



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## BYTOVÝ DŮM

APARTMENT BUILDING

## PŘÍLOHA Č.2

VÝSTUP Z PROGRAMU TEPLA 2017 EDU

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Malyjurek

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing, Miloš Lavický, Ph.D.

BRNO 2021

### Součinitel prostupu tepla $U$ ( $W/m^2K$ ):

Konstrukce	Vypočtená hodnota $U$ ( $W/m^2K$ )	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ ( $W/m^2K$ )	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ ( $W/m^2K$ )	Vyhodnocení (pož./dop.)
S4 – PODLAHA MEZI 1.S A 1.NP	0,389	0,60	0,40	Ano/ano
S5 – PODLAHA MEZI 1.S A 1.NP	0,396	0,60	0,40	Ano/Ano
S22 – PLOCHÁ STŘECHA	0,212	0,24	0,16	Ano/Ne
S15 – OBVODOVÁ STĚNA	0,143	0,30	0,25	Ano/Ano
S25 – VNITŘNÍ STĚNA	0,706	0,60	0,40	Ano/Ano

### Teplotní faktor vnitřního povrchu a nejnižší povrchová teplota konstrukce

KONSTRUKCE	Teplota vnitřního povrchu ( $^{\circ}C$ )	VYPOČTENÁ HODNOTA $f_{Rsi}$ (-)	NORMATIVNÍ POŽADAVEK $f_{Rsi,N}$ (-)	HODNOCENÍ
S4 – PODLAHA MEZI 1.S A 1.NP	17,79	0,906	0,747	VYHOVUJE
S5 – PODLAHA MEZI 1.S A 1.NP	18,74	0,904	0,747	VYHOVUJE
S22 – PLOCHÁ STŘECHA	19,15	0,949	0,747	VYHOVUJE
S15 – OBVODOVÁ STĚNA	19,74	0,965	0,747	VYHOVUJE
S25 – VNITŘNÍ STĚNA	17,25	0,837	0,747	VYHOVUJE

### Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Konstrukce	Vypočtená hodnota $M_c$ ( $kg/m^2 \cdot a$ )	Požadovaná hodnota $M_{c,N}$ ( $kg/m^2 \cdot a$ )	Vyhodnocení
S22 – PLOCHÁ STŘECHA	0,0007	0,100	Vyhovuje

S15 – OBVODOVÁ STĚNA	0,0138	0,100	Vyhovuje
----------------------	--------	-------	----------

## Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry

Konstrukce	Vypočtená hodnota $M_{ev}$ (kg/m <sup>2</sup> ·a)	Požadovaná hodnota $M_c$ (kg/m <sup>2</sup> ·a)	Vyhodnocení
S22 – PLOCHÁ STŘECHA	0,0053	0,0007	Vyhovuje
S15 – OBVODOVÁ STĚNA	1,4747	0,0138	vyhovuje

## SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017 EDU**

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

Název kece [C]	Typ	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Ma,max[kg/m <sup>2</sup> ]	Odpaření	DeltaT10
S5 - podlaha mezi 1.S ...	podlaha	2.354	0.396	---	---	3.14
S4 - podlaha mezi 1S a...	podlaha	2.399	0.389	---	---	8.02
S22 - Jednonplášťová p...	střecha	4.578	0.212	0.0007	ano	---
S25 - Vnitřní nosná st...	stěna	1.156	0.706	nedochází ke kondenzaci v.p.	---	---
S15 - Obvodová stěna...	stěna	6.845	0.143	0.0138	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 EDU

Název úlohy : **S5 - podlaha mezi 1.S a 1.NP (pokoje)**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 16.05.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Laminatová pod	0,0100	0,1100	1630,0	600,0	12,5	0.0000
2	Mirelon	0,0050	0,0440	1270,0	12,0	30,0	0.0000
3	Beton hutný 2	0,0550	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Isover EPS Rig	0,0300	0,0440	1270,0	12,0	30,0	0.0000
6	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Isover TOP V F	0,0500	0,0400	800,0	60,0	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	Laminatová podlaha	---
2	Mirelon	---
3	Beton hutný 2	---
4	PE folie	---
5	Isover EPS Rigifloor 4000	---
6	Železobeton 1	---
7	Isover TOP V Final	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : 0.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH i : 65.0 %

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 2.354 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.396 W/m2K**  
Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.42 / 0.45 / 0.50 / 0.60 W/m2K

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

#### Difúzní odpor a tepelně akumulací vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 2.0E+0011 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.62 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.904

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

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

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 329.19 Ws/m<sup>2</sup>K

Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 3.14 C

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S4 - podlaha mezi 1S a bytem v 1NP (KOUPELNA)**

Zpracovatel : Jakub Malýjrek

Zakázka :

Datum : 16.04.2021

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu  $dU$  : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dlažba keramická	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepicí hmota	0,0050	1,0000	1050,0	1600,0	50,0	0.0000
3	Beton hutný 2	0,0550	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
4	PE folie	0,0002	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
5	Rigips Rigiflo	0,0300	0,0450	1270,0	10,0	30,0	0.0000
6	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Isover TOP V F	0,0600	0,0400	800,0	60,0	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	Dlažba keramická	---
2	Lepicí hmota	---

3	Beton hutný 2	---
4	PE folie	---
5	Rigips Rigifloor 4000	---
6	Železobeton 1	---
7	Isover TOP V Final	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : 0.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 20.6 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 80.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 65.0 %

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 2.399 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.389 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.41 / 0.44 / 0.49 / 0.59 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  $Z_pT$  : 2.1E+0011 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.66 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.906**

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

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

Tepelná jímavost podlahové konstrukce  $B$  : 1558.71 Ws/m<sup>2</sup>K  
Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta T$  : 8.02 C

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S22 - Jednonplášťová plochá střecha**  
Zpracovatel : Jakub Malyjurek  
Zakázka :  
Datum : 16.04.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Baumit MPI 25	0,0100	0,4700	790,0	1290,0	25,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Glastek 40 Min	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	370000,0	0.0000
4	Isover EPS 100	0,0200	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
5	Isover EPS 100	0,1400	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
6	Elastodek 40 M	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
7	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	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	Baumit MPI 25	---
2	Železobeton 1	---
3	Glastek 40 Mineral	---
4	Isover EPS 100	---
5	Isover EPS 100	---
6	Elastodek 40 Medium Mineral	---
7	Elastodek 40 Special Dekor šedý	---

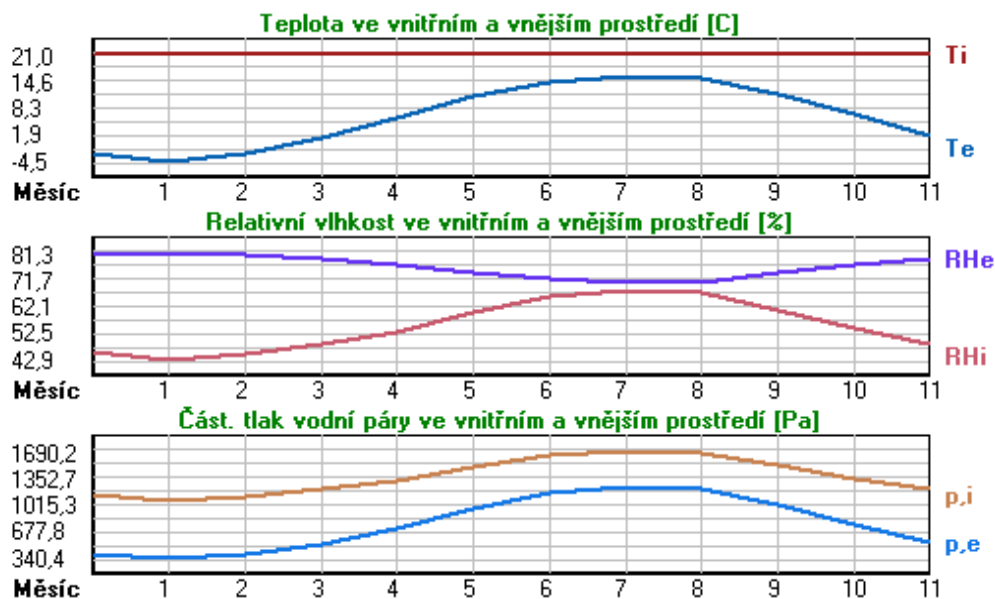
### Okrajové podmínky výpočtu :

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 : 80.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.9	1066.3	-4.5	81.3	340.4
2	28 672	21.0	45.3	1126.0	-2.8	80.8	390.7
3	31 744	21.0	48.4	1203.0	1.2	79.4	528.7
4	30 720	21.0	53.1	1319.8	6.1	77.3	727.5
5	31 744	21.0	60.0	1491.3	11.0	74.3	974.8
6	30 720	21.0	65.5	1628.1	14.2	71.7	1160.5
7	31 744	21.0	68.0	1690.2	15.6	70.3	1245.3
8	31 744	21.0	67.1	1667.8	15.1	70.8	1214.5
9	30 720	21.0	60.8	1511.2	11.5	73.9	1002.3
10	31 744	21.0	54.1	1344.7	6.9	76.8	763.8
11	30 720	21.0	48.9	1215.4	1.8	79.2	550.6
12	31 744	21.0	45.7	1135.9	-2.5	80.7	400.2

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  $T_e$  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  $R$  : 4.578 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.212 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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  $Z_p T$  : 9.6E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 442.9

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 10.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{s,i,p}$  : 18.77 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.949

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% -----				
	$T_{s,i,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{s,i,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{s,i}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
1	11.2	0.617	7.9	0.487	19.7	0.949	46.5
2	12.1	0.624	8.7	0.484	19.8	0.949	48.8
3	13.1	0.599	9.7	0.429	20.0	0.949	51.5
4	14.5	0.563	11.1	0.335	20.2	0.949	55.7
5	16.4	0.540	12.9	0.194	20.5	0.949	61.9
6	17.8	0.527	14.3	0.013	20.7	0.949	66.9
7	18.4	0.515	14.9	-----	20.7	0.949	69.2
8	18.2	0.520	14.7	-----	20.7	0.949	68.4



9	16.6	0.538	13.1	0.173	20.5	0.949	62.7
10	14.8	0.559	11.4	0.317	20.3	0.949	56.6
11	13.2	0.595	9.9	0.420	20.0	0.949	52.0
12	12.2	0.625	8.9	0.483	19.8	0.949	49.2

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

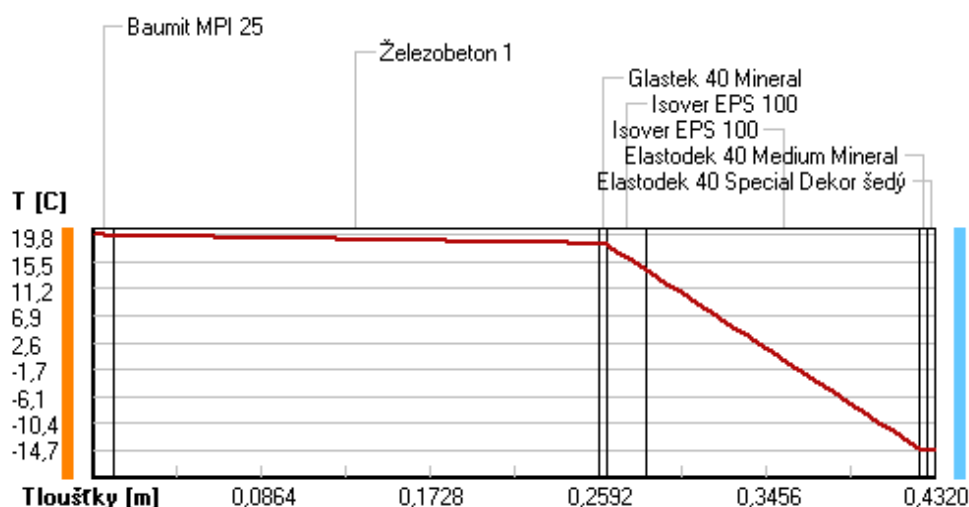
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

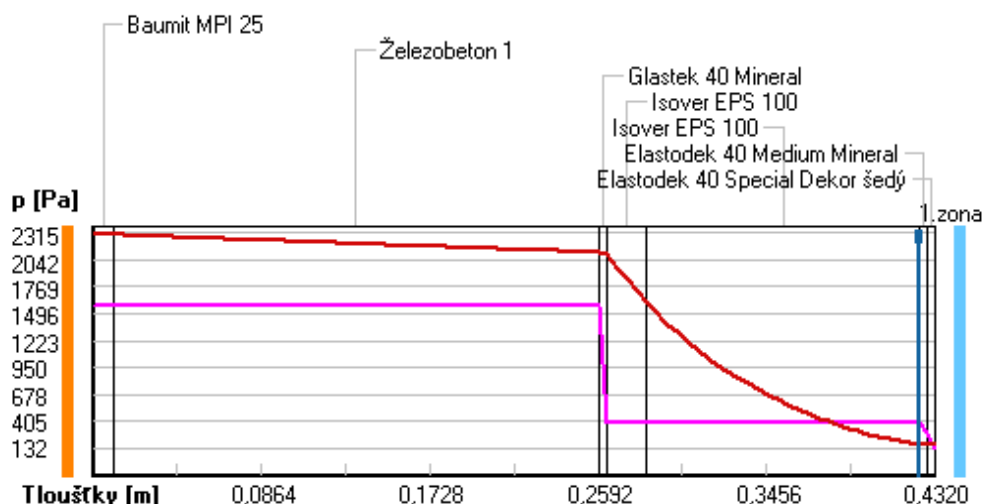
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.8	19.7	18.4	18.2	14.1	-14.4	-14.6	-14.7
p [Pa]:	1576	1576	1572	393	392	387	291	132
p,sat [Pa]:	2315	2292	2111	2092	1613	174	172	169

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.

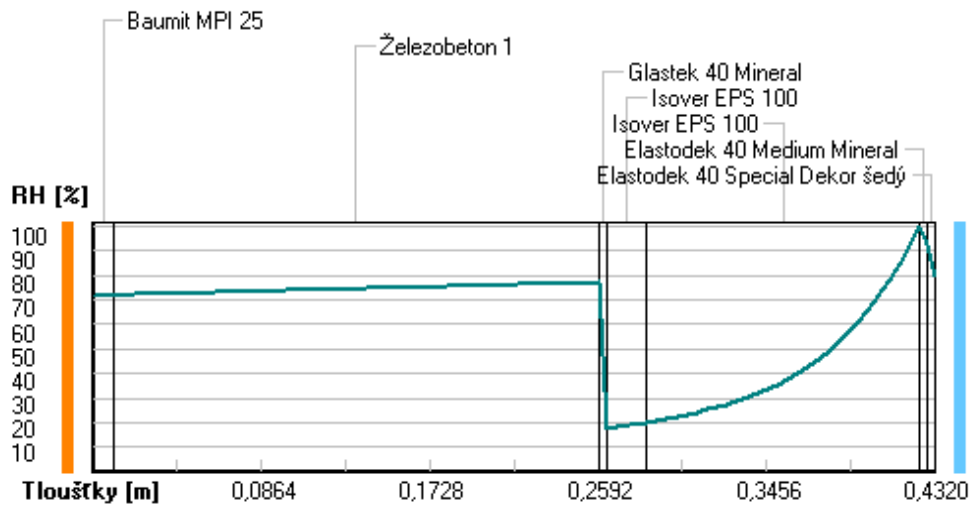
#### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



#### 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	0.4240	0.4240	1.614E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0007 kg/(m2.rok)**

Množství vypařené vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0053 kg/(m2.rok)**

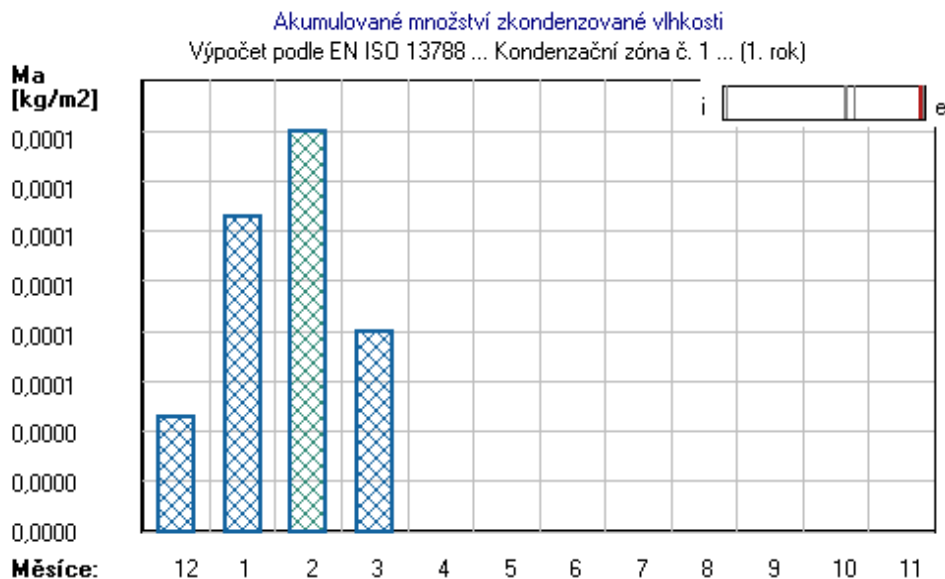
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru levá	pravá	Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc g,in	g,out	Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc $M_c/M_{ev}$	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc $M_a$
12	0.4240	0.4240	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000

1	0.4240	0.4240	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
2	0.4240	0.4240	0.0002	0.0002	0.0000	0.0001
3	0.4240	0.4240	0.0002	0.0003	-0.0001	0.0001
4	---	---	0.0001	0.0004	-0.0002	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0001 kg/m<sup>2</sup>**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0001 kg/m<sup>2</sup>**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0001 kg/m<sup>2</sup>  
..... a do interiéru: 0.0000 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	Baumit MPI 25	212	153	---	---	---
2	Železobeton 1	212	153	---	---	---
3	Glastek 40 Min	212	153	---	---	---
4	Isover EPS 100	365	---	---	---	---
5	Isover EPS 100	---	---	122	92	151
6	Elastodek 40 M	---	---	122	92	151
7	Elastodek 40 S	---	---	153	91	121

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

## 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

Název úlohy : **S25 - Vnitřní nosná stěna**  
Zpracovatel : Jakub Malyjurek  
Zakázka :  
Datum : 16.04.2021

**ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnitřní  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Baumit termo o	0,0250	0,0900	850,0	420,0	15,0	0.0000
2	Porotherm 30 A	0,3000	0,3500	1000,0	980,0	10,0	0.0000
3	Baumit MPI 25	0,0100	0,4700	790,0	1290,0	25,0	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	Baumit termo omítka extra (ThermoExtra)	---
2	Porotherm 30 AKU SYM	---
3	Baumit MPI 25	---

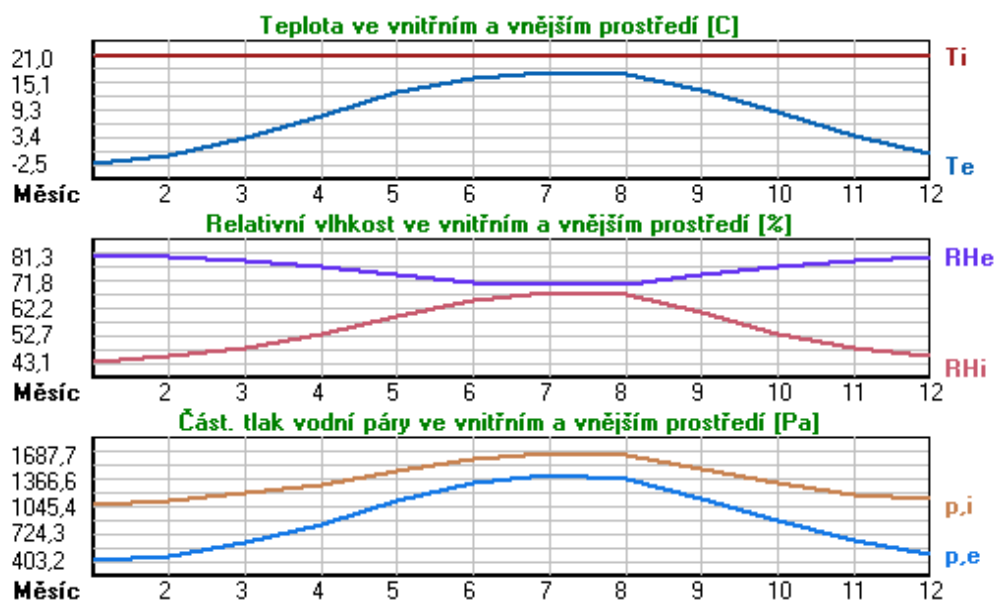
#### Okrajové podmínky výpočtu :

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 : 0.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	43.1	1071.3	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	-0.8	80.8	461.7
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	3.2	79.4	610.0
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	8.1	77.3	834.5
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	13.0	74.3	1112.2
6	30 720	21.0	65.0	1615.6	16.2	71.7	1319.7
7	31 744	21.0	67.9	1687.7	17.6	70.3	1414.1
8	31 744	21.0	66.9	1662.9	17.1	70.8	1379.9
9	30 720	21.0	60.5	1503.8	13.5	73.9	1143.0
10	31 744	21.0	53.3	1324.8	8.9	76.8	875.3
11	30 720	21.0	48.2	1198.1	3.8	79.2	634.8
12	31 744	21.0	45.6	1133.4	-0.5	80.7	472.8

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



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 : 1.156 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.706 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.73 / 0.76 / 0.81 / 0.91 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> : 1.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 76.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.4 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> : 17.25 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.837

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% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	11.3	0.588	8.0	0.446	17.2	0.837	54.7
2	12.0	0.587	8.7	0.434	17.5	0.837	56.3
3	13.0	0.553	9.7	0.364	18.1	0.837	57.8
4	14.4	0.487	11.0	0.223	18.9	0.837	60.0
5	16.3	0.409	12.8	-----	19.7	0.837	64.5
6	17.7	0.305	14.2	-----	20.2	0.837	68.2
7	18.4	0.223	14.8	-----	20.4	0.837	70.3
8	18.1	0.262	14.6	-----	20.4	0.837	69.6
9	16.5	0.404	13.1	-----	19.8	0.837	65.2
10	14.6	0.467	11.1	0.186	19.0	0.837	60.2
11	13.0	0.535	9.6	0.340	18.2	0.837	57.3

12	12.2	0.589	8.8	0.433	17.5	0.837	56.7
----	------	-------	-----	-------	------	-------	------

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

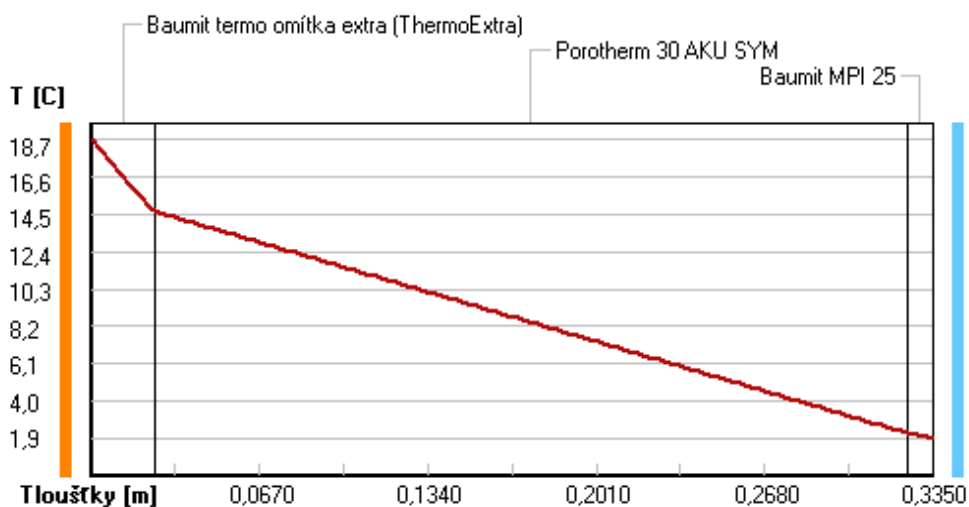
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

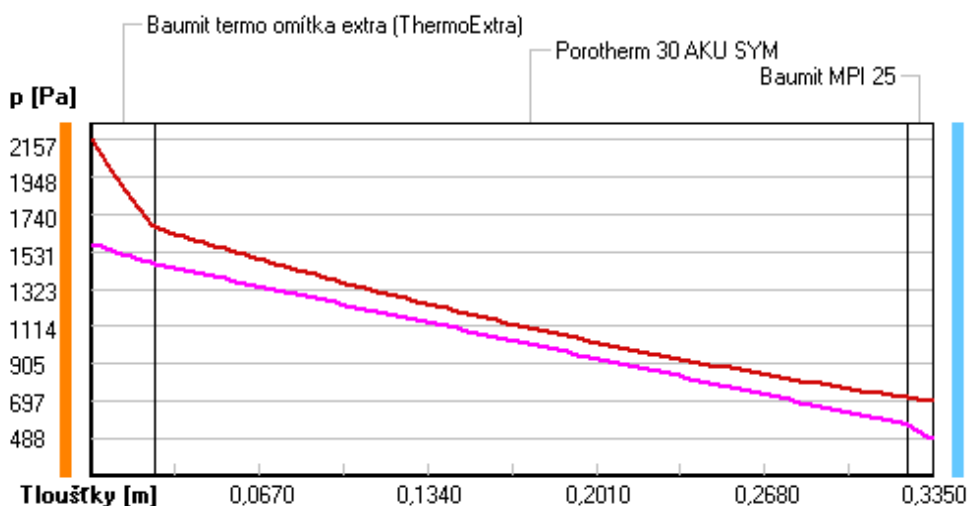
rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	18.7	14.7	2.2	1.9
p [Pa]:	1576	1464	563	488
p,sat [Pa]:	2157	1668	715	700

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.

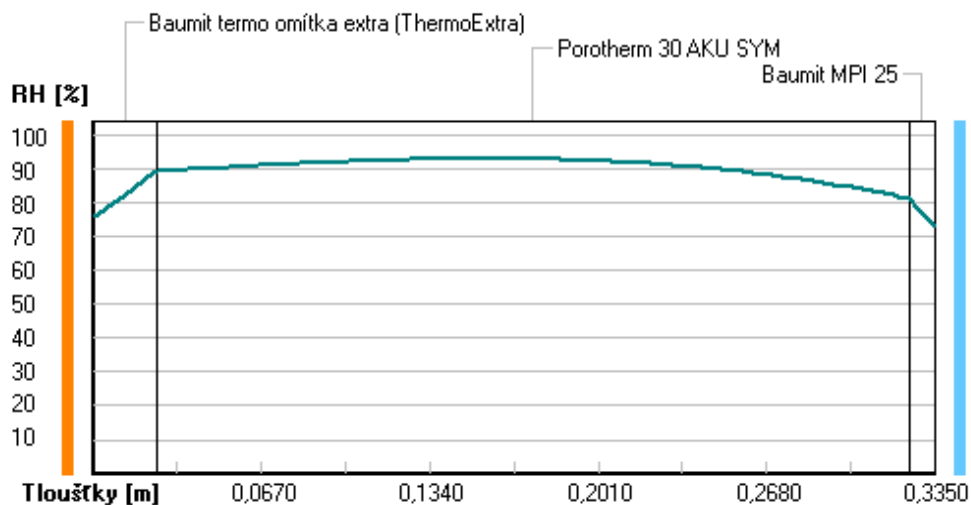
#### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



#### 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  $G_d$  : 6.003E-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	Baumit termo o	---	303	62	---	---
2	Porotherm 30 A	---	---	365	---	---
3	Baumit MPI 25	---	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.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **S15 - Obvodová stěna**

Zpracovatel : Jakub Malyjarek

Zakázka :

Datum : 16.04.2021

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Baumit MPI 25	0,0100	0,4700	790,0	1290,0	25,0	0.0000
2	Porotherm 30 P	0,3000	0,1800	1000,0	800,0	10,0	0.0000
3	Cemix 135 - Le	0,0100	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
4	Isover EPS 70F	0,2000	0,0390	1270,0	16,0	30,0	0.0000
5	Cemix 135 - Le	0,0030	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
6	Cemix 135 - Le	0,0030	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
7	Cemix Silikono	0,0003	0,3600	840,0	1400,0	630,0	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	Baumit MPI 25	---
2	Porotherm 30 Profi	---
3	Cemix 135 - Lepidlo a stěrkový hmota	---
4	Isover EPS 70F	---
5	Cemix 135 - Lepidlo a stěrkový hmota	---
6	Cemix 135 - Lepidlo a stěrkový hmota	---
7	Cemix Silikonová fasádní barva bílá/barevná	---

#### 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

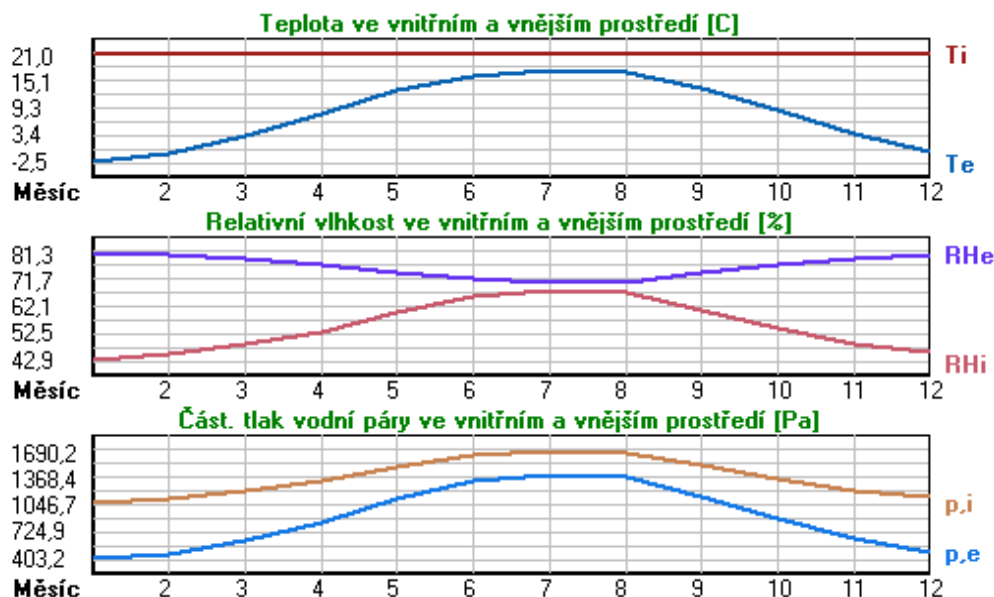
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 80.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHí : 65.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	42.9	1066.3	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	21.0	45.3	1126.0	-0.8	80.8	461.7
3	31 744	21.0	48.4	1203.0	3.2	79.4	610.0
4	30 720	21.0	53.1	1319.8	8.1	77.3	834.5
5	31 744	21.0	60.0	1491.3	13.0	74.3	1112.2
6	30 720	21.0	65.5	1628.1	16.2	71.7	1319.7
7	31 744	21.0	68.0	1690.2	17.6	70.3	1414.1
8	31 744	21.0	67.1	1667.8	17.1	70.8	1379.9
9	30 720	21.0	60.8	1511.2	13.5	73.9	1143.0
10	31 744	21.0	54.1	1344.7	8.9	76.8	875.3
11	30 720	21.0	48.9	1215.4	3.8	79.2	634.8
12	31 744	21.0	45.7	1135.9	-0.5	80.7	472.8



Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RH_i$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RH_e$  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 : 6.845 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.143 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m<sup>2</sup>K

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

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 5.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 1811.4

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  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  $T_{si,p}$  : 19.35 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.965

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	0.585	7.9	0.443	20.2	0.965	45.1
2	12.1	0.590	8.7	0.437	20.2	0.965	47.5
3	13.1	0.554	9.7	0.365	20.4	0.965	50.3
4	14.5	0.496	11.1	0.232	20.5	0.965	54.6
5	16.4	0.425	12.9	-----	20.7	0.965	61.0
6	17.8	0.330	14.3	-----	20.8	0.965	66.2
7	18.4	0.230	14.9	-----	20.9	0.965	68.5

8	18.2	0.274	14.7	-----	20.9	0.965	67.7
9	16.6	0.414	13.1	-----	20.7	0.965	61.8
10	14.8	0.486	11.4	0.204	20.6	0.965	55.5
11	13.2	0.548	9.9	0.352	20.4	0.965	50.7
12	12.2	0.590	8.9	0.435	20.2	0.965	47.9

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

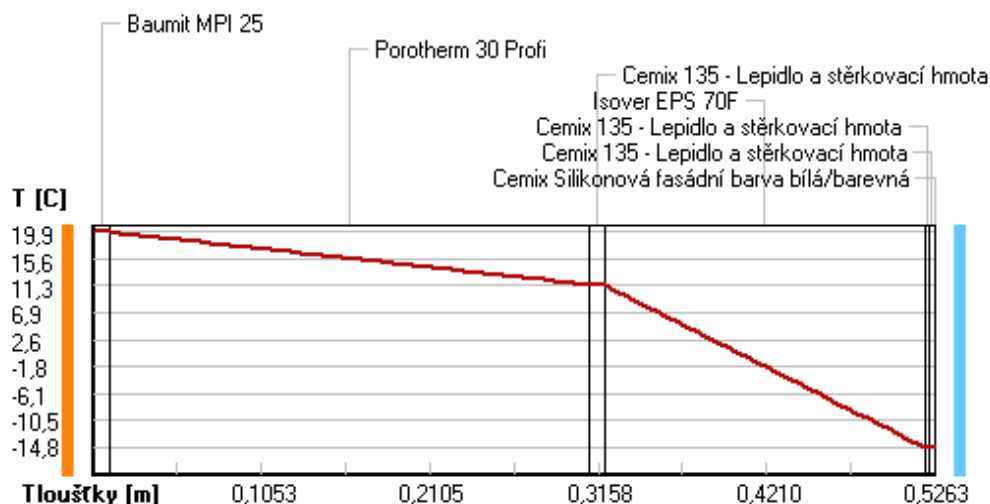
### **Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:** (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

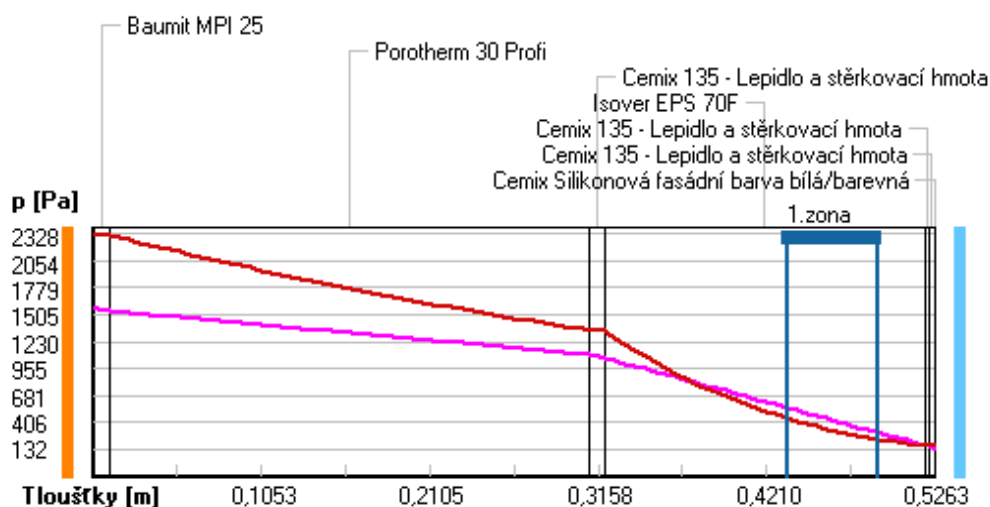
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.9	19.8	11.4	11.3	-14.7	-14.8	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1576	1539	1095	1066	178	169	160	132
p,sat [Pa]:	2328	2313	1345	1337	169	168	168	168

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.

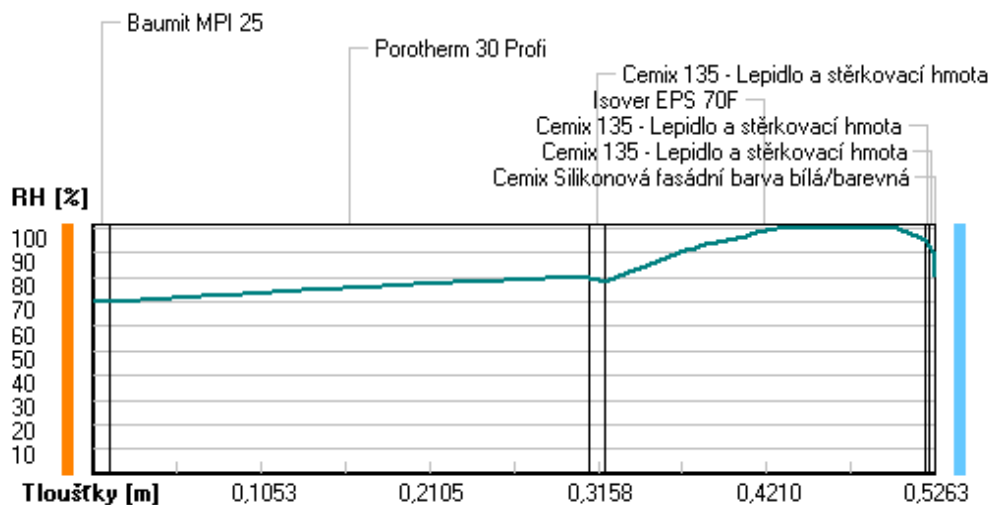
### **Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách**



### **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	0.4337	0.4905	1.466E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0138 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **1.4747 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	Baumit MPI 25	212	153	---	---	---
2	Porotherm 30 P	212	153	---	---	---
3	Cemix 135 - Le	212	153	---	---	---
4	Isover EPS 70F	---	---	214	151	---
5	Cemix 135 - Le	---	---	214	151	---
6	Cemix 135 - Le	---	---	214	151	---
7	Cemix Silikono	---	---	214	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.**