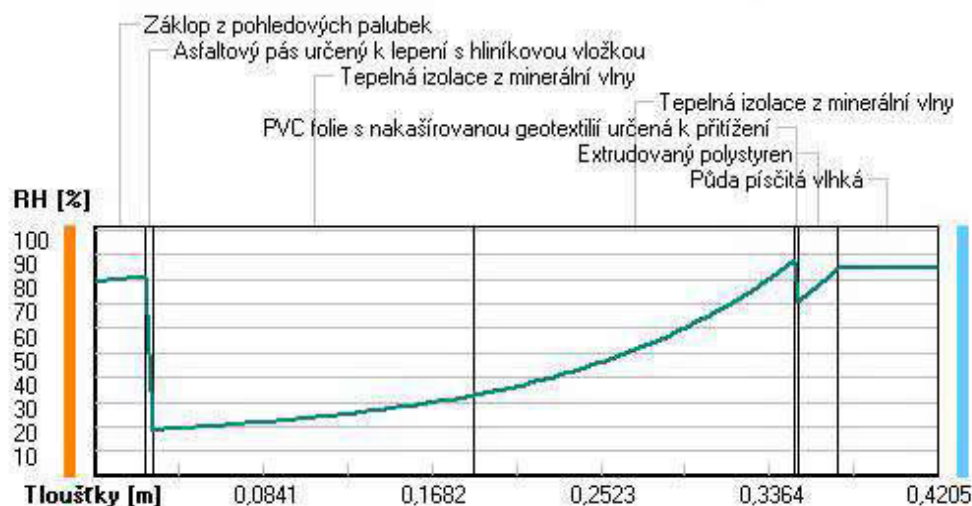
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.425E-0010 kg/(m<sup>2</sup>.s)

### Bilance 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.

### Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok

Číslo	Název	pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Záklop z pohle	---	---	153	122	90
2	Asfaltový pás	---	---	153	122	90
3	Tepelná izolac	365	---	---	---	---
4	Tepelná izolac	---	31	334	---	---
5	PVC folie s na	---	31	334	---	---
6	Extrudovaný po	---	---	334	31	---
7	Půda písčítá v	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude 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 2017**

Název úlohy : **P1\_PODLAHA - tělocvična**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 28.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
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	Litý polyureta	0,0030	0,2500	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
2	Gumová tlumící	0,0070	0,1700	1400,0	1200,0	10000,0	0.0000
3	OSB desky 2 vr	0,0280	0,1300	1700,0	650,0	50,0	0.0000
4	dřevovláknité	0,0220	0,0990*	1402,7	127,1	12,5	0.0000
5	dřevovláknité	0,0220	0,0990*	1402,7	127,1	12,5	0.0000
6	Gumová podložka	0,0100	0,1700	1400,0	1200,0	10000,0	0.0000
7	Roznášecí žele	0,0600	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
8	PE separační f	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	544000,0	0.0000
9	Podlahový exxp	0,1200	0,0360	1270,0	25,0	50,0	0.0000
10	SBS modifikova	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
11	Podkladní beto	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
12 †	Půda písčítá v	2,0000	2,3000	920,0	2000,0	2,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Litý polyuretan	---
2	Gumová tlumící podložka	---
3	OSB desky 2 vrstvy	---
4	dřevovláknité podkladní desky + vzduchová mezera	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.075 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.147 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1100 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0220 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.3000 m
5	dřevovláknité podkladní desky + vzduchová mezera	vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.075 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.147 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1100 m Tloušťka tepelných mostů: 0.0220 m Os. vzdálenost tep. mostů: 0.3000 m
6	Gumová podložka	---
7	Roznášecí železobeton	---
8	PE separační folie	---
9	Podlahový exxpandovaný polystyren pro větší zátěž	---
10	SBS modifikovaný asfaltový pás	---
11	Podkladní betonová vrstva	---
12	Půda písčítá vlhká	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

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

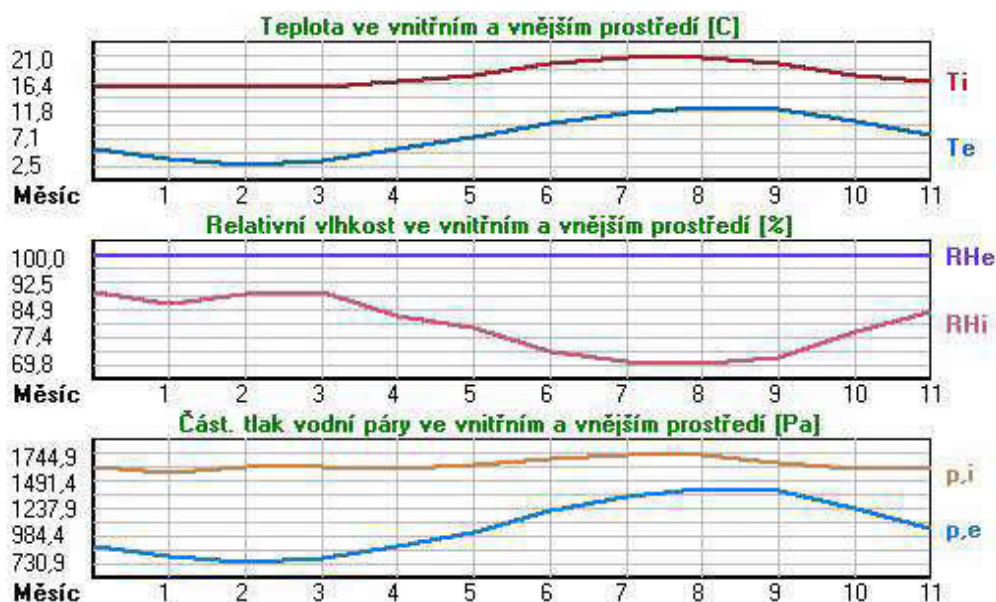


dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : 5.0 °C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 16.0 °C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	16.0	86.6	1573.8	3.4	100.0	779.2
2	28	672	16.0	89.4	1624.6	2.5	100.0	730.9
3	31	744	16.0	89.7	1630.1	3.3	100.0	773.7
4	30	720	17.0	83.3	1613.2	5.1	100.0	878.0
5	31	744	18.0	79.8	1646.1	7.3	100.0	1022.2
6	30	720	20.0	73.1	1708.3	9.8	100.0	1211.0
7	31	744	21.0	70.2	1744.9	11.5	100.0	1356.3
8	31	744	21.0	69.8	1734.9	12.3	100.0	1429.8
9	30	720	20.0	71.5	1670.9	12.0	100.0	1401.8
10	31	744	18.0	78.5	1619.3	10.2	100.0	1243.9
11	30	720	17.0	84.3	1632.6	7.8	100.0	1057.7
12	31	744	16.0	89.8	1631.9	5.2	100.0	884.1

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

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  $R$  : 3.903 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.246 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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  $Z_{pT}$  : 3.0E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 445.0  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si}^*$  podle EN ISO 13786 : 13.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 15.34 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.940

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$			
1	17.2	1.099	13.8	0.823	15.2	0.940	90.9
2	17.8	1.130	14.3	0.871	15.2	0.940	94.2
3	17.8	1.142	14.3	0.867	15.2	0.940	94.2
4	17.6	1.054	14.1	0.760	16.3	0.940	87.2
5	18.0	0.996	14.5	0.669	17.4	0.940	83.1
6	18.6	0.858	15.0	0.513	19.4	0.940	75.9
7	18.9	0.778	15.4	0.407	20.4	0.940	72.7
8	18.8	0.747	15.3	0.342	20.5	0.940	72.1
9	18.2	0.775	14.7	0.337	19.5	0.940	73.7
10	17.7	0.961	14.2	0.514	17.5	0.940	80.9
11	17.8	1.090	14.3	0.710	16.4	0.940	87.3
12	17.8	1.169	14.3	0.845	15.3	0.940	93.6

Poznámka:  $RH_{si}$  je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,  $T_{si}$  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	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	15.6	15.6	15.5	15.1	14.6	14.2	14.0	14.0	14.0	7.1
p [Pa]:	1363	1233	1172	1171	1171	1170	1084	1082	988	982
p,sat [Pa]:	1777	1774	1764	1714	1664	1615	1603	1595	1595	1006

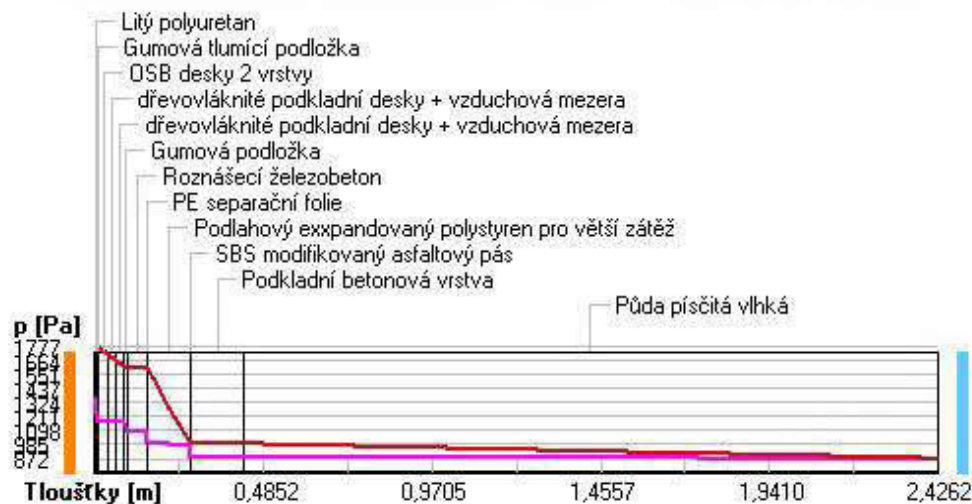
rozhraní:	10-11	11-12	e
theta [C]:	7.0	6.8	5.0
p [Pa]:	878	875	872
p,sat [Pa]:	1003	988	872

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.

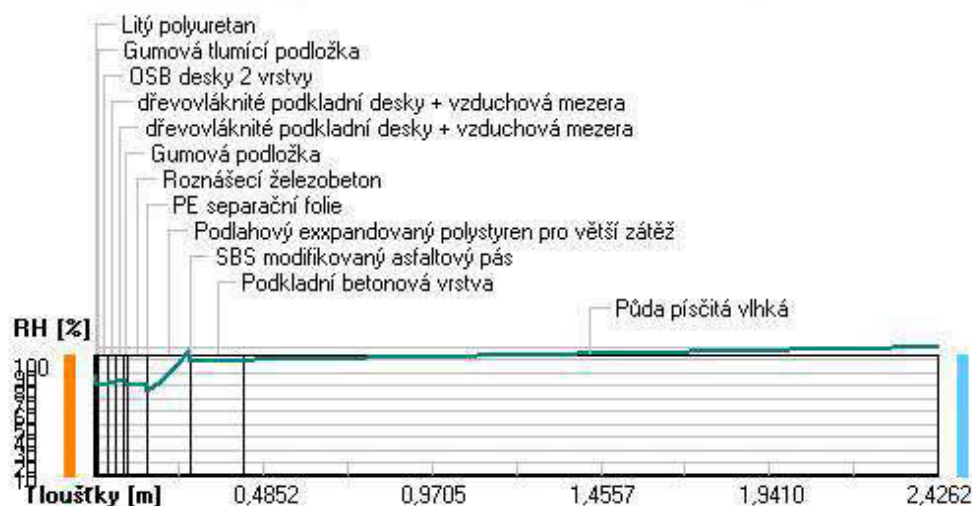
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.735E-0010 kg/(m<sup>2</sup>.s)

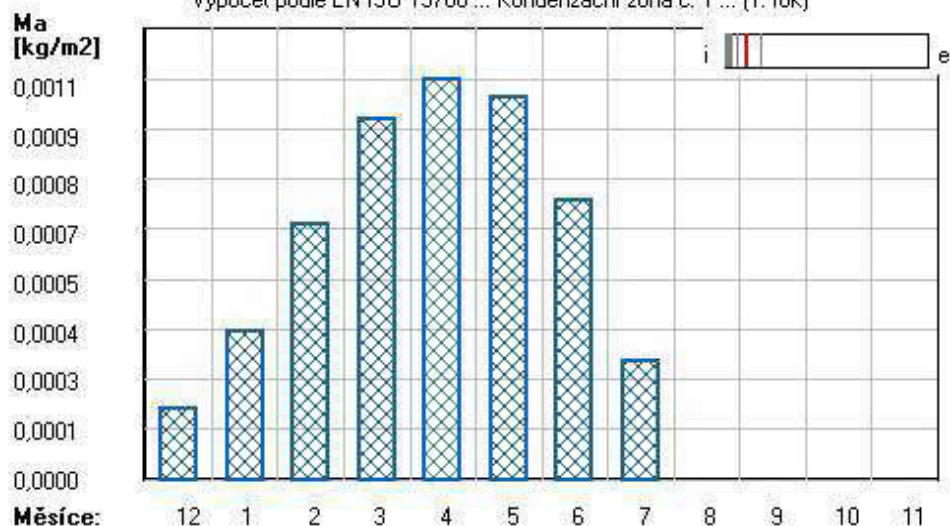
### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m <sup>2</sup> za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m <sup>2</sup> za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m <sup>2</sup> za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
12	0.2722	0.2722	0.0008	0.0006	0.0002	0.0002
1	0.2722	0.2722	0.0008	0.0006	0.0002	0.0004
2	0.2722	0.2722	0.0008	0.0005	0.0003	0.0007
3	0.2722	0.2722	0.0009	0.0006	0.0003	0.0010
4	0.2722	0.2722	0.0007	0.0006	0.0001	0.0011
5	0.2722	0.2722	0.0006	0.0006	-0.0000	0.0010
6	0.2722	0.2722	0.0004	0.0007	-0.0003	0.0008
7	0.2722	0.2722	0.0003	0.0007	-0.0004	0.0003
8	---	---	0.0002	0.0007	-0.0005	0.0000
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0011 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0011 kg/m<sup>2</sup>**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0011 kg/m<sup>2</sup>

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m<sup>2</sup>

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).**

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.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Litý polyureta	---	---	153	122	90
2	Gumová tlumící	---	122	212	31	---
3	OSB desky 2 vr	---	122	243	---	---

4	dřevovláknité	---	31	334	---	---
5	dřevovláknité	---	---	304	61	---
6	Gumová podložk	---	---	304	61	---
7	Roznášecí žele	---	120	245	---	---
8	PE separační f	---	120	245	---	---
9	Podlahový exp	---	---	---	---	365
10	SBS modifikova	---	---	---	---	365
11	Podkladní beto	---	---	---	212	153
12	Půda písčítá v	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřijatelné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
P2 - Podlaha sál a zázemí na terénu	podlaha	3.326	0.286	0.0014	ano	---

## Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017

Název úlohy : **P2 - Podlaha sál a zázemí na terénu**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Diplomová práce  
Datum : 29.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Vlasy z tvrdéh	0,0220	0,2200	2510,0	600,0	157,0	0.0000
2	Lepící vrstva	0,0010	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Samonivelační	0,0050	1,3800	830,0	1745,0	40,0	0.0000
4	Roznášecí beto	0,0500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
5	PE folie	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	500000,0	0.0000
6	Expandovaný po	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	30,0	0.0000
7	SBS modifikova	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	25000,0	0.0000
8 †	Podkladní beto	0,1500	1,3600	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
9 †	Štěrkové lože	0,1500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000
10 †	Původní zemina	2,0000	2,3000	920,0	2000,0	2,0	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.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vlasy z tvrdého odolného dřeva	---
2	Lepící vrstva pro lepení dřevěné podlahy	---
3	Samonivelační vyrovnávací stěrka	---
4	Roznášecí betonová mazanina	---
5	PE folie	---



6	Expandovaný polystyren 150 S	---
7	SBS modifikovaný asfaltový pás	---
8	Podkladní betonová vrstva	---
9	Štěrkové lože	---
10	Původní zemina	---

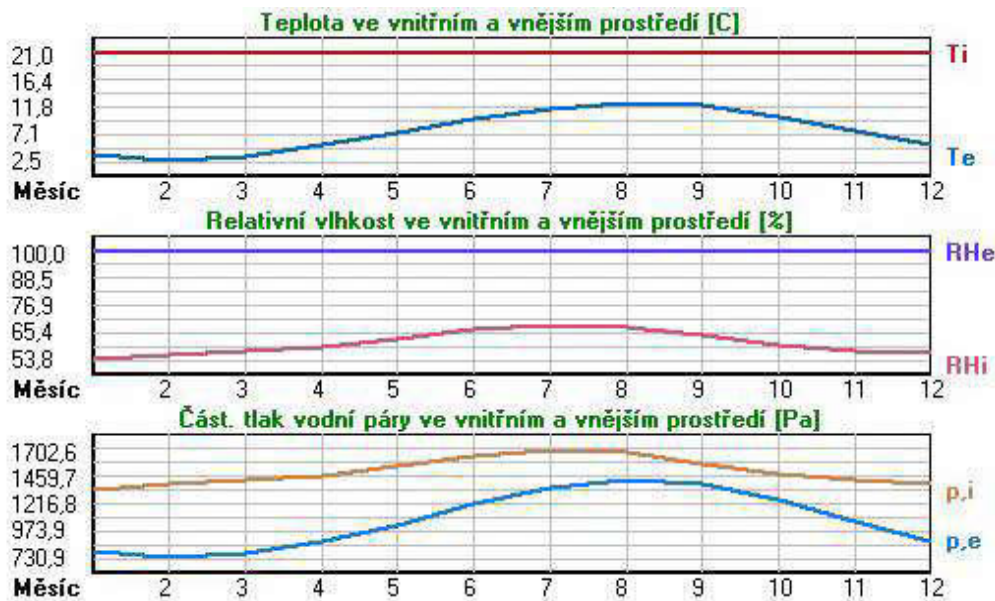
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru $R_{si}$ :	0.17 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{si}$ :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru $R_{se}$ :	0.00 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty $R_{se}$ :	0.00 m <sup>2</sup> K/W

Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $R_{He}$ :	100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $R_{Hi}$ :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHI [%]	PI [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	21.0	53.8	1337.2	3.4	100.0	779.2
2	28	672	21.0	55.9	1389.4	2.5	100.0	730.9
3	31	744	21.0	57.4	1426.7	3.3	100.0	773.7
4	30	720	21.0	59.0	1466.5	5.1	100.0	878.0
5	31	744	21.0	62.8	1560.9	7.3	100.0	1022.2
6	30	720	21.0	66.5	1652.9	9.8	100.0	1211.0
7	31	744	21.0	68.5	1702.6	11.5	100.0	1356.3
8	31	744	21.0	67.9	1687.7	12.3	100.0	1429.8
9	30	720	21.0	63.7	1583.3	12.0	100.0	1401.8
10	31	744	21.0	59.5	1478.9	10.2	100.0	1243.9
11	30	720	21.0	57.4	1426.7	7.8	100.0	1057.7
12	31	744	21.0	56.2	1396.9	5.2	100.0	884.1

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).



Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

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 $R$ :	3.326 m <sup>2</sup> K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce $U$ :	<b>0.286 W/m<sup>2</sup>K</b>

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub>: 0.31 / 0.34 / 0.39 / 0.49 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>p</sub>T : 1.2E+0012 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 67.2  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 6.0 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> : 19.88 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.930  
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

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> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.7	0.642	11.3	0.448	19.8	0.930	58.0
2	15.3	0.692	11.9	0.506	19.7	0.930	60.5
3	15.7	0.701	12.3	0.507	19.8	0.930	62.0
4	16.1	0.694	12.7	0.477	19.9	0.930	63.2
5	17.1	0.717	13.6	0.463	20.0	0.930	66.6
6	18.0	0.734	14.5	0.422	20.2	0.930	69.8
7	18.5	0.737	15.0	0.367	20.3	0.930	71.4
8	18.4	0.696	14.8	0.293	20.4	0.930	70.5
9	17.3	0.594	13.9	0.207	20.4	0.930	66.2
10	16.3	0.562	12.8	0.242	20.2	0.930	62.3
11	15.7	0.599	12.3	0.338	20.1	0.930	60.8
12	15.4	0.644	11.9	0.427	19.9	0.930	60.2

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	9-10	e
theta [C]:	20.5	20.1	20.1	20.1	20.0	20.0	9.0	8.9	8.5	7.8	5.0
p [Pa]:	1367	1359	1359	1358	1356	1129	1121	894	886	881	872
p,sat [Pa]:	2403	2356	2355	2353	2337	2337	1144	1140	1113	1058	872

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.

### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách





### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 4.538E-0010 kg/(m<sup>2</sup>.s)

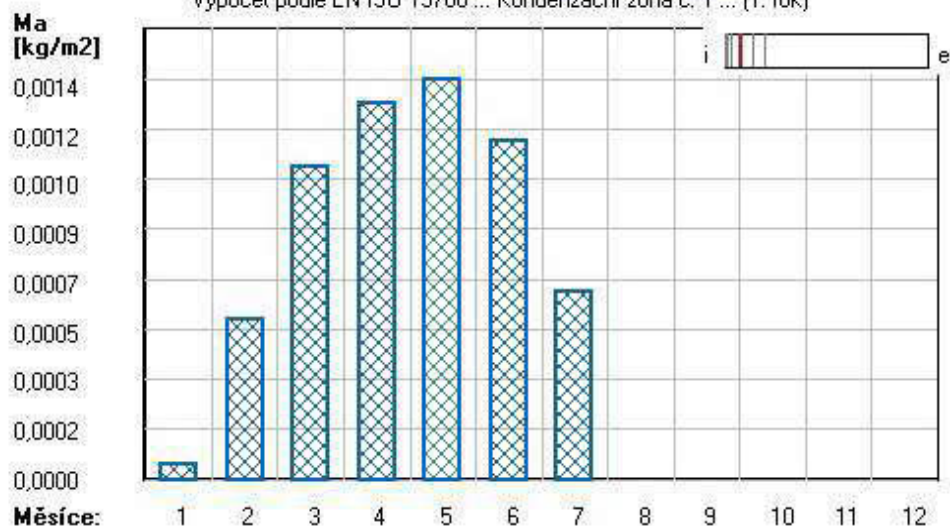
### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m <sup>2</sup> za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m <sup>2</sup> za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m <sup>2</sup> za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
1	0.1982	0.1982	0.0014	0.0013	0.0000	0.0001
2	0.1982	0.1982	0.0017	0.0012	0.0005	0.0005
3	0.1982	0.1982	0.0019	0.0013	0.0005	0.0011
4	0.1982	0.1982	0.0015	0.0013	0.0002	0.0013
5	0.1982	0.1982	0.0014	0.0013	0.0001	0.0014
6	0.1982	0.1982	0.0009	0.0012	-0.0002	0.0011
7	0.1982	0.1982	0.0006	0.0011	-0.0005	0.0006
8	---	---	0.0002	0.0011	-0.0008	0.0000
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---
12	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0014 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0014 kg/m<sup>2</sup>**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0014 kg/m<sup>2</sup>

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m<sup>2</sup>

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).**

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.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Vlasy z tvrdéh	120	214	31	---	---
2	Lepicí vrstva	120	214	31	---	---
3	Samonivelační	120	214	31	---	---

4	Roznášecí beto	90	244	31	---	---
5	PE folie	90	244	31	---	---
6	Expandovaný po	---	---	---	---	365
7	SBS modifikova	---	---	---	---	365
8	Podkladní beto	---	---	151	214	---
9	Štěrkové lože	---	---	---	273	92
10	Původní zemina	---	---	---	---	365

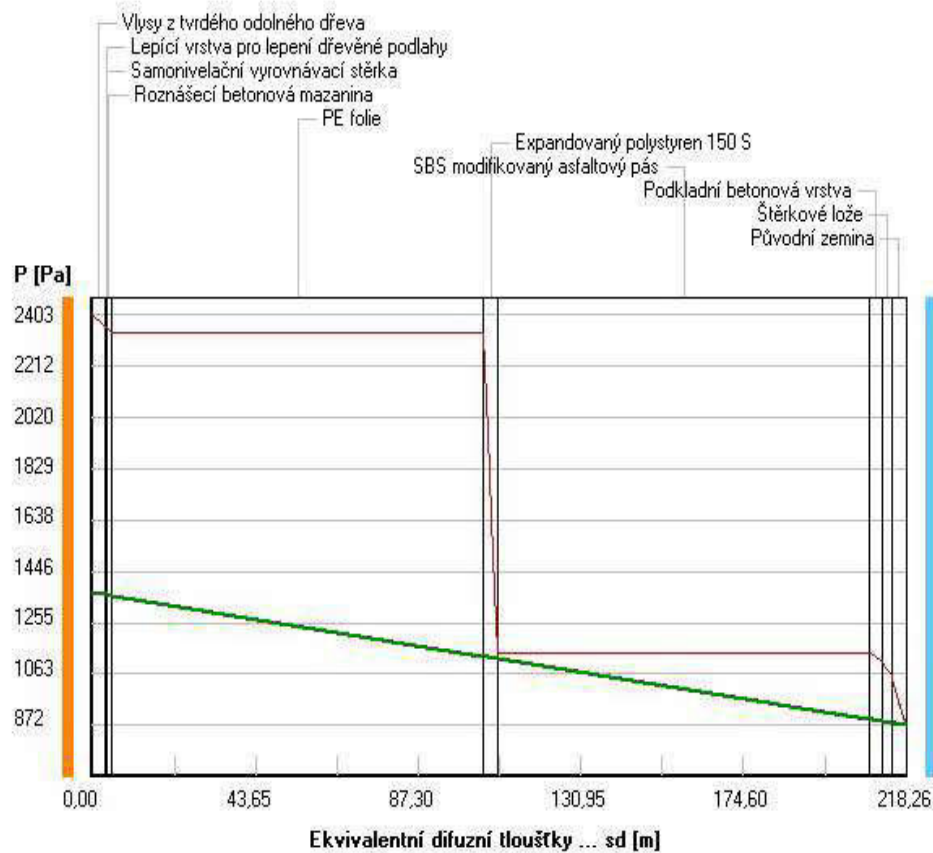
Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

## Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



### LEGENDA:

P2 - PODLAHA SÁL A...

Rozložení tlaků:

Okrajové podmínky:

Interiér 21,0 C

55,0 %

Exteriér 5,0 C

100,0 %



# SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
P3 - PODLAHA - Hygienické zázemí + komunikace	podlaha	3.247	0.293	0.0009	ne	---

## Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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 2017**

Název úlohy : **P3 - PODLAHA - Hygienické zázemí + komunikace**  
Zpracovatel : Bc. Kryštof Hocke  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 29.11.2023

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	300,0	0.0000
2	lepící a stěrk	0,0005	0,8000	900,0	1690,0	20,0	0.0000
3	samonivelační	0,0050	1,3800	830,0	1745,0	40,0	0.0000
4	Roznášecí beto	0,0500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
5	PE folie	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	500000,0	0.0000
6	EPS 150 S Stab	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	30,0	0.0000
7	SBS modifikova	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	25000,0	0.0000
8 †	Podkladní beto	0,1500	1,3600	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
9 †	Štěrkové lože	0,1500	0,6500	800,0	1650,0	15,0	0.0000
10 †	Půda písčítá v	2,0000	2,3000	920,0	2000,0	2,0	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.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	lepící a stěrková hmota	---
3	samonivelační stěrka	---
4	Roznášecí betonová vrstva	---
5	PE folie	---
6	EPS 150 S Stabil	---
7	SBS modifikovaný asfaltový pás	---

8	Podkladní betonová vrstva	---
9	Štěrkové lože	---
10	Půda písčitá vlhká	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

#### Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Dlažba keramic	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	lepící a stěrk	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	samonivelační	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Roznášecí beto	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	PE folie	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	EPS 150 S Stab	---	0.00	0.00	0.00	ne
7	SBS modifikova	---	0.00	0.00	0.00	ne
8	Podkladní beto	---	0.00	0.00	0.00	ne
9	Štěrkové lože	---	0.00	0.00	0.00	ne
10	Půda písčitá v	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

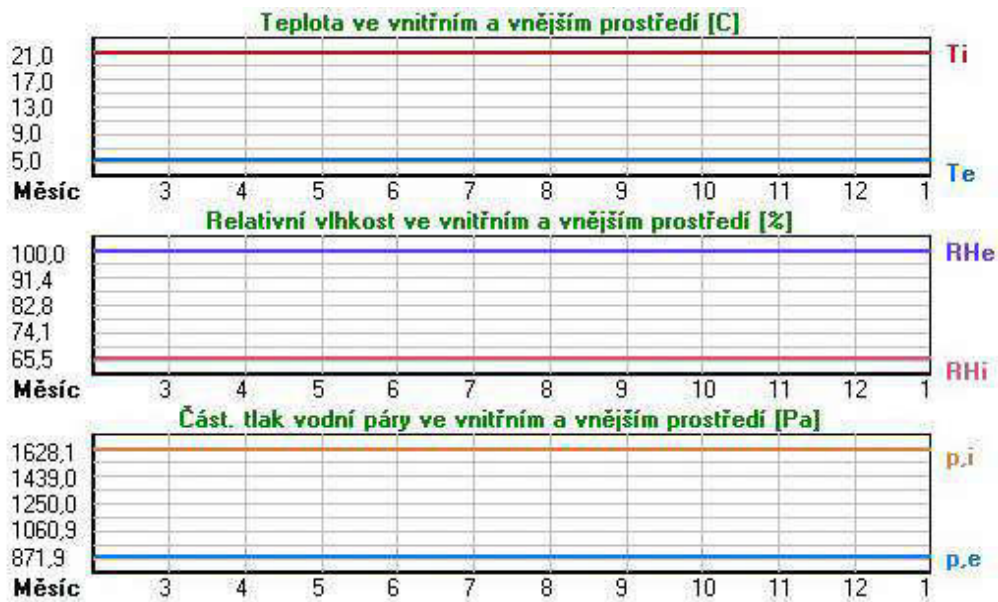
#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
2	28	672	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
3	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
4	30	720	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
5	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
6	30	720	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
7	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
8	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
9	30	720	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
10	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
11	30	720	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9
12	31	744	21.0	65.5	1628.1	5.0	100.0	871.9

Poznámka: Tai, RH*i* 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  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

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  $R$  : 3.247 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.293 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.31 / 0.34 / 0.39 / 0.49 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  $Z_{pT}$  : 1.2E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 46.2

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 5.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{s,p}$  : 19.86 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.929**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

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	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
2	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
3	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
4	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
5	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
6	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
7	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
8	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
9	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
10	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
11	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3
12	17.8	0.799	14.3	0.581	19.9	0.929	70.3

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	6-7	7-8	8-9	9-10	e
theta [C]:	20.4	20.4	20.4	20.4	20.3	20.3	9.0	9.0	8.6	7.9	5.0
p [Pa]:	1367	1360	1360	1360	1357	1130	1121	894	886	881	872
p,sat [Pa]:	2402	2397	2397	2395	2378	2378	1150	1145	1118	1061	872

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.



## Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



# Část tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



# Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



**Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.**

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 4.550E-0010 kg/(m<sup>2</sup>.s)

**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**

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
 Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
2	0.1857	0.1857	0.0021	0.0012	0.0009	0.0009
3	0.1857	0.1857	0.0024	0.0014	0.0010	0.0009
4	0.1857	0.1857	0.0023	0.0013	0.0010	0.0009
5	0.1857	0.1857	0.0024	0.0014	0.0010	0.0009
6	0.1857	0.1857	0.0023	0.0013	0.0010	0.0009
7	0.1857	0.1857	0.0024	0.0014	0.0010	0.0009
8	0.1857	0.1857	0.0024	0.0014	0.0010	0.0009
9	0.1857	0.1857	0.0023	0.0013	0.0010	0.0009
10	0.1857	0.1857	0.0024	0.0014	0.0010	0.0009
11	0.1857	0.1857	0.0023	0.0013	0.0010	0.0009
12	0.1857	0.1857	0.0024	0.0014	0.0010	0.0009
1	0.1857	0.1857	0.0023	0.0013	0.0010	0.0009

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0009 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0000 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0000 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

**Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. Mc,a > 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.

**Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):**

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Dlažba keramic	---	365	---	---	---
2	lepící a stěrka	---	365	---	---	---
3	samonivelační	---	365	---	---	---
4	Roznášecí beto	---	365	---	---	---
5	PE folie	---	365	---	---	---
6	EPS 150 S Stab	---	---	---	---	365
7	SBS modifikova	---	---	---	---	365
8	Podkladní beto	---	---	365	---	---
9	Štěrkové lože	---	---	---	365	---
10	Půda písčita v	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.



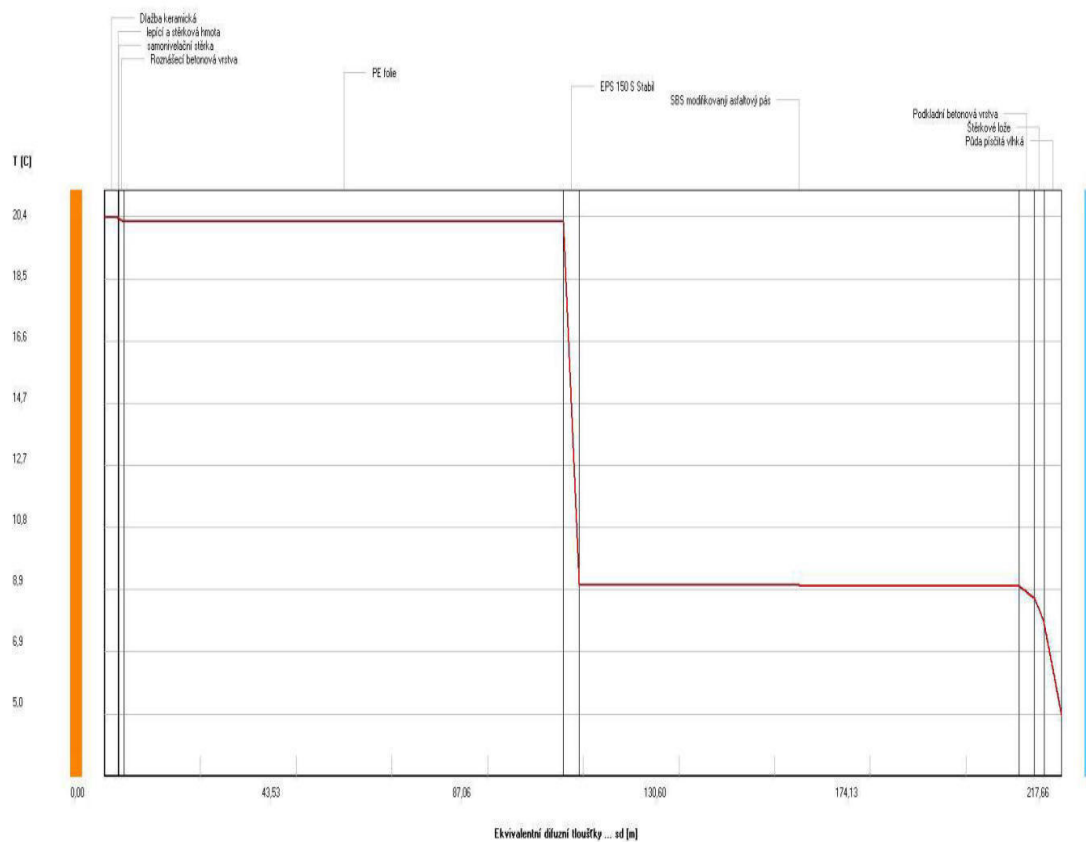
Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software**

# Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



## LEGENDA:

P3 - PODLAHA - HYG...

Rozložení teplot

Okrajové podmínky:

Interiér:  $T_{in}=21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $RH_{in}=55.0\text{ \%}$   
 $R_{si}=0.17\text{ m}^2\text{K/W}$

Exteriér:  $T_{e}=5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $RH_{e}=100.0\text{ \%}$   
 $R_{se}=0.00\text{ m}^2\text{K/W}$

