



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ**

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## **PRÍLOHA Č. 1 – VÝPOČET TEPLOTECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ KONŠTRUKCÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Jakub Neuner**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. KAREL ŠUHAJDA, Ph.D.**

**BRNO 2018**

## Obsah

S1: Obvodová stena .....	4
S2: Obvodová stena .....	8
S3.a: Obvodová stena pod terénom .....	12
S4: Vnúťorná nosná stena (byt/komunikačný priestor) .....	16
S8: Vnúťorná nosná stena 1PP .....	20
P2: Podlaha 1NP .....	24
P5: Podlaha 1NP (Vstupný priestor) .....	26
P9: Strecha .....	29
P10: Strecha .....	33
P11: Podlaha na teréne .....	37

# SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

**TeplO 2017 EDU** 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: Obvodová stena...	stěna	8.948	0.110	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S2: Obvodová stena...	stěna	7.362	0.133	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S3.a: Obvodová stena p...	stěna	5.206	0.187	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S4: Vnútorná nosná ste...	stěna	2.379	0.379	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S8: Vnútorná nosná ste...	stěna	2.908	0.325	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
P2: Podlaha 1NP...	podlaha	3.183	0.298	---	---	4.57
P5: Podlaha 1NP (Vstup...	podlaha	2.452	0.358	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
P9: Strecha...	střecha	9.610	0.103	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
P10: Strecha...	střecha	9.028	0.109	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
P11: Podlaha na teréne...	podlaha	2.983	0.317	0.1107	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 EDU

## S1: Obvodová stena

Zpracovatel : Jakub Neuner  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 09. 02. 20

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější dvouplášťová  
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	SAdrová omietka	0,0150	0,7000	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Sádrovláknitá	0,0150	0,4000	1100,0	1200,0	16,0	0.0000
3	Minerální vlna	0,0500	0,0350	840,0	19,5	1,0	0.0000
4	CLT panel	0,1200	0,1300	1600,0	480,0	157,0	0.0000
5	Minerální vlna	0,3000	0,0350	800,0	50,0	1,0	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	SAdrová omietka	---
2	Sádrovláknitá doska	---
3	Minerální vlna	---
4	CLT panel	---
5	Minerální vlna	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 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	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	-0.3	80.5	479.4
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	3.8	79.2	634.8
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	9.0	76.8	881.2
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	13.9	73.6	1168.3
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	17.0	70.9	1373.1

7	31	744	20.6	71.3	1729.1	18.5	69.3	1475.1
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	18.1	69.8	1448.9
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	14.3	73.3	1194.1
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	9.1	76.7	886.1
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	3.5	79.3	622.3
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> 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 : 8.948 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.110 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.13 / 0.16 / 0.21 / 0.31 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> : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1548.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 15.1 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> : 19.64 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.973

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	11.2	0.594	7.9	0.450	20.0	0.973	45.6
2	12.2	0.600	8.9	0.440	20.0	0.973	48.7
3	13.2	0.559	9.8	0.358	20.1	0.973	51.4
4	14.8	0.497	11.4	0.203	20.3	0.973	56.5
5	16.7	0.422	13.3	-----	20.4	0.973	63.5
6	18.1	0.307	14.6	-----	20.5	0.973	68.9
7	18.7	0.117	15.2	-----	20.5	0.973	71.6
8	18.6	0.195	15.1	-----	20.5	0.973	70.9
9	16.9	0.413	13.4	-----	20.4	0.973	64.2
10	14.8	0.496	11.4	0.199	20.3	0.973	56.6
11	13.1	0.561	9.7	0.364	20.1	0.973	51.1
12	12.1	0.600	8.8	0.442	20.0	0.973	48.3

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.

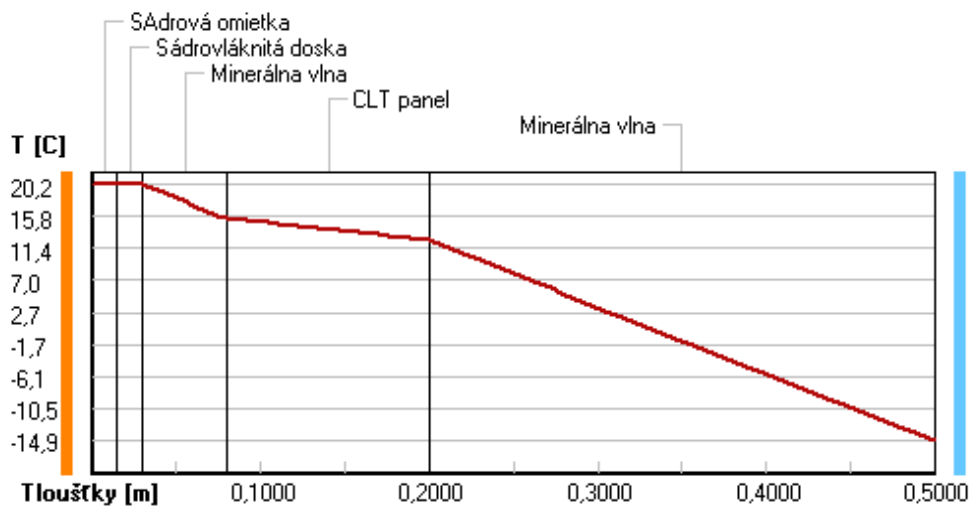
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

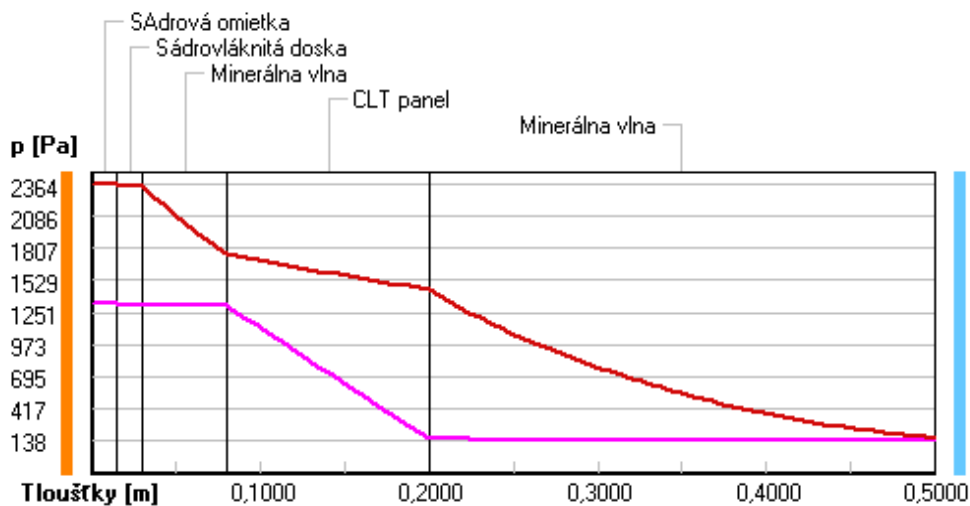
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.2	20.1	20.0	15.4	12.5	-14.9
p [Pa]:	1334	1325	1310	1307	157	138
p,sat [Pa]:	2364	2354	2337	1753	1448	167

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.

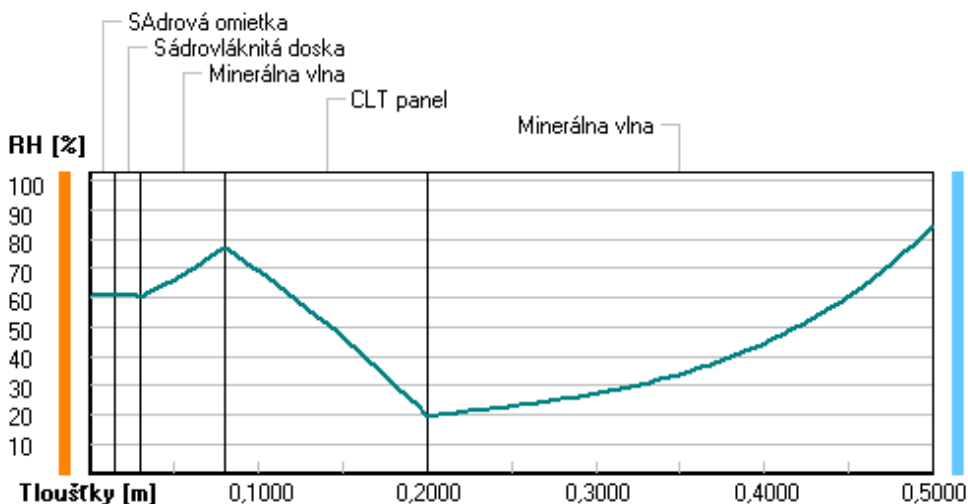
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 1.221E-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	SÁdrová omietka	212	91	62	---	---
2	SÁdrovláknitá	212	91	62	---	---
3	Minerální vlna	151	122	92	---	---
4	CLT panel	151	122	92	---	---
5	Minerální vlna	---	62	213	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.**

## S2: Obvodová stena

Zpracovatel : Jakub Neuner  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 09. 02. 20

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější dvouplášťová  
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	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Minerální vlna	0,3000	0,0350	800,0	50,0	1,0	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	Železobeton	---
2	Minerální vlna	---

#### 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 : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	-0.3	80.5	479.4
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	3.8	79.2	634.8
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	9.0	76.8	881.2
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	13.9	73.6	1168.3
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	17.0	70.9	1373.1
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	18.5	69.3	1475.1
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	18.1	69.8	1448.9
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	14.3	73.3	1194.1
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	9.1	76.7	886.1
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	3.5	79.3	622.3
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHl 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 :



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

Tepeľný odpor konstrukce R : 7.362 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.133 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 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> : 3.2E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 591.0  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.3 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> : 19.44 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.967  
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	11.2	0.594	7.9	0.450	19.8	0.967	46.0
2	12.2	0.600	8.9	0.440	19.9	0.967	49.0
3	13.2	0.559	9.8	0.358	20.1	0.967	51.7
4	14.8	0.497	11.4	0.203	20.2	0.967	56.7
5	16.7	0.422	13.3	-----	20.4	0.967	63.7
6	18.1	0.307	14.6	-----	20.5	0.967	69.0
7	18.7	0.117	15.2	-----	20.5	0.967	71.6
8	18.6	0.195	15.1	-----	20.5	0.967	71.0
9	16.9	0.413	13.4	-----	20.4	0.967	64.3
10	14.8	0.496	11.4	0.199	20.2	0.967	56.8
11	13.1	0.561	9.7	0.364	20.0	0.967	51.4
12	12.1	0.600	8.8	0.442	19.9	0.967	48.6

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.

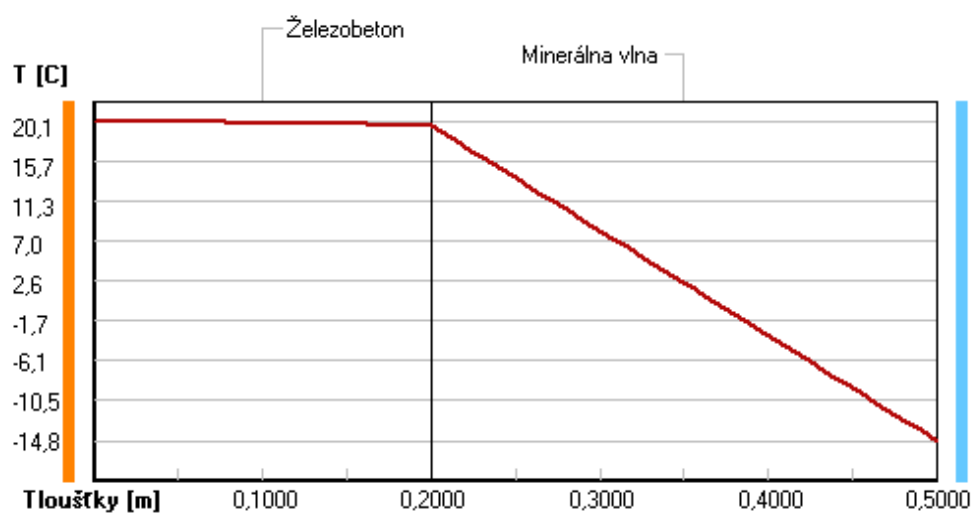
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

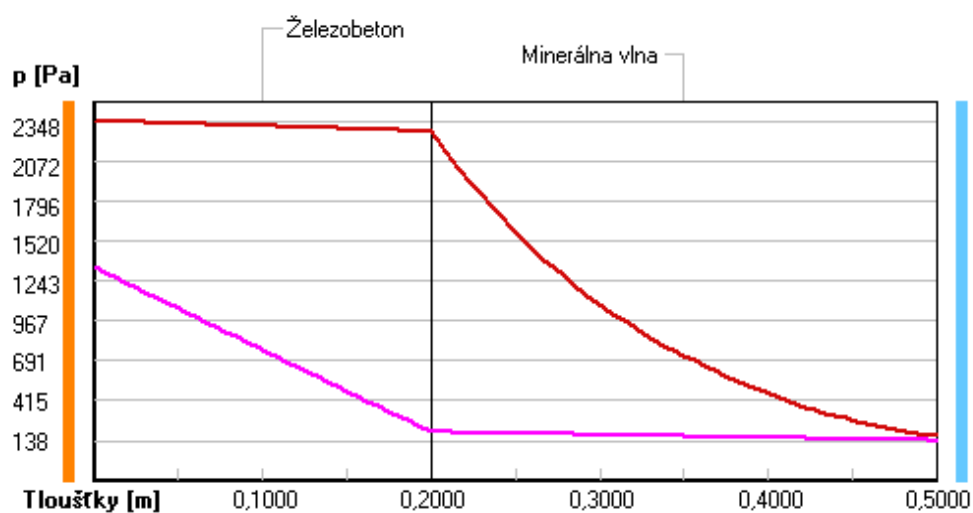
rozhraní:	i	1-2	e
theta [C]:	20.1	19.6	-14.8
p [Pa]:	1334	197	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2348	2275	167

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.

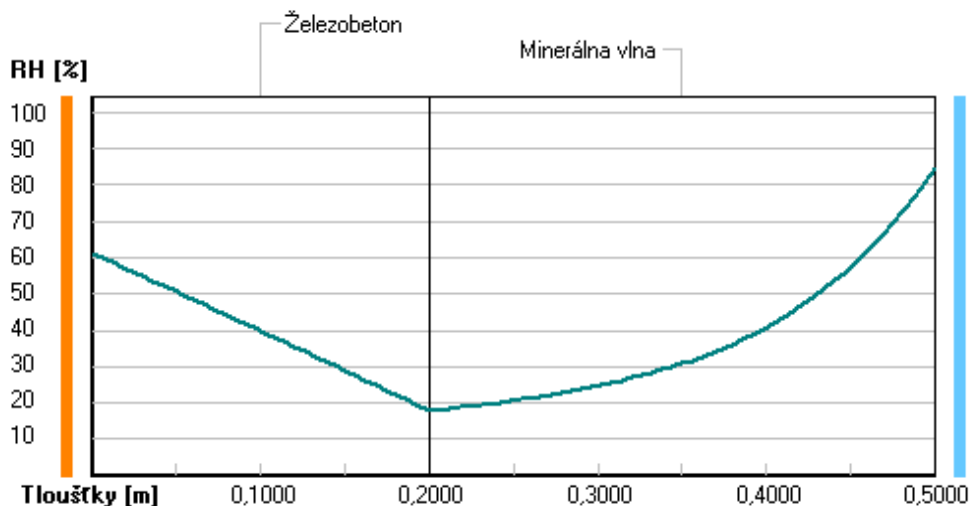
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 3.920E-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	Železobeton	212	91	62	---	---
2	Minerální vlna	---	62	241	62	---

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.**

Teplu 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

### S3.b: Obvodová stena pod terénom

Zpracovatel : Jakub Neuner  
Zakázka : Bakalárska práca  
Datum : 09. 02. 20

#### 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	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Fatrafol 810	0,0010	0,3500	1470,0	1313,0	24000,0	0.0000
3	BASF Styrodur	0,2000	0,0350	1270,0	33,0	100,0	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	Železobeton	---
2	Fatrafol 810	---
3	BASF Styrodur 3035 CS	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 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 : 6.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
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	20.6	43.9	1064.6	4.0	100.0	812.8
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	3.1	100.0	762.8
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	4.2	100.0	824.4
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	6.2	100.0	947.6
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	8.8	100.0	1132.0
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	11.3	100.0	1338.4
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	12.8	100.0	1477.5
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	13.6	100.0	1556.7
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	13.4	100.0	1536.6
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	11.5	100.0	1356.3
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	8.9	100.0	1139.7
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	6.1	100.0	941.1

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla 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 : 5.206 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.187 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 akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 325.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.1 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> : 19.93 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.954**

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	11.2	0.435	7.9	0.235	19.8	0.954	46.0
2	12.2	0.523	8.9	0.332	19.8	0.954	49.4
3	13.2	0.548	9.8	0.343	19.8	0.954	52.4
4	14.8	0.595	11.4	0.358	19.9	0.954	57.7
5	16.7	0.672	13.3	0.378	20.1	0.954	64.9
6	18.1	0.732	14.6	0.355	20.2	0.954	70.3
7	18.7	0.762	15.2	0.311	20.2	0.954	72.9
8	18.6	0.712	15.1	0.210	20.3	0.954	72.0
9	16.9	0.487	13.4	0.005	20.3	0.954	64.8
10	14.8	0.363	11.4	-----	20.2	0.954	56.9
11	13.1	0.359	9.7	0.071	20.1	0.954	51.4
12	12.1	0.415	8.8	0.184	19.9	0.954	48.6

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.

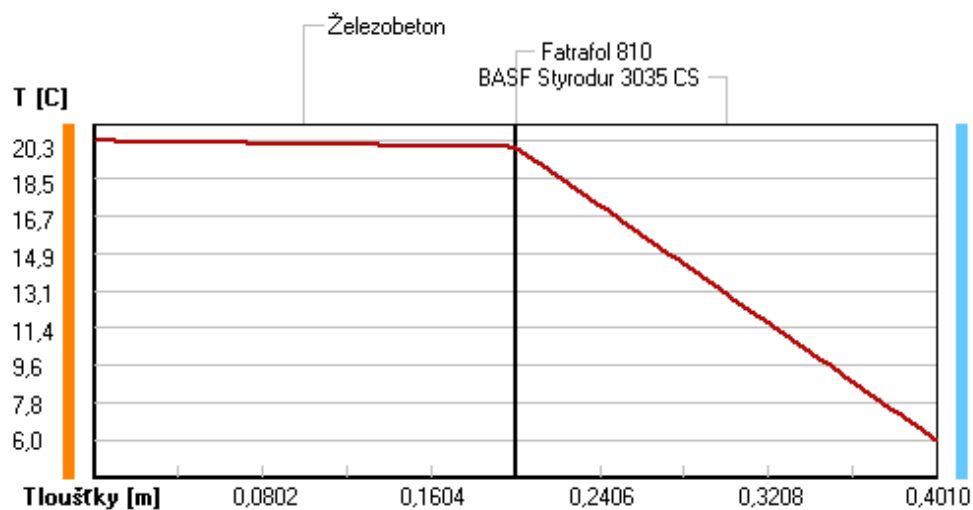
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

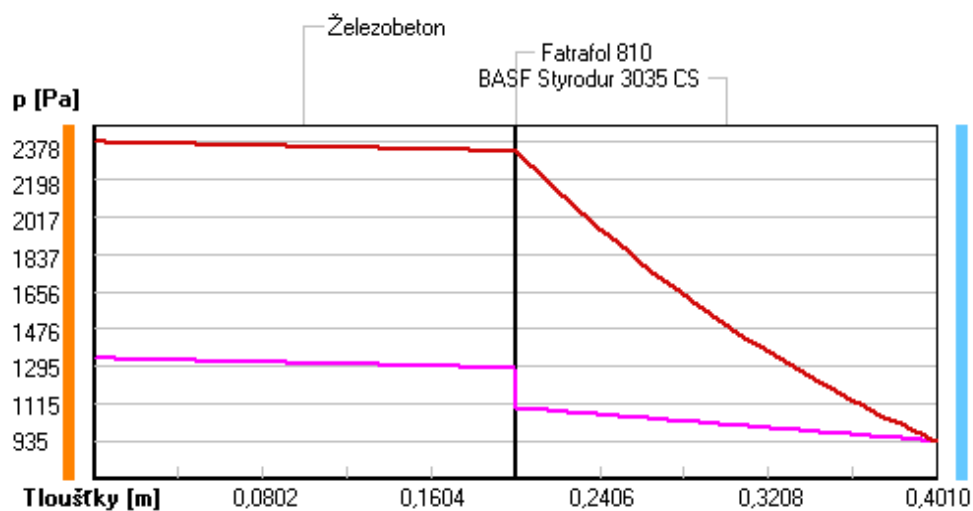
rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	20.3	20.0	20.0	6.0
p [Pa]:	1334	1287	1095	935
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2378	2333	2332	935

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.

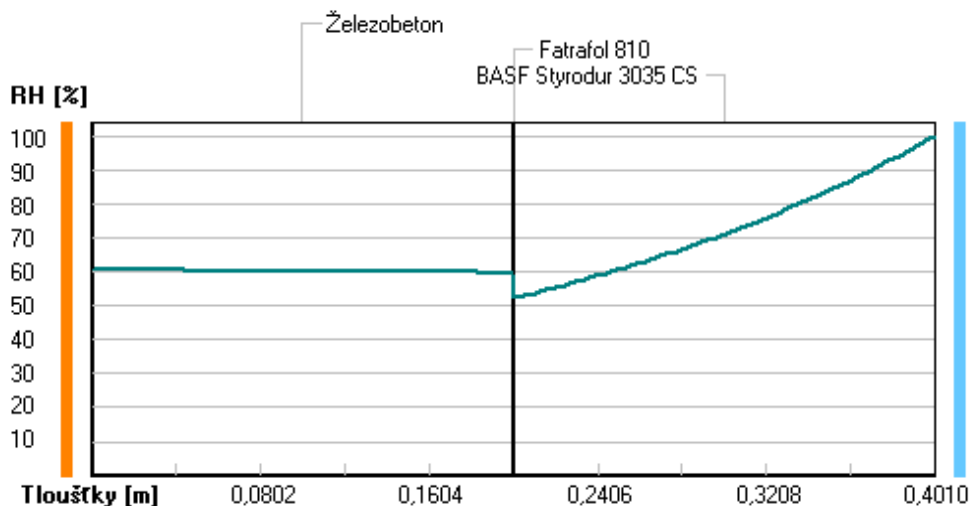
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 1.603E-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	Železobeton	212	91	62	---	---
2	Fatrafol 810	212	91	62	---	---
3	BASF Styrodur	---	---	---	---	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 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

#### S4: Vnútorná nosná stena (byt/komunikačný priestor)

Zpracovatel : Jakub Neuner  
Zakázka : Bakalárska práca  
Datum : 18. 05. 20

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnotené konstrukce : Stěna vnitřní  
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	Sádrová omietka	0,0150	0,7000	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Sádrovláknitá	0,0150	0,4000	1100,0	1200,0	16,0	0.0000
3	Minerálna vlna	0,0500	0,0350	840,0	19,5	1,0	0.0000
4	CLT panel	0,1200	0,1300	1600,0	480,0	157,0	0.0000
5	Železobeton	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	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	Sádrová omietka	---
2	Sádrovláknitá doska	---
3	Minerálna vlna	---
4	CLT panel	---
5	Železobeton	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.13 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	43.9	1064.6	15.0	50.0	852.2
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	15.0	53.2	906.7
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	15.0	54.0	920.4
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	15.0	56.6	964.7
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	15.0	61.2	1043.1
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	15.0	65.1	1109.6
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	15.0	67.1	1143.7
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	15.0	66.7	1136.8
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	15.0	61.7	1051.6
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	15.0	56.6	964.7
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	15.0	53.9	918.7
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	15.0	52.7	898.2

Poznámka: Tai, RHl 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 : 2.379 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.379 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.40 / 0.43 / 0.48 / 0.58 W/m<sup>2</sup>K

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

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.3E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 352.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 15.5 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> : 20.09 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.909

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	11.2	-----	7.9	-----	20.1	0.909	45.3
2	12.2	-----	8.9	-----	20.1	0.909	48.5
3	13.2	-----	9.8	-----	20.1	0.909	51.6
4	14.8	-----	11.4	-----	20.1	0.909	57.2
5	16.7	0.309	13.3	-----	20.1	0.909	64.8
6	18.1	0.555	14.6	-----	20.1	0.909	70.7
7	18.7	0.669	15.2	0.040	20.1	0.909	73.6
8	18.6	0.641	15.1	0.013	20.1	0.909	72.8
9	16.9	0.340	13.4	-----	20.1	0.909	65.5
10	14.8	-----	11.4	-----	20.1	0.909	57.3
11	13.1	-----	9.7	-----	20.1	0.909	51.3
12	12.1	-----	8.8	-----	20.1	0.909	48.1

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

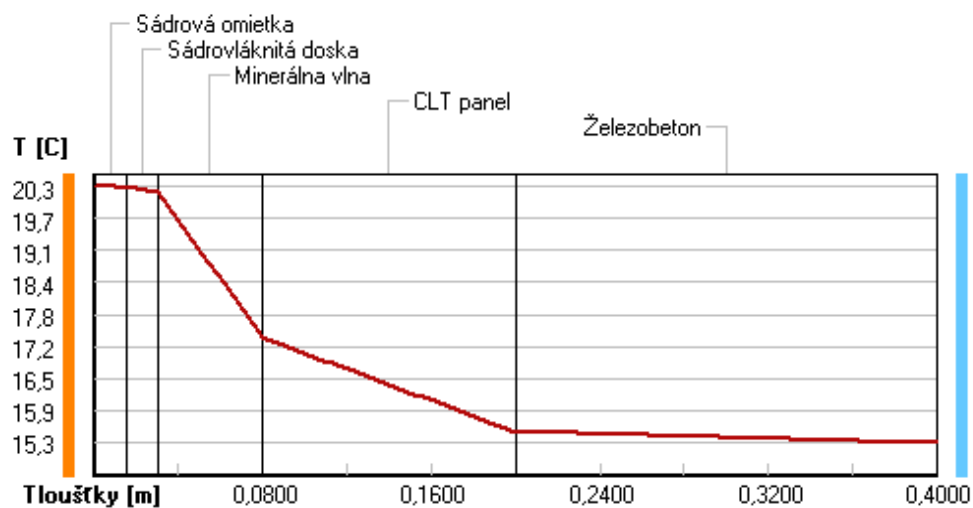
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

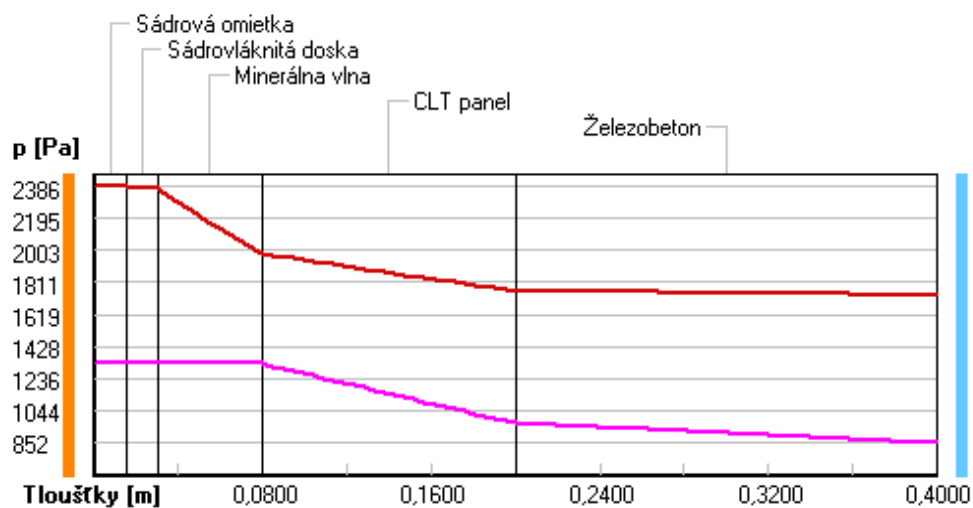
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.3	20.3	20.2	17.3	15.5	15.3
p [Pa]:	1334	1331	1327	1326	972	852
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2386	2380	2369	1980	1759	1733

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.

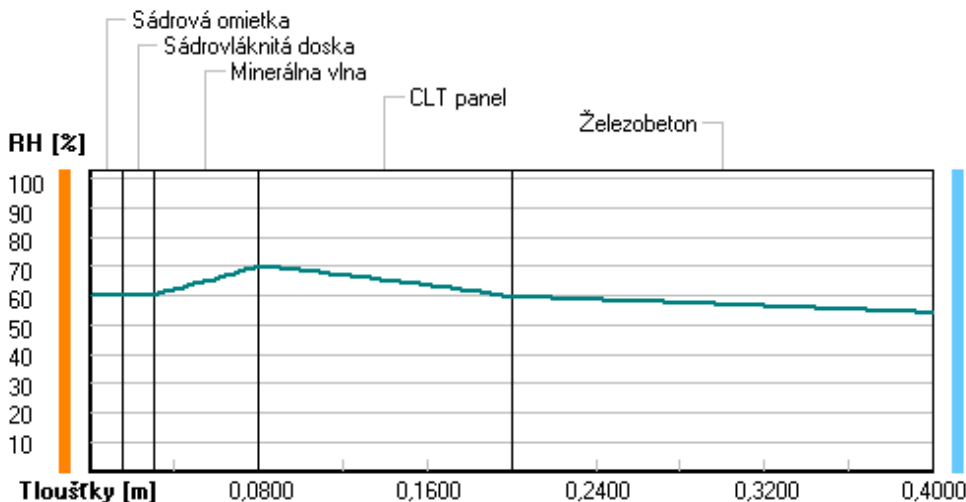
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 3.751E-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	Sádrová omietka	212	91	62	---	---
2	Sádroláknitá	212	91	62	---	---
3	Minerální vlna	90	122	61	92	---
4	CLT panel	90	122	61	92	---
5	Železobeton	151	122	92	---	---

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.

**S8: Vnútorná nosná stena 1PP**

Zpracovatel : Jakub Neuner  
 Zakázka : Bakalárska práca  
 Datum : 18. 05. 20

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 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	Železobeton	0,4000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Tepelná izolác	0,1000	0,0350	800,0	50,0	1,0	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	Železobeton	---
2	Tepelná izolácia	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 10.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 15.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	-0.3	80.5	479.4
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	3.8	79.2	634.8
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	9.0	76.8	881.2
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	13.9	73.6	1168.3
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	17.0	70.9	1373.1
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	18.5	69.3	1475.1
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	18.1	69.8	1448.9
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	14.3	73.3	1194.1
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	9.1	76.7	886.1
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	3.5	79.3	622.3
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHl 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 : 2.908 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.325 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.34 / 0.37 / 0.42 / 0.52 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> : 6.2E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 682.4  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.1 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> : 0.922  
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	11.2	0.594	7.9	0.450	18.8	0.922	49.1
2	12.2	0.600	8.9	0.440	19.0	0.922	52.0
3	13.2	0.559	9.8	0.358	19.3	0.922	54.2
4	14.8	0.497	11.4	0.203	19.7	0.922	58.6
5	16.7	0.422	13.3	-----	20.1	0.922	64.9
6	18.1	0.307	14.6	-----	20.3	0.922	69.7
7	18.7	0.117	15.2	-----	20.4	0.922	72.0
8	18.6	0.195	15.1	-----	20.4	0.922	71.5
9	16.9	0.413	13.4	-----	20.1	0.922	65.5
10	14.8	0.496	11.4	0.199	19.7	0.922	58.7
11	13.1	0.561	9.7	0.364	19.3	0.922	54.0
12	12.1	0.600	8.8	0.442	18.9	0.922	51.6

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.

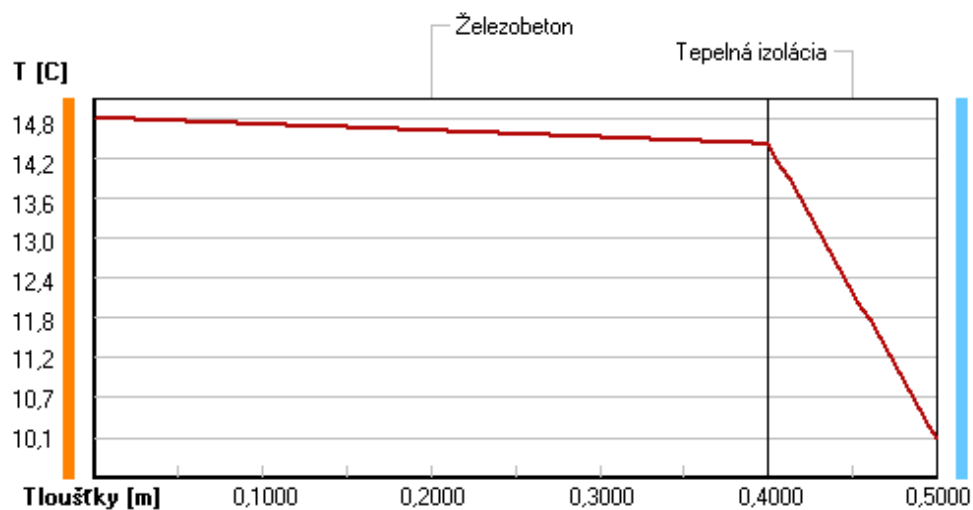
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

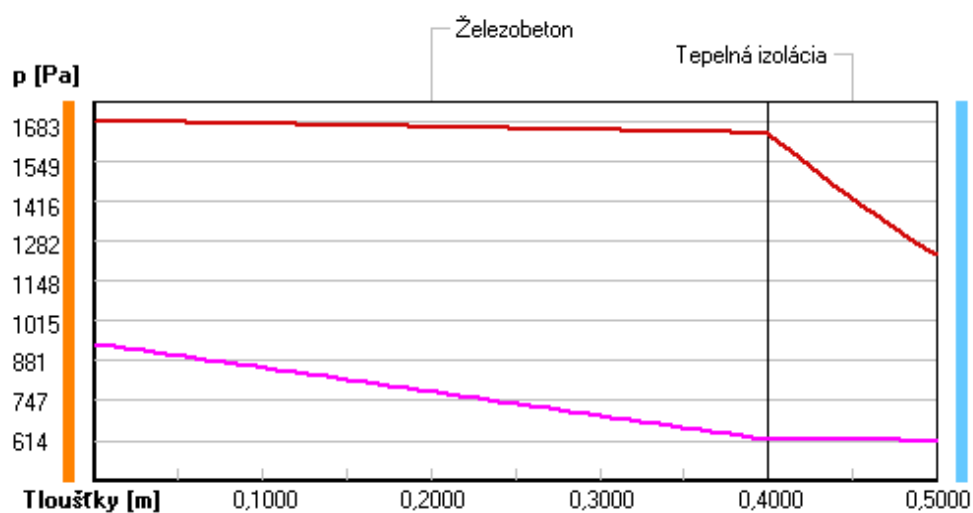
rozhraní:	i	1-2	e
theta [C]:	14.8	14.4	10.1
p [Pa]:	937	616	614
p <sub>sat</sub> [Pa]:	1683	1641	1232

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.

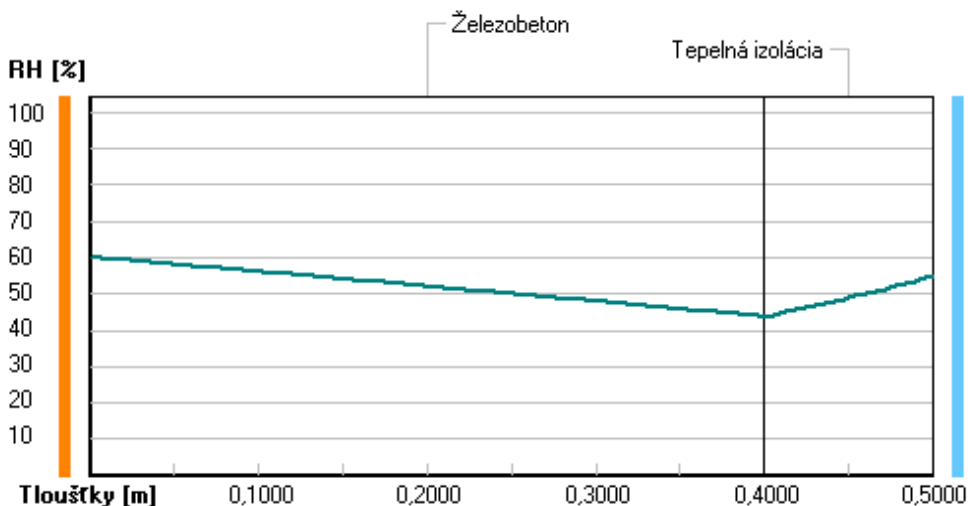
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 5.535E-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	Železobeton	212	91	62	---	---
2	Tepelná izolác	---	62	303	---	---

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.**

Teplu 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

## P2: Podlaha 1NP

Zpracovatel : Jakub Neuner  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 09. 02. 20

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
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	Marmoleum	0,0020	0,1700	1400,0	1200,0	1000,0	0.0000
2	Sadrovláknité	0,0250	0,3200	1100,0	1150,0	16,0	0.0000
3	Minerální vlna	0,0300	0,0390	840,0	140,0	2,0	0.0000
4	Voštinové dosky	0,0300	1,5000	1260,0	1500,0	2,5	0.0000
5	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,1000	0,0420	840,0	14,0	1,0	0.0000
7	Fermacell Fire	0,0150	0,4000	1100,0	1200,0	16,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Marmoleum	---
2	Sadrovláknité dosky	---
3	Minerální vlna	---
4	Voštinové dosky + zásyp	---
5	Železobeton	---
6	Minerální vlna	---
7	Fermacell Firepanel A1	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : 10.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 60.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 3.183 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.298 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.32 / 0.35 / 0.40 / 0.50 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 akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 4.6E+0010 m/s



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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.83 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f, R_{si,p}$  : **0.927**

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

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

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 612.99 Ws/m<sup>2</sup>K

Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 4.57 C

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

**P5: Podlaha 1NP (Vstupný priestor)**

Zpracovateľ : Jakub Neuner  
 Zakázka : Bakalárska práca  
 Datum : 03. 05. 20

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnotenej konštrukcie : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

**Skladba konštrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Cementový pote	0,1000	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Minerálna vlna	0,1000	0,0420	840,0	14,0	1,0	0.0000
4	Fermacell Fire	0,0150	0,4000	1100,0	1200,0	16,0	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	Cementový poter	---
2	Železobeton	---
3	Minerálna vlna	---
4	Fermacell Firepanel A1	---

**Okrajové podmíčky 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 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.17 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 10.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 15.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

**VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konštrukce R : 2.452 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konštrukce U : **0.358 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.38 / 0.41 / 0.46 / 0.56 W/m2K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přiřázkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:**

Difúzní odpor konštrukce ZpT : 4.6E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konštrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 261.9  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 11.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{s,p}$  : 14.56 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.913  
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně  $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

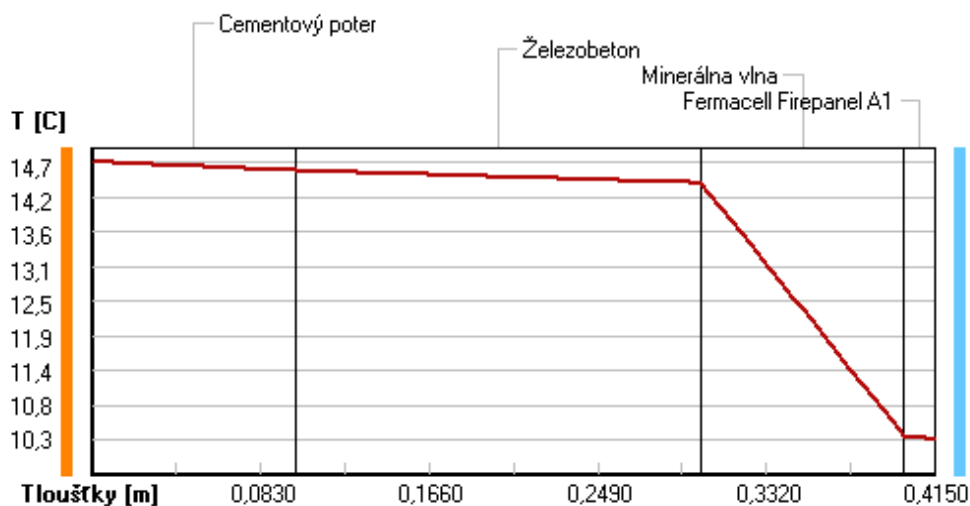
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

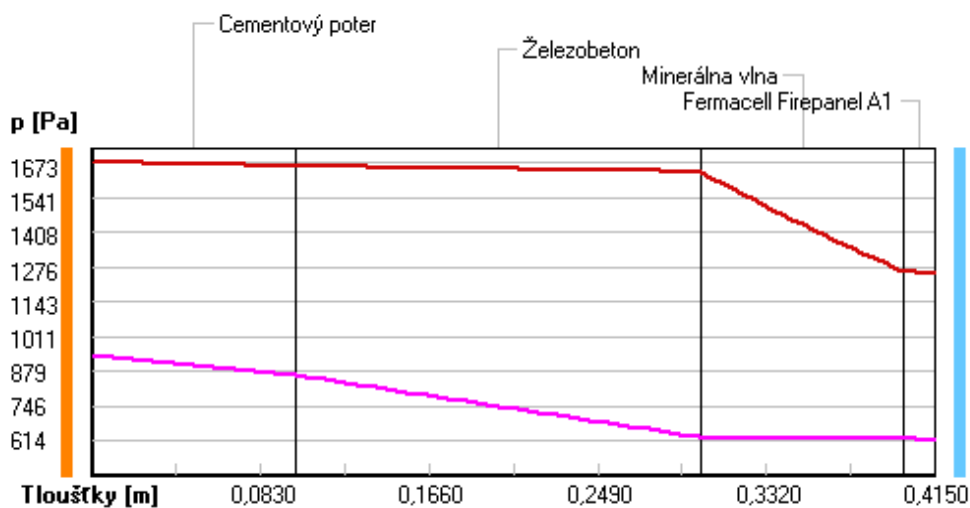
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	14.7	14.6	14.4	10.4	10.3
p [Pa]:	937	863	626	623	614
p,sat [Pa]:	1673	1658	1637	1256	1251

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.

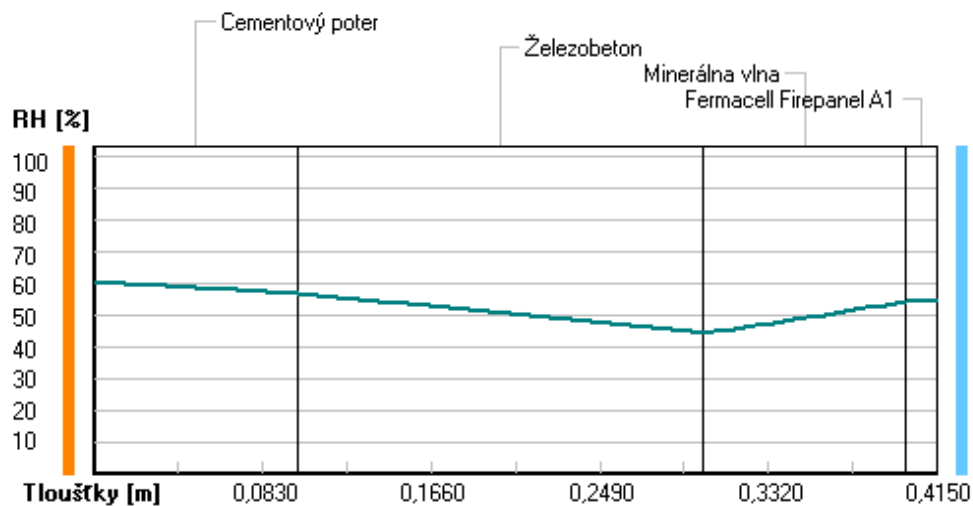
#### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



#### 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  $G_d$  : 7.409E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

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.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

**P9: Strecha**

Zpracovatel : Jakub Neuner  
 Zakázka : Bakalářská práce  
 Datum : 01. 05. 20

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná  
 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	Sádrovláknitá	0,0150	0,3800	1100,0	1200,0	16,0	0.0000
2	Minerální vlna	0,0500	0,0350	840,0	19,5	1,0	0.0000
3	Vzduchová duti	0,0800	0,2940	1010,0	1,2	0,2	0.0000
4	Nosná konstrukce	0,1300	0,1300	1600,0	480,0	0,2	0.0000
5	Parozábrana	0,0035	0,2100	1470,0	1140,0	500000,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,3500	0,0380	800,0	130,0	1,0	0.0000
7	Fatrafol 804	0,0015	0,3500	1470,0	1310,0	19300,0	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	Sádrovláknitá deska	---
2	Minerální vlna	---
3	Vzduchová dutina	---
4	Nosná konstrukce	---
5	Parozábrana	---
6	Minerální vlna	---
7	Fatrafol 804	---

**Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 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	20.6	43.9	1064.6	-4.5	81.3	340.4
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	-2.3	80.5	405.9
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	1.8	79.2	550.6
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	7.0	76.8	769.0
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	11.9	73.6	1024.9
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	15.0	70.9	1208.4
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	16.5	69.3	1300.2
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	16.1	69.8	1276.6
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	12.3	73.3	1048.0
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	7.1	76.7	773.3

11	30	720	20.6	49.7	1205.3	1.5	79.3	539.6
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-2.6	80.7	396.8

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).

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

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

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

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 9.610 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.103 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 W/m<sup>2</sup>K

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

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 9.5E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 8112.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 21.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.70 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.975**

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 <sub>Rsi,m</sub>	Tsi,m[C]	f <sub>Rsi,m</sub>	Tsi[C]	f <sub>Rsi</sub>	RHsi[%]
1	11.2	0.626	7.9	0.494	20.0	0.975	45.7
2	12.2	0.635	8.9	0.489	20.0	0.975	48.7
3	13.2	0.606	9.8	0.427	20.1	0.975	51.5
4	14.8	0.571	11.4	0.320	20.3	0.975	56.6
5	16.7	0.555	13.3	0.157	20.4	0.975	63.7
6	18.1	0.555	14.6	-----	20.5	0.975	69.1
7	18.7	0.548	15.2	-----	20.5	0.975	71.8
8	18.6	0.553	15.1	-----	20.5	0.975	71.1
9	16.9	0.555	13.4	0.137	20.4	0.975	64.3
10	14.8	0.570	11.4	0.317	20.3	0.975	56.7
11	13.1	0.607	9.7	0.431	20.1	0.975	51.2
12	12.1	0.634	8.8	0.490	20.0	0.975	48.3

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

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

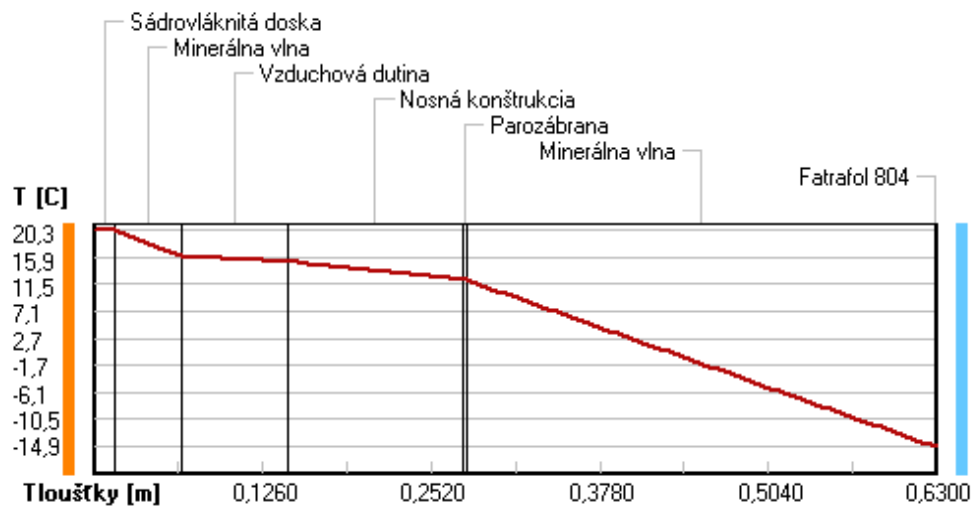
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.3	20.2	16.0	15.2	12.3	12.2	-14.9	-14.9

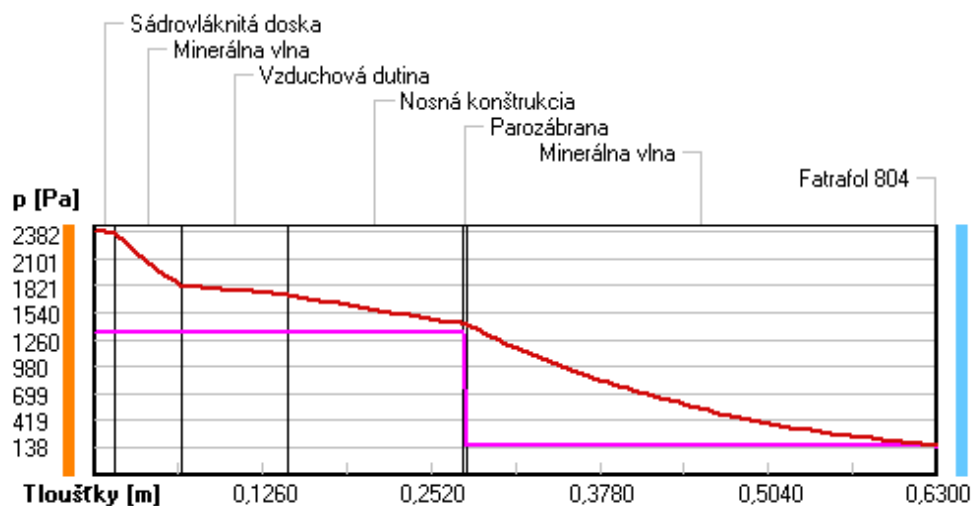
p [Pa]:	1334	1334	1334	1334	1334	158	158	138
p,sat [Pa]:	2382	2365	1816	1725	1425	1421	167	167

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.

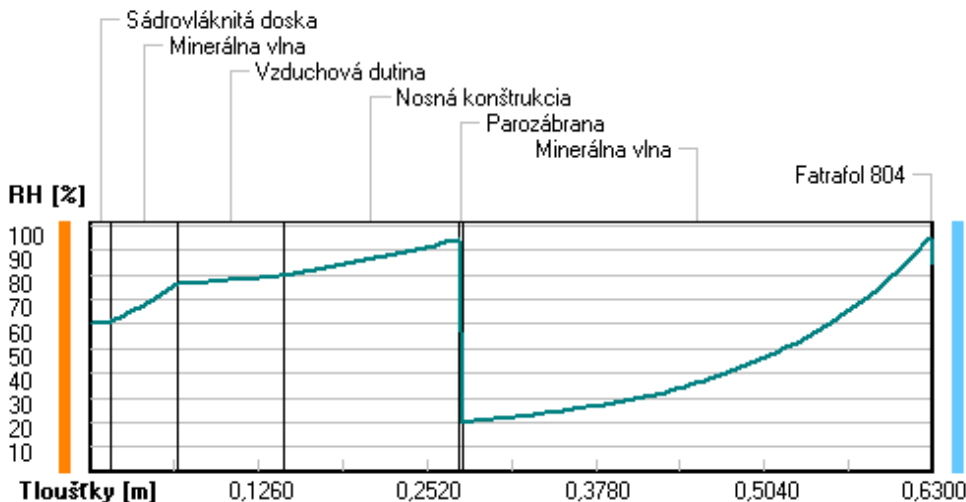
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 1.343E-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):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádroláknitá	212	91	62	---	---
2	Minerální vlna	151	122	92	---	---
3	Vzduchová duti	151	122	92	---	---
4	Nosná konstrukce	---	212	153	---	---
5	Parozábrana	---	212	153	---	---
6	Minerální vlna	---	31	183	151	---
7	Fatrafol 804	---	31	183	151	---

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.**



## P10: Střecha

Zpracovatel : Jakub Neuner  
Zakázka : Bakalářská práce  
Datum : 18. 05. 20

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná  
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	Sádrovláknitá	0,0150	0,3800	1100,0	1200,0	16,0	0.0000
2	Minerální vlna	0,0500	0,0350	840,0	19,5	1,0	0.0000
3	Vzduchová duti	0,0800	0,2940	1010,0	1,2	0,2	0.0000
4	Železobeton	0,2000	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
5	Parozábrana	0,0035	0,2100	1470,0	1140,0	500000,0	0.0000
6	Minerální vlna	0,3500	0,0380	800,0	130,0	1,0	0.0000
7	Fatrafol 804	0,0015	0,3500	1470,0	1310,0	19300,0	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	Sádrovláknitá doska	---
2	Minerální vlna	---
3	Vzduchová dutina	---
4	Železobeton	---
5	Parozábrana	---
6	Minerální vlna	---
7	Fatrafol 804	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	20.6	43.9	1064.6	-4.5	81.3	340.4
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	-2.3	80.5	405.9
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	1.8	79.2	550.6
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	7.0	76.8	769.0
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	11.9	73.6	1024.9
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	15.0	70.9	1208.4
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	16.5	69.3	1300.2
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	16.1	69.8	1276.6
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	12.3	73.3	1048.0
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	7.1	76.7	773.3
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	1.5	79.3	539.6
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-2.6	80.7	396.8

Poznámka: Tai, RHl a Pi 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 :

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

Teplotný odpor konstrukce  $R$  : 9.028 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.109 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.13 / 0.16 / 0.21 / 0.31 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  $Z_{pT}$  : 9.5E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 25289.6

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 19.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.64 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.973

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	11.2	0.626	7.9	0.494	19.9	0.973	45.8
2	12.2	0.635	8.9	0.489	20.0	0.973	48.8
3	13.2	0.606	9.8	0.427	20.1	0.973	51.6
4	14.8	0.571	11.4	0.320	20.2	0.973	56.7
5	16.7	0.555	13.3	0.157	20.4	0.973	63.7
6	18.1	0.555	14.6	-----	20.4	0.973	69.1
7	18.7	0.548	15.2	-----	20.5	0.973	71.8
8	18.6	0.553	15.1	-----	20.5	0.973	71.1
9	16.9	0.555	13.4	0.137	20.4	0.973	64.4
10	14.8	0.570	11.4	0.317	20.2	0.973	56.8
11	13.1	0.607	9.7	0.431	20.1	0.973	51.3
12	12.1	0.634	8.8	0.490	20.0	0.973	48.4

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)

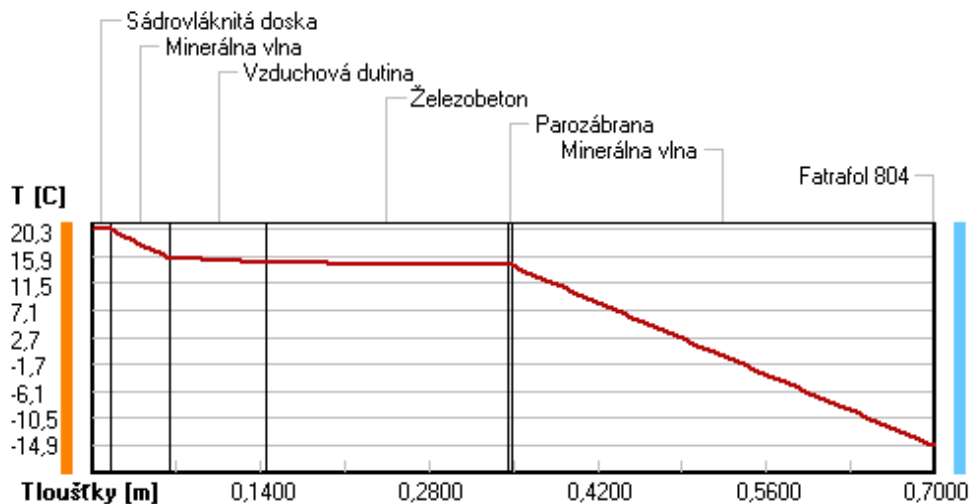
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
$\theta$ [°C]:	20.3	20.2	15.6	14.8	14.4	14.3	-14.9	-14.9
$p$ [Pa]:	1334	1334	1334	1334	1329	158	158	138
$p_{sat}$ [Pa]:	2378	2360	1775	1679	1640	1634	167	167

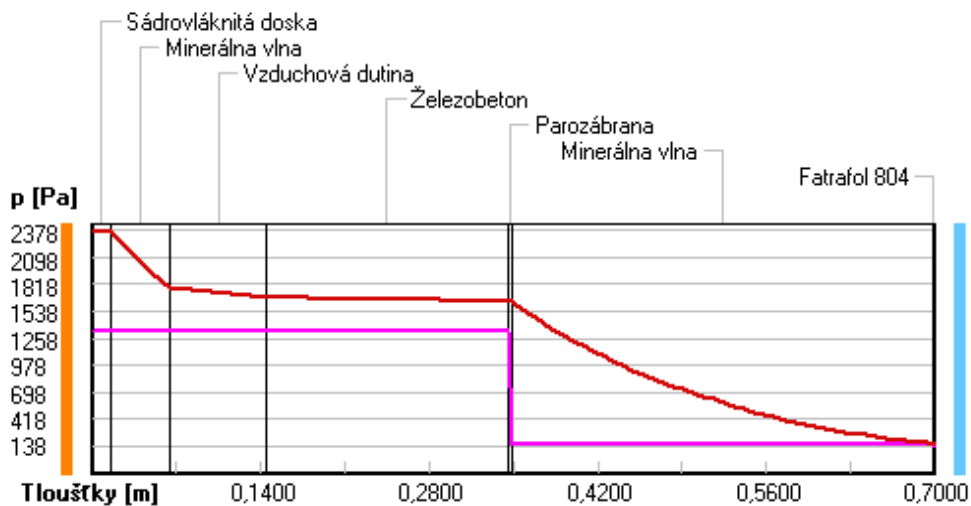
Poznámka:  $\theta$  je teplota na rozhraní vrstev,  $p$  je předpokládaný částečný tlak vodní páry

na rozhraní vrstev a  $p_{sat}$  je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

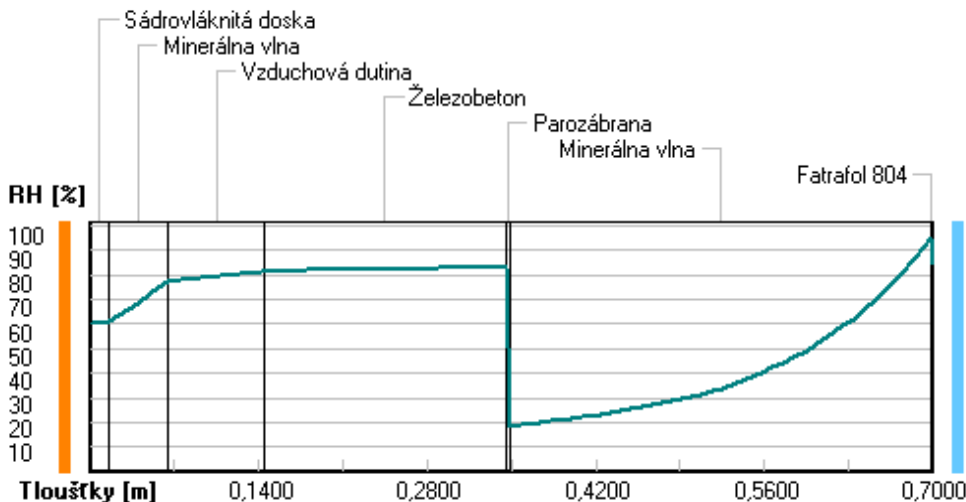
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 1.339E-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):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádroláknitá	212	91	62	---	---
2	Minerální vlna	151	122	92	---	---
3	Vzduchová duti	90	183	92	---	---
4	Železobeton	62	211	92	---	---
5	Parozábrana	62	211	92	---	---
6	Minerální vlna	---	31	183	151	---
7	Fatrafol 804	---	31	183	151	---

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.**

**P11: Podlaha na teréne**

Zpracovatel : Jakub Neuner  
 Zakázka : Bakalárska práca  
 Datum : 17. 05. 20

**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	Cementový pote	0,0600	1,2000	840,0	2100,0	20,0	0.0000
2	BASF Styrodur	0,1000	0,0330	1270,0	28,0	100,0	0.0000
3	Hydroizlácia	0,0015	0,3500	1470,0	1350,0	17500,0	0.0000
4	Prostý betón	0,1500	1,3600	1020,0	2300,0	23,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Cementový poter	---
2	BASF Styrodur 2500 C	---
3	Hydroizlácia	---
4	Prostý betón	---

**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 : 6.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 15.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	43.9	1064.6	4.0	100.0	812.8
2	28	672	20.6	47.0	1139.8	3.1	100.0	762.8
3	31	744	20.6	50.0	1212.6	4.2	100.0	824.4
4	30	720	20.6	55.4	1343.5	6.2	100.0	947.6
5	31	744	20.6	62.8	1523.0	8.8	100.0	1132.0
6	30	720	20.6	68.5	1661.2	11.3	100.0	1338.4
7	31	744	20.6	71.3	1729.1	12.8	100.0	1477.5
8	31	744	20.6	70.6	1712.2	13.6	100.0	1556.7
9	30	720	20.6	63.5	1540.0	13.4	100.0	1536.6
10	31	744	20.6	55.5	1346.0	11.5	100.0	1356.3
11	30	720	20.6	49.7	1205.3	8.9	100.0	1139.7
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	6.1	100.0	941.1

Poznámka: Tai, RHl 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 : 2.983 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.317 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.34 / 0.37 / 0.42 / 0.52 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> : 2.2E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 51.7

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> : 14.30 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.923

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> ,m[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	11.2	0.435	7.9	0.235	19.3	0.923	47.5
2	12.2	0.523	8.9	0.332	19.2	0.923	51.1
3	13.2	0.548	9.8	0.343	19.3	0.923	54.1
4	14.8	0.595	11.4	0.358	19.5	0.923	59.4
5	16.7	0.672	13.3	0.378	19.7	0.923	66.4
6	18.1	0.732	14.6	0.355	19.9	0.923	71.6
7	18.7	0.762	15.2	0.311	20.0	0.923	74.0
8	18.6	0.712	15.1	0.210	20.1	0.923	73.0
9	16.9	0.487	13.4	0.005	20.0	0.923	65.7
10	14.8	0.363	11.4	-----	19.9	0.923	58.0
11	13.1	0.359	9.7	0.071	19.7	0.923	52.6
12	12.1	0.415	8.8	0.184	19.5	0.923	49.9

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.

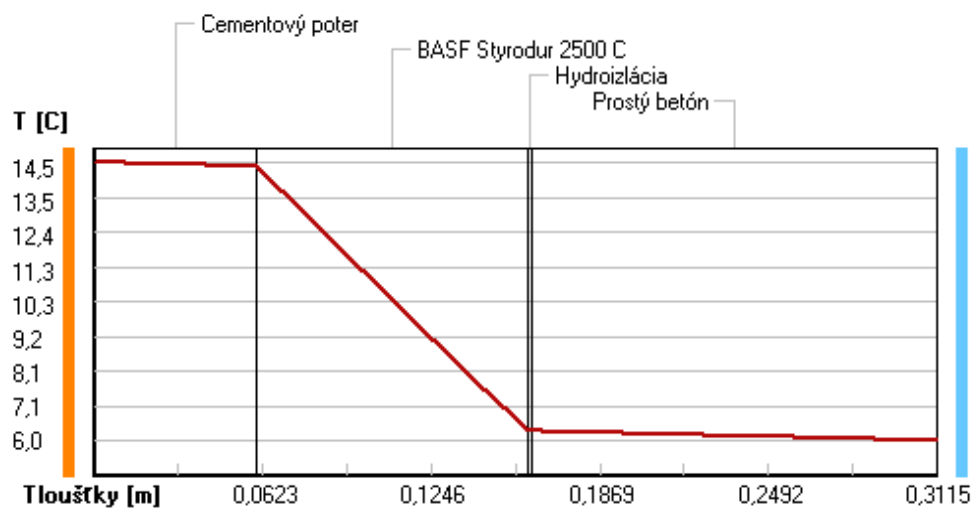
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

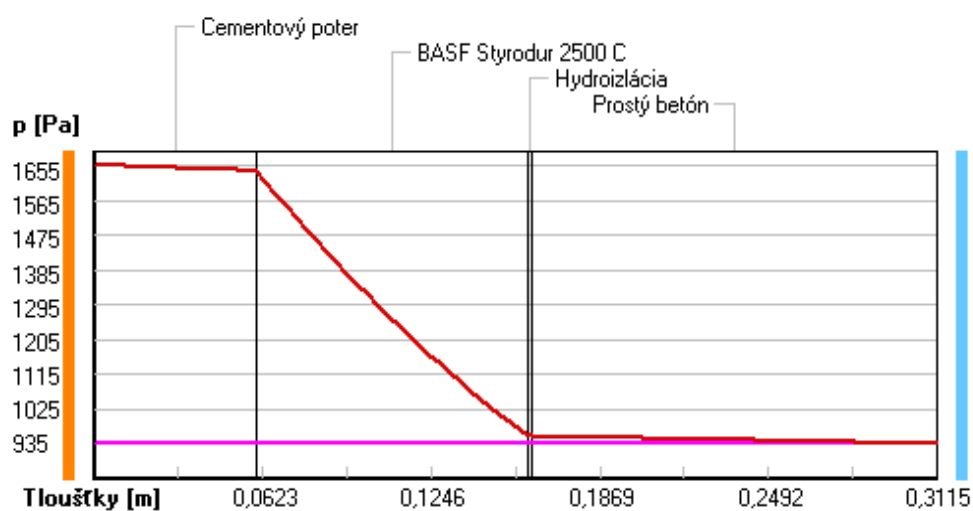
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	14.5	14.4	6.3	6.3	6.0
p [Pa]:	937	937	937	935	935
p <sub>sat</sub> [Pa]:	1655	1641	955	954	935

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.

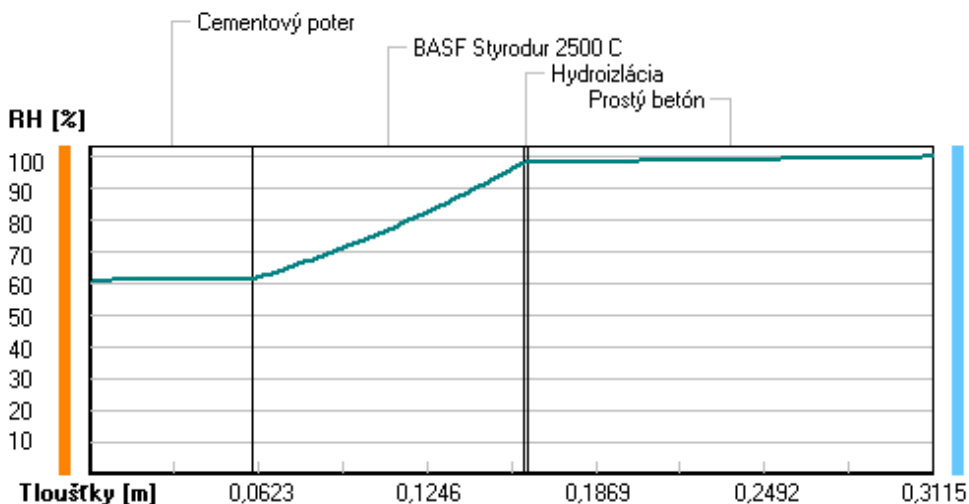
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### 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  $G_d$  : 1.367E-0011 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

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	0.1600	0.1600	0.0016	0.0005	0.0011	0.0011
12	0.1600	0.1600	0.0075	0.0006	0.0069	0.0079
1	0.1600	0.1600	0.0101	0.0006	0.0096	0.0178
2	0.1600	0.1600	0.0149	0.0005	0.0143	0.0322
3	0.1600	0.1600	0.0170	0.0006	0.0164	0.0486
4	0.1600	0.1600	0.0168	0.0006	0.0162	0.0648
5	0.1600	0.1600	0.0172	0.0006	0.0166	0.0815
6	0.1600	0.1600	0.0136	0.0005	0.0131	0.0946
7	0.1600	0.1600	0.0108	0.0005	0.0103	0.1049
8	0.1600	0.1600	0.0063	0.0004	0.0058	0.1107
9	0.1600	0.1600	-0.0010	0.0004	-0.0014	0.1093
10	0.1600	0.1600	-0.0018	0.0005	-0.0023	0.1070

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.1107 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$ : **0.0038 kg/m<sup>2</sup>**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0009 kg/m<sup>2</sup>

..... a do interiéru: 0.0028 kg/m<sup>2</sup>

**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	Cementový pote	212	61	92	---	---
2	BASF Styrodur	---	---	---	---	365
3	Hydroizlácia	---	---	---	---	365
4	Prostý betón	---	---	---	---	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 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

