

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
Katedra mechaniky – obor Stavitelství

Příloha č.2
Výpočet součinitele prostupu tepla
obalových konstrukcí

Bakalářská práce - Zpracování projektové dokumentace pro novostavbu rozhledny

Vedoucí práce: Ing. Luděk Vejvara Ph.D.

Autor: Petr Zelenka

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

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540
Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Stěna věže**

Zpracovatel : Petr Zelenka

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednovrstevná
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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Rigips RB/RBI/	0,0125	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Fatrapar P dru	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	50000,0	0.0000
3	Isover Multima	0,1300	0,0300	840,0	40,0	1,0	0.0000
4	Železobeton 3	0,3000	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.

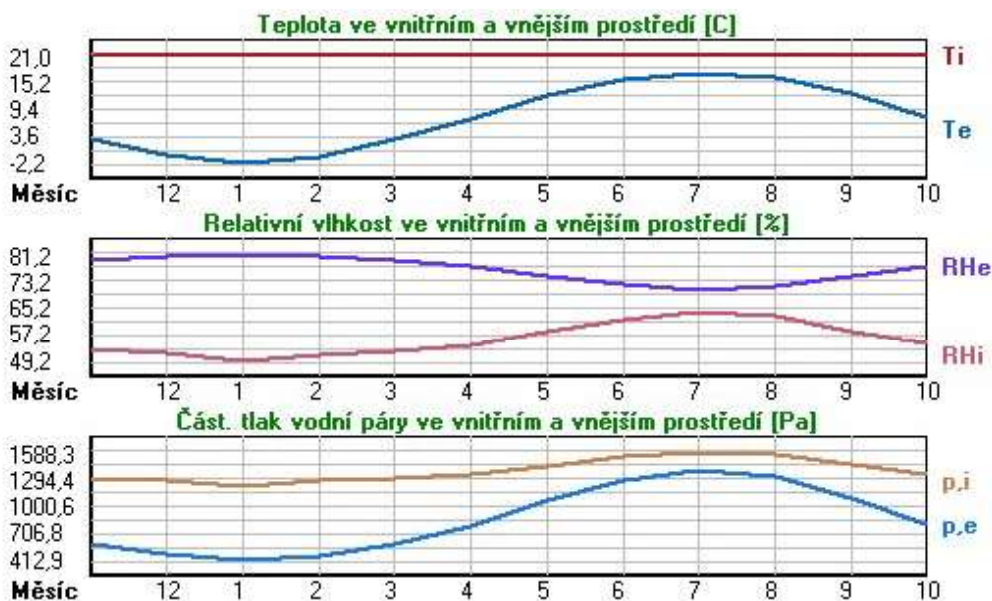
Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádkartonové desky)	---
2	Fatrapar P druh 21	---
3	Isover Multimax 30	---
4	Železobeton 3	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.00 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 : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	21.0	49.2	1222.9	-2.2	81.2	412.9
2	28	672	21.0	51.2	1272.6	-0.8	80.8	461.7
3	31	744	21.0	52.4	1302.4	2.8	79.4	592.9
4	30	720	21.0	54.0	1342.2	7.2	77.7	788.8
5	31	744	21.0	58.0	1441.6	12.3	74.8	1069.5
6	30	720	21.0	61.9	1538.6	15.7	72.2	1287.1
7	31	744	21.0	63.9	1588.3	17.3	70.6	1393.5
8	31	744	21.0	62.8	1560.9	16.4	71.5	1332.9
9	30	720	21.0	58.4	1451.6	12.7	74.5	1093.5
10	31	744	21.0	54.3	1349.7	7.7	77.5	814.1
11	30	720	21.0	52.5	1304.9	2.9	79.5	597.9
12	31	744	21.0	51.5	1280.1	-0.6	80.7	468.9

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 : 0.0 %

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.566 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.211 W/m²K

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla Un20 pro těžkou vnější stěnu Un20 = 0,25 W/m²K

U < Un20

0,211 W/m²K < 0,25 W/m²K

=>VYHOVUJE

Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 256.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 10.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 21.00 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 1.000

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

Číslo měsíce rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:

Vypočtené hodnoty

	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	13.3	0.669	9.9	0.524	21.0	1.000	49.2
2	13.9	0.676	10.5	0.520	21.0	1.000	51.2
3	14.3	0.631	10.9	0.445	21.0	1.000	52.4
4	14.8	0.548	11.3	0.300	21.0	1.000	54.0
5	15.9	0.410	12.4	0.014	21.0	1.000	58.0
6	16.9	0.225	13.4	-----	21.0	1.000	61.9
7	17.4	0.025	13.9	-----	21.0	1.000	63.9
8	17.1	0.156	13.6	-----	21.0	1.000	62.8
9	16.0	0.395	12.5	-----	21.0	1.000	58.4
10	14.8	0.537	11.4	0.280	21.0	1.000	54.3
11	14.3	0.631	10.9	0.443	21.0	1.000	52.5
12	14.0	0.677	10.6	0.520	21.0	1.000	51.5

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

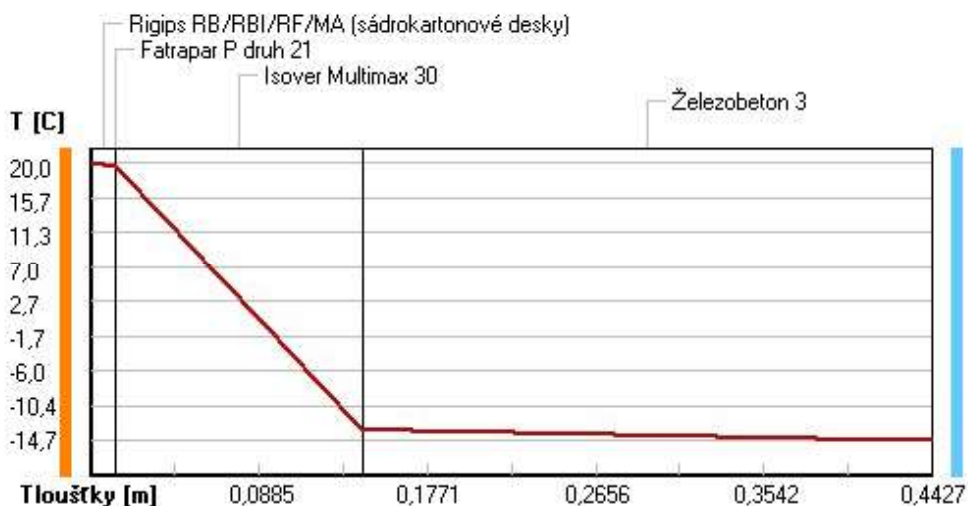
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

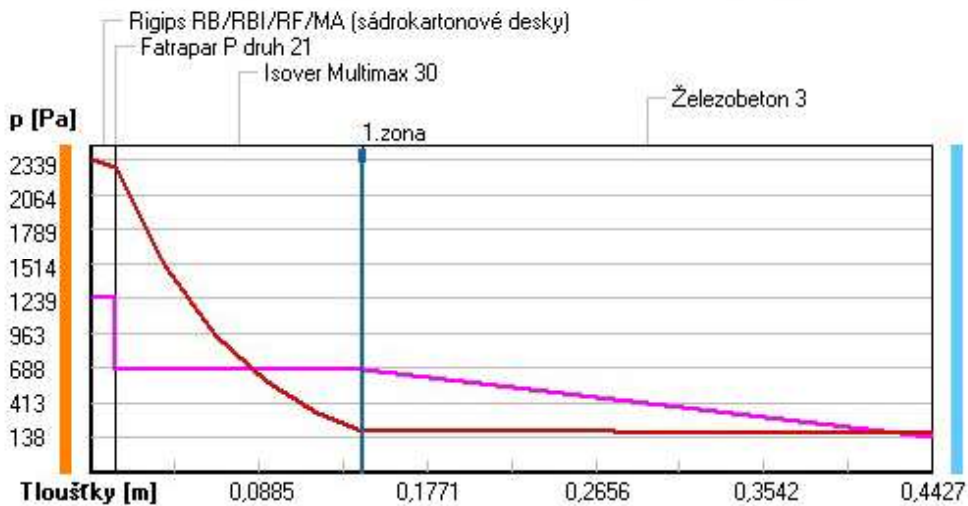
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.0	19.6	19.6	-13.4	-14.7
p [Pa]:	1243	1236	680	672	138
p,sat [Pa]:	2339	2274	2273	191	169

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.

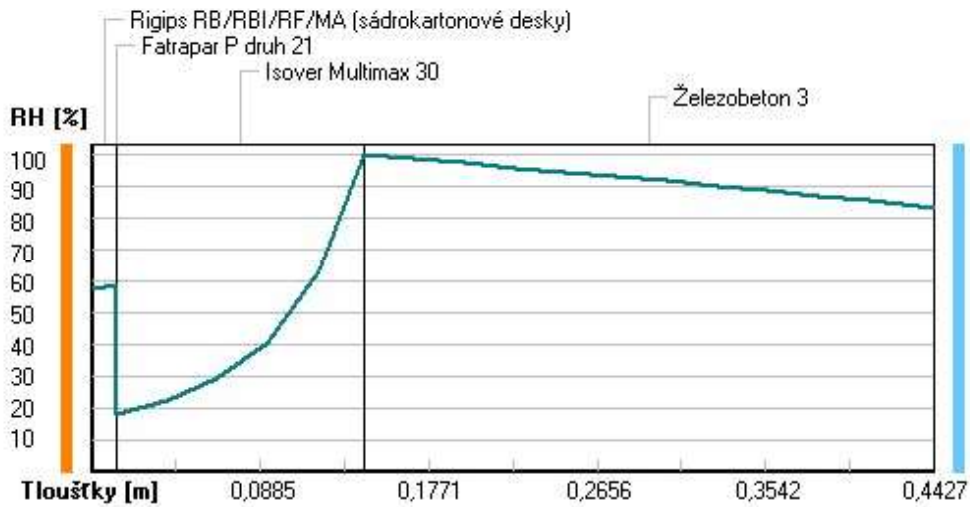
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.1427	0.1427	1.941E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.1101 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.3189 kg/(m2.rok)**

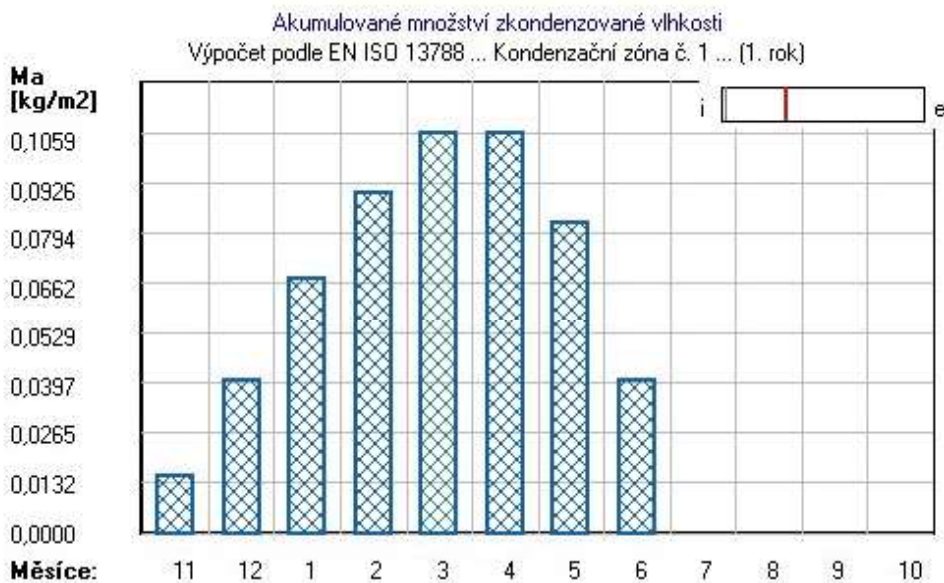
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m ² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m ² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m ² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.1427	0.1427	0.0257	0.0107	0.0150	0.0150
12	0.1427	0.1427	0.0341	0.0088	0.0253	0.0403
1	0.1427	0.1427	0.0338	0.0077	0.0261	0.0673
2	0.1427	0.1427	0.0309	0.0079	0.0230	0.0902
3	0.1427	0.1427	0.0267	0.0111	0.0156	0.1059
4	0.1427	0.1427	0.0143	0.0146	-0.0003	0.1056
5	0.1427	0.1427	-0.0013	0.0222	-0.0235	0.0821
6	0.1427	0.1427	-0.0137	0.0282	-0.0420	0.0401
7	---	---	-0.0212	0.0335	-0.0548	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.1059 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.1059 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0740 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0319 kg/m²

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

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Rigips RB/RBI/	273	92	---	---	---
2	Fatrapar P dru	242	93	30	---	---
3	Isover Multima	---	---	62	30	273
4	Železobeton 3	---	---	62	30	273

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

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

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

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 : **Stěna občerstvení**

Zpracovatel : Petr Zelenka

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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Baumit UnoRed	0,0030	0,7000	1000,0	1200,0	10,0	0.0000
2	Ytong Lambda Y	0,5000	0,0830	1000,0	300,0	7,5	0.0000
3	Baumit lep. st	0,0050	0,8000	920,0	1300,0	50,0	0.0000
4	Baumit tenkovr	0,0020	0,5400	790,0	1800,0	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 UnoRed	---
2	Ytong Lambda YQ	---
3	Baumit lep. stěrka (Baumit KlebeSpachtel)	---
4	Baumit tenkovrstvá vápenná omítka	---

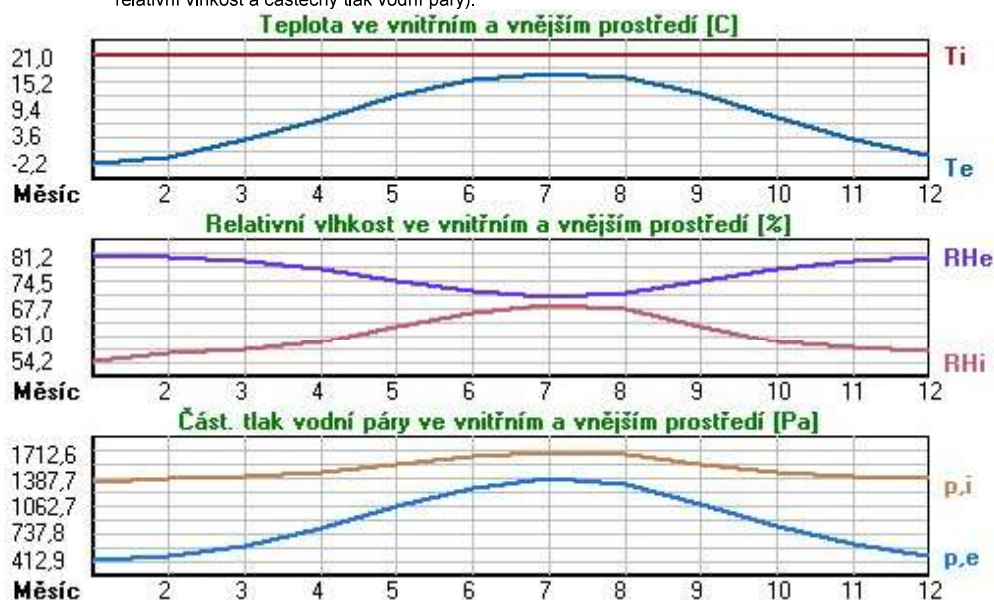
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]	
1	31	744	21.0	54.2	1347.2	-2.2	81.2	412.9
2	28	672	21.0	56.2	1396.9	-0.8	80.8	461.7
3	31	744	21.0	57.4	1426.7	2.8	79.4	592.9
4	30	720	21.0	59.0	1466.5	7.2	77.7	788.8
5	31	744	21.0	63.0	1565.9	12.3	74.8	1069.5
6	30	720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31	744	21.0	68.9	1712.6	17.3	70.6	1393.5
8	31	744	21.0	67.8	1685.2	16.4	71.5	1332.9
9	30	720	21.0	63.4	1575.9	12.7	74.5	1093.5
10	31	744	21.0	59.3	1473.9	7.7	77.5	814.1
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	2.9	79.5	597.9
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

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



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

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.038 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.161 W/m²K

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla Un20 pro těžkou vnější stěnu Un20 = 0,25 W/m²K
U < Un20
0,161 W/m²K < 0,25 W/m²K
=> VYHOVUJE

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1056.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 19.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.58 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.960

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.8	0.733	11.4	0.586	20.1	0.960	57.4
2	15.4	0.742	11.9	0.585	20.1	0.960	59.3
3	15.7	0.709	12.3	0.520	20.3	0.960	60.0
4	16.1	0.648	12.7	0.398	20.5	0.960	61.0
5	17.2	0.560	13.7	0.160	20.7	0.960	64.3
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.8	0.960	67.8
7	18.6	0.349	15.1	-----	20.9	0.960	69.5
8	18.3	0.420	14.8	-----	20.8	0.960	68.6
9	17.3	0.550	13.8	0.131	20.7	0.960	64.7
10	16.2	0.640	12.8	0.381	20.5	0.960	61.2
11	15.7	0.709	12.3	0.519	20.3	0.960	60.1
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.1	0.960	59.6

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

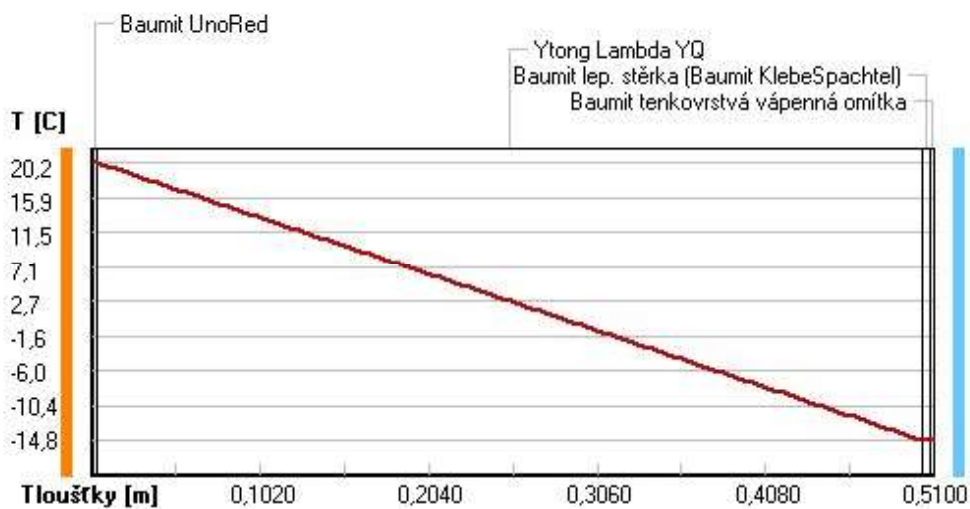
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

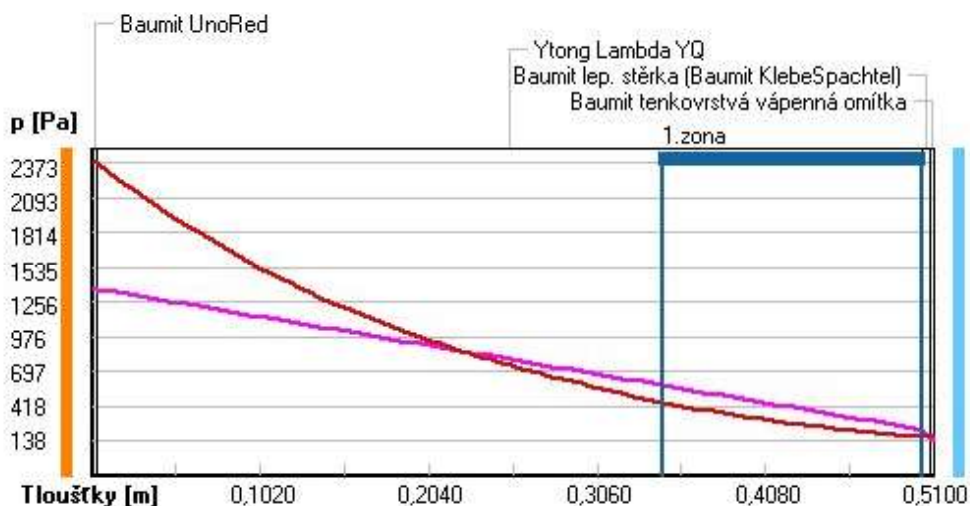
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.2	20.2	-14.7	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1367	1358	229	153	138
p,sat [Pa]:	2373	2369	169	169	168

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.

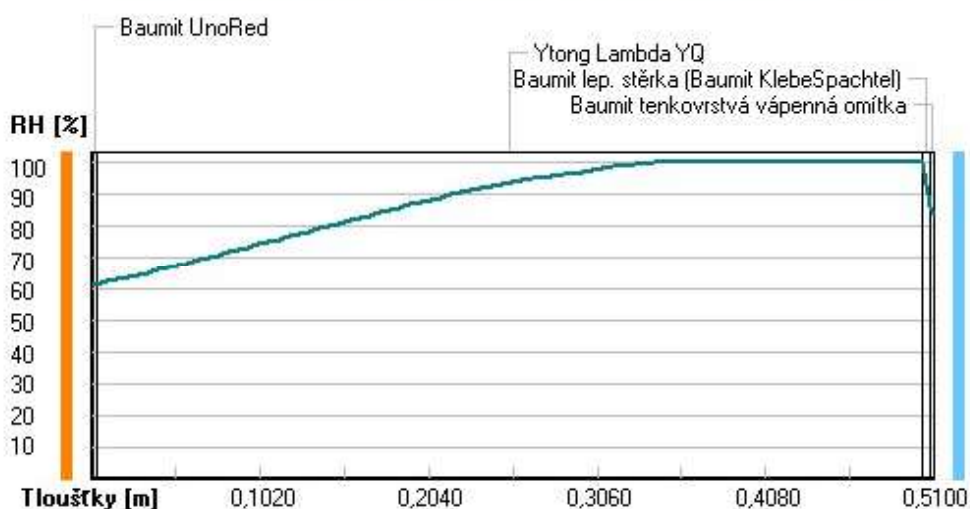
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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	0.3457	0.5030	5.019E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0544 kg/(m2.rok)**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **3.4028 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 UnoRed	151	214	---	---	---
2	Ytong Lambda Y	---	---	153	122	90
3	Baumit lep. st	---	---	153	122	90
4	Baumit tenkovr	---	---	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.

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 : **Podlaha nad suterénem**

Zpracovatel : Petr Zelenka

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem
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	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Baumit Baumaco	0,0050	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Baumit potěr E	0,0500	1,4000	840,0	2000,0	40,0	0.0000
4	Isover EPS 200	0,1500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
5	Železobeton 3	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	Dlažba keramická	---
2	Baumit Baumacol FlexTop	---
3	Baumit potěr E 300	---
4	Isover EPS 200S	---
5	Železobeton 3	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} :	0.17 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} :	0.17 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} :	0.17 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota T_e :	5.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	5.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} :	70.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} :	85.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	4.577 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.203 W/m²K

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla U_{n20} pro strop mezi vytápěným a nevytápěným prostorem $U_{n20} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U < U_{n20} \\ \mathbf{0,203 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,400 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce $Z_p T$:	1.1E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 :	422.1
Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* podle EN ISO 13786 :	13.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$:	5.00 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p}$:	1.000

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

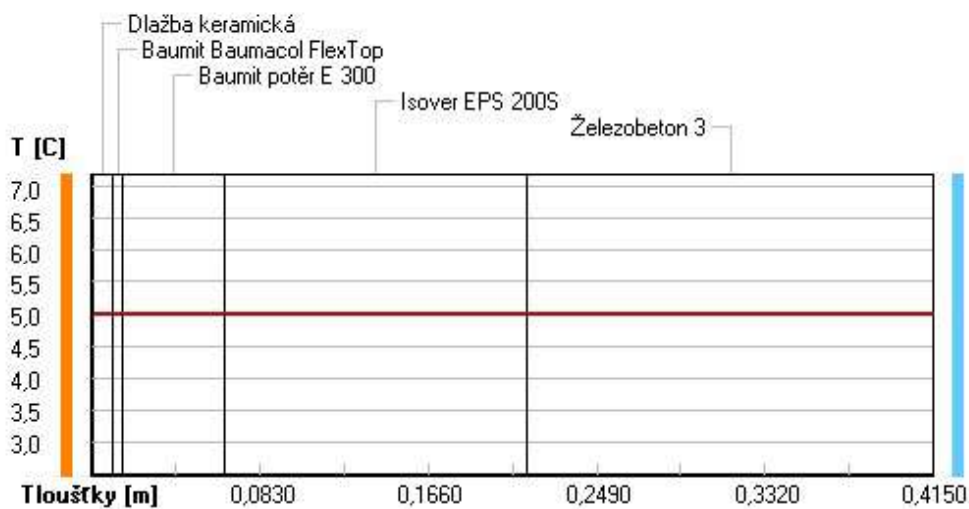
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

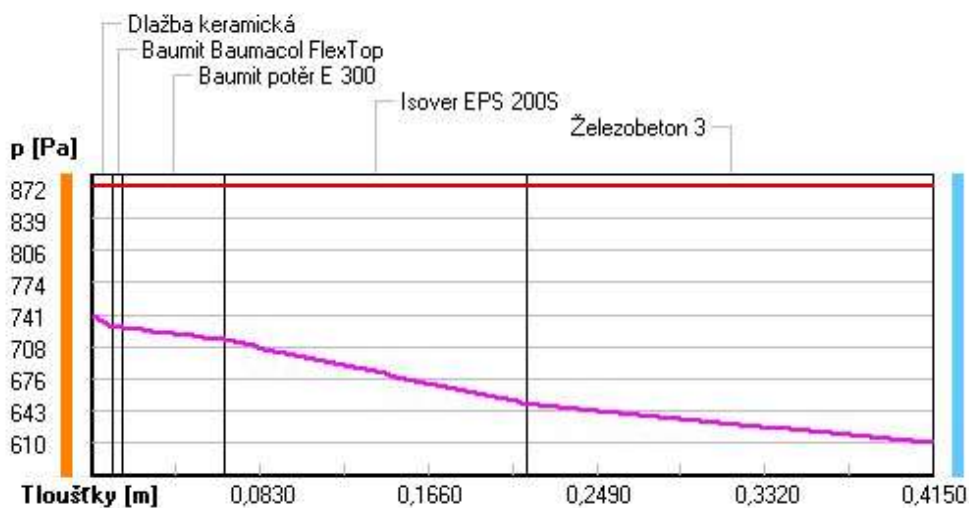
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
p [Pa]:	741	729	728	716	650	610
p,sat [Pa]:	872	872	872	872	872	872

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

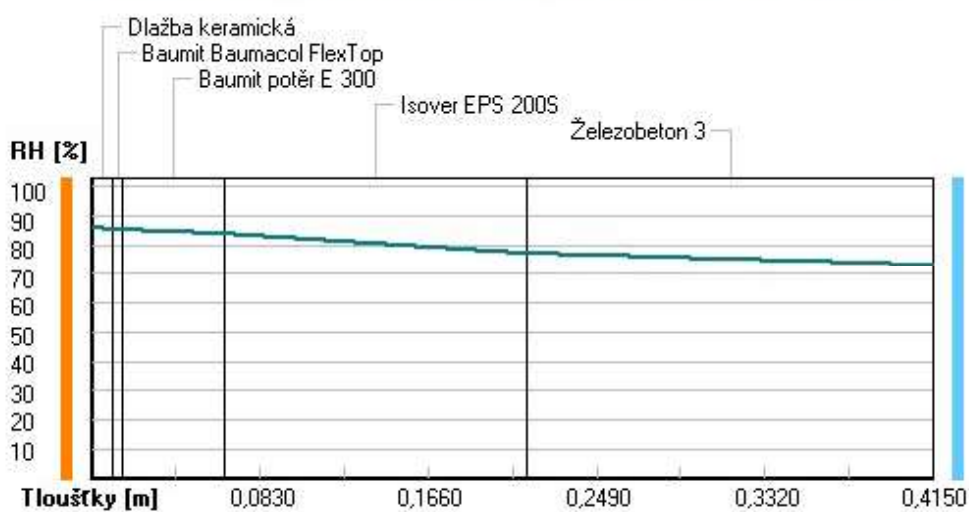
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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



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



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

Množství difundující vodní páry G_d : 1.245E-0009 kg/(m².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.

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

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540
Teplu 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha nad terénem**

Zpracovatel : Petr Zelenka

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Baumit Baumaco	0,0050	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Baumit potěr E	0,0500	1,4000	840,0	2000,0	40,0	0.0000
4	Isover EPS 200	0,1500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	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	Baumit Baumacol FlexTop	---
3	Baumit potěr E 300	---
4	Isover EPS 200S	---

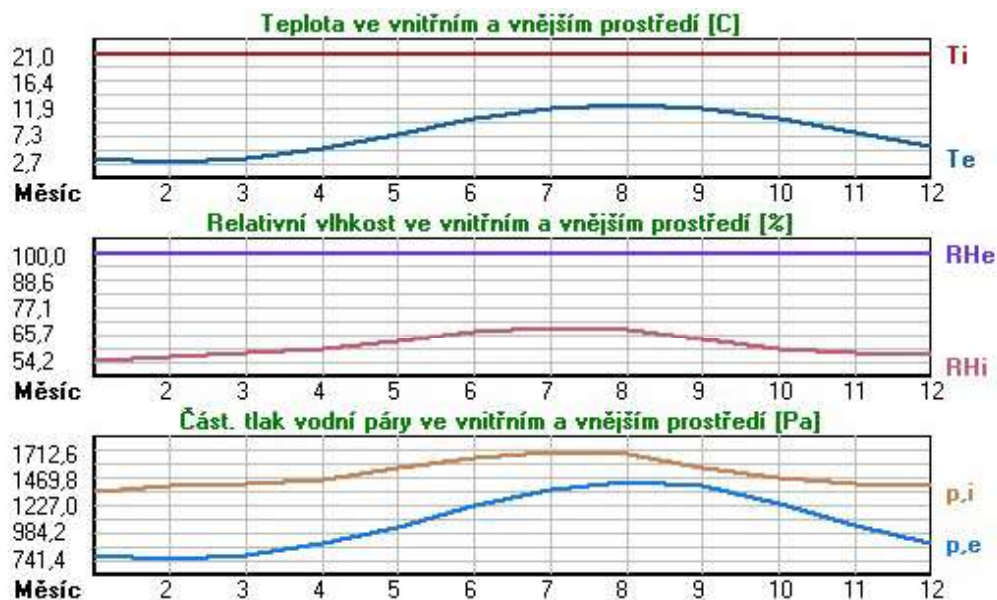
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.00 m²K/W
 Návrhová venkovní teplota T_e : 5.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 100.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]
1	31 744	21.0	54.2	1347.2	3.5	100.0	784.7
2	28 672	21.0	56.2	1396.9	2.7	100.0	741.4
3	31 744	21.0	57.4	1426.7	3.4	100.0	779.2
4	30 720	21.0	59.0	1466.5	5.2	100.0	884.1
5	31 744	21.0	63.0	1565.9	7.4	100.0	1029.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	10.0	100.0	1227.3
7	31 744	21.0	68.9	1712.6	11.7	100.0	1374.3
8	31 744	21.0	67.8	1685.2	12.5	100.0	1448.7
9	30 720	21.0	63.4	1575.9	12.0	100.0	1401.8

10	31	744	21.0	59.3	1473.9	10.2	100.0	1243.9
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	7.7	100.0	1050.5
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	5.3	100.0	890.3

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).



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 : 4.462 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.216 W/m²K

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla U_{n20} pro podlahu na terénu $U_{n20} = 0,3$ W/m²K

$U < U_{n20}$

0,216 W/m²K < 0,300 W/m²K

=>VYHOVUJE

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 7.8E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} podle EN ISO 13786 : 49.2

Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_{s_i^*}$ podle EN ISO 13786 : 5.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{s_i,p}$: 20.15 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{s_i,p}$: 0.947

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{s_i} = 0,25$ m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T_{s_i} [C]	f, R_{s_i}	RH_{s_i} [%]
	$T_{s_i}, m[C]$	f, R_{s_i}, m	$T_{s_i}, m[C]$	f, R_{s_i}, m			
1	14.8	0.646	11.4	0.451	20.1	0.947	57.4
2	15.4	0.693	11.9	0.505	20.0	0.947	59.7
3	15.7	0.699	12.3	0.504	20.1	0.947	60.8

4	16.1	0.692	12.7	0.474	20.2	0.947	62.1
5	17.2	0.718	13.7	0.463	20.3	0.947	65.9
6	18.1	0.738	14.6	0.420	20.4	0.947	69.3
7	18.6	0.741	15.1	0.363	20.5	0.947	71.0
8	18.3	0.686	14.8	0.273	20.5	0.947	69.7
9	17.3	0.585	13.8	0.199	20.5	0.947	65.3
10	16.2	0.557	12.8	0.237	20.4	0.947	61.4
11	15.7	0.604	12.3	0.345	20.3	0.947	60.1
12	15.5	0.647	12.0	0.429	20.2	0.947	59.5

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

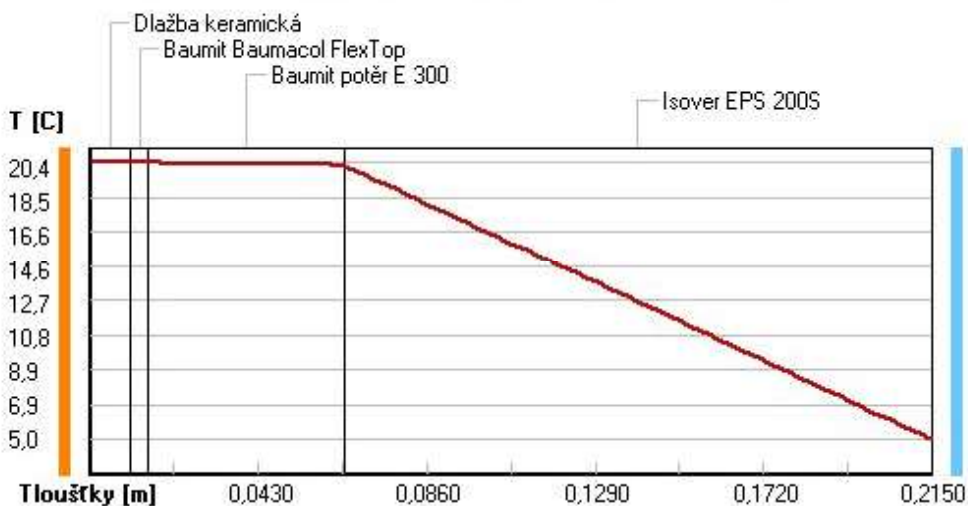
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

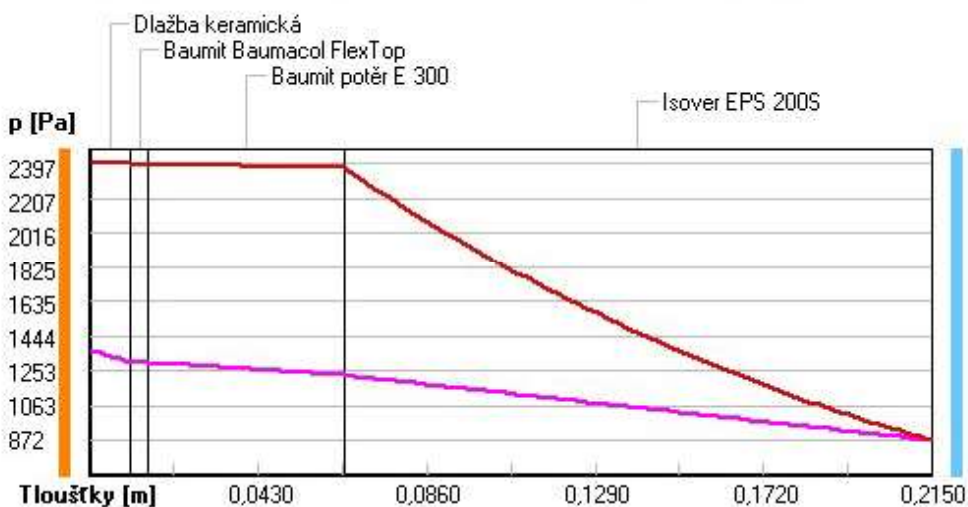
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.4	20.4	20.4	20.2	5.0
p [Pa]:	1367	1299	1296	1228	872
p,sat [Pa]:	2397	2392	2390	2372	872

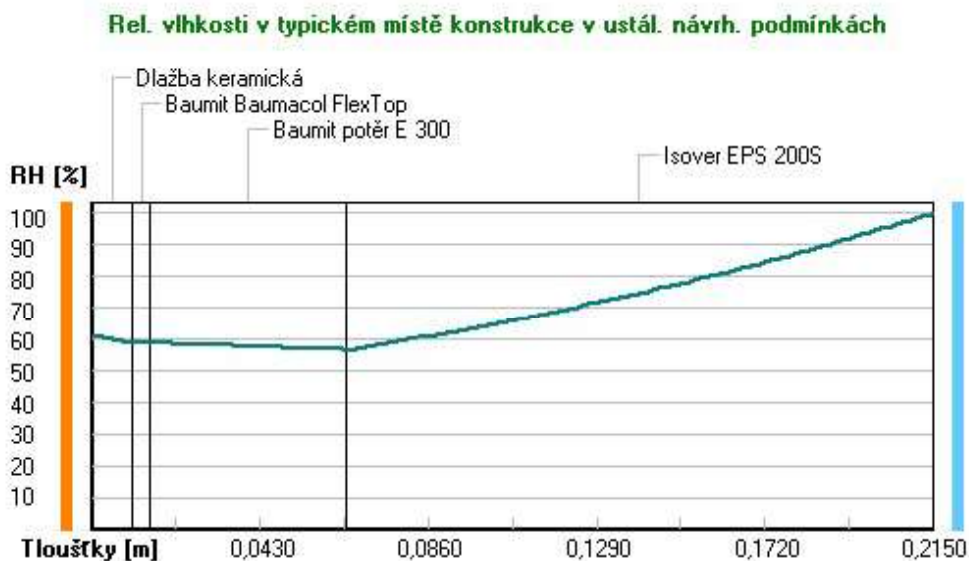
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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





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

Množství difundující vodní páry G_d : 6.786E-0009 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Dlažba keramic	151	183	31	---	---
2	Baumit Baumaco	212	153	---	---	---
3	Baumit potěr E	212	153	---	---	---
4	Isover EPS 200	---	---	---	---	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.

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

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

Teplu 2017 EDU

Název úlohy : **Střecha občerstvení**

Zpracovatel : Petr Zelenka

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Rigips RB/RBI/	0,0125	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Fatrapar P dru	0,0002	0,3000	1470,0	900,0	50000,0	0.0000
3	Isover Unirol-	0,1500	0,0390	840,0	15,5	1,0	0.0000
4	Železobeton 3	0,2500	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
5	Isover Unirol-	0,2500	0,0390	840,0	15,5	1,0	0.0000
6	Bramac Pro	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	130,0	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.

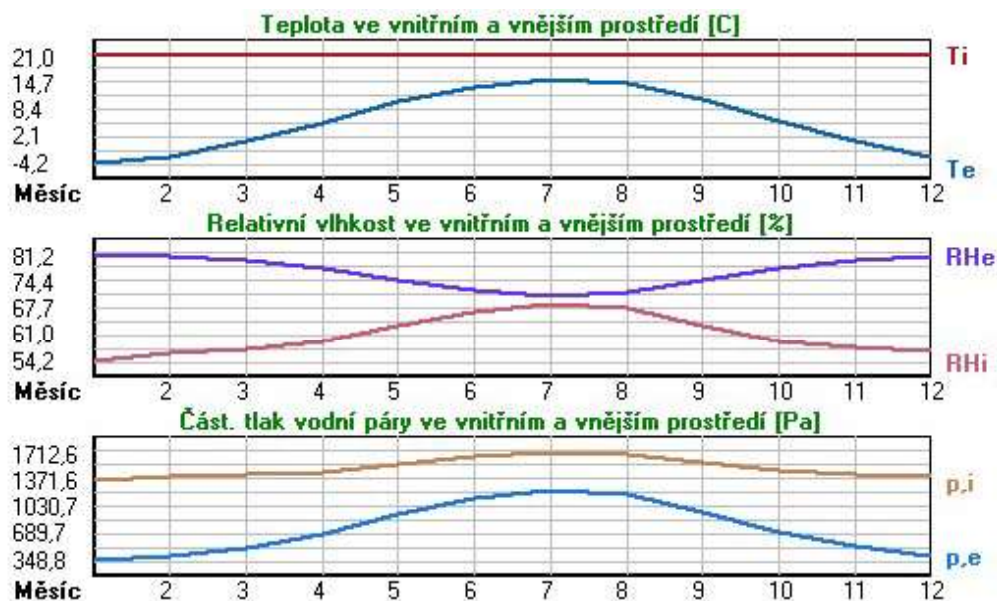
Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokartonové desky)	---
2	Fatrapar P druh 21	---
3	Isover Unirol-Plus	---
4	Železobeton 3	---
5	Isover Unirol-Plus	---
6	Bramac Pro	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	21.0	54.2	1347.2	-4.2	81.2	348.8
2	28	672	21.0	56.2	1396.9	-2.8	80.8	390.7
3	31	744	21.0	57.4	1426.7	0.8	79.4	513.7
4	30	720	21.0	59.0	1466.5	5.2	77.7	687.0
5	31	744	21.0	63.0	1565.9	10.3	74.8	936.6
6	30	720	21.0	66.9	1662.9	13.7	72.2	1131.3
7	31	744	21.0	68.9	1712.6	15.3	70.6	1226.7
8	31	744	21.0	67.8	1685.2	14.4	71.5	1172.4
9	30	720	21.0	63.4	1575.9	10.7	74.5	958.1
10	31	744	21.0	59.3	1473.9	5.7	77.5	709.4
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	0.9	79.5	518.1
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-2.6	80.7	396.8

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



Průměrná měsíční venkovní teplota 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 :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 10.461 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.094 W/m²K

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla U_{n20} pro šikmou střechu do 45° $U_{n20} = 0,16$ W/m²K

$U < U_{n20}$

0,094 W/m²K < 0,160 W/m²K

=>VYHOVUJE

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 15323.6

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si}^* podle EN ISO 13786 : 11.6 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 20.16 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.977

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25$ m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.8	0.754	11.4	0.619	20.4	0.977	56.2
2	15.4	0.764	11.9	0.620	20.4	0.977	58.1
3	15.7	0.738	12.3	0.568	20.5	0.977	59.1
4	16.1	0.692	12.7	0.474	20.6	0.977	60.3
5	17.2	0.642	13.7	0.317	20.8	0.977	64.0
6	18.1	0.606	14.6	0.126	20.8	0.977	67.6
7	18.6	0.577	15.1	-----	20.9	0.977	69.5

8	18.3	0.596	14.8	0.064	20.8	0.977	68.4
9	17.3	0.638	13.8	0.300	20.8	0.977	64.3
10	16.2	0.687	12.8	0.462	20.6	0.977	60.6
11	15.7	0.738	12.3	0.567	20.5	0.977	59.2
12	15.5	0.765	12.0	0.620	20.5	0.977	58.4

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

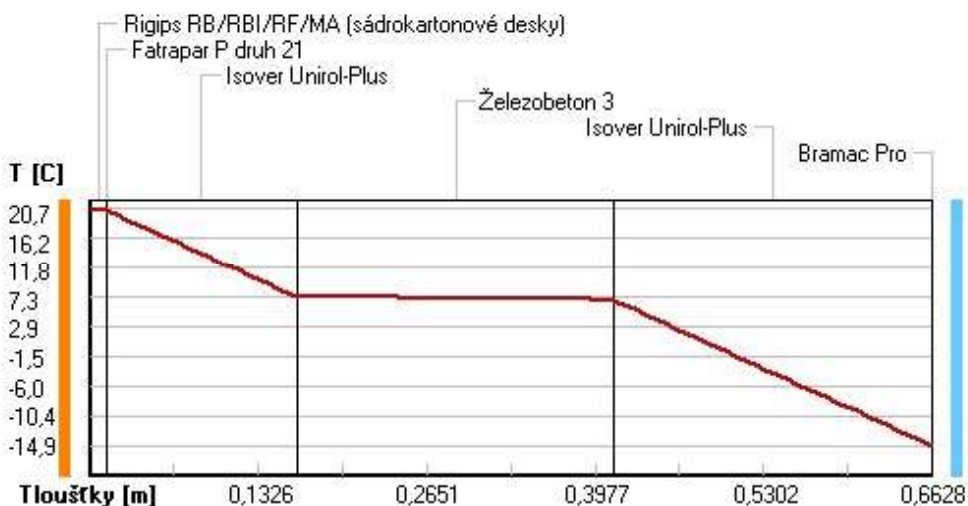
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

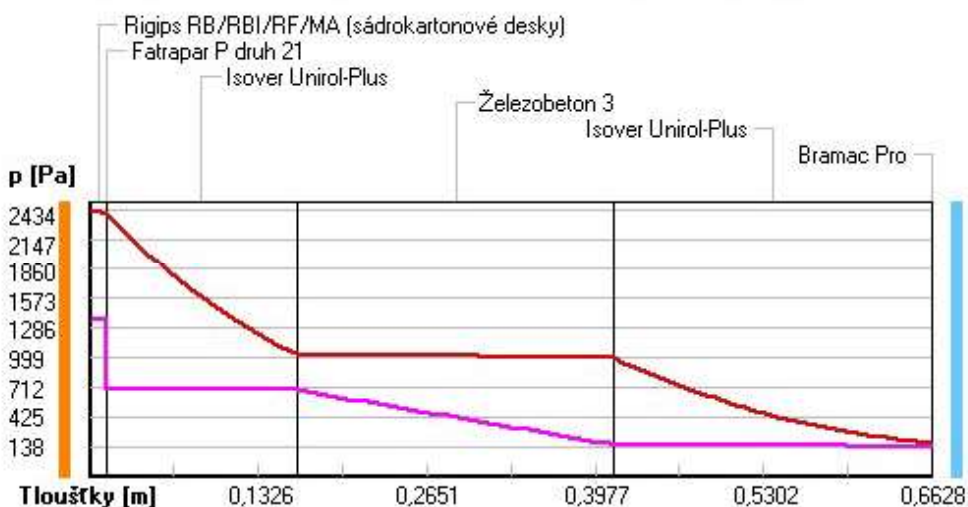
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.7	20.5	20.5	7.4	6.9	-14.9	-14.9
p [Pa]:	1367	1359	696	686	156	139	138
p,sat [Pa]:	2434	2404	2404	1029	995	167	167

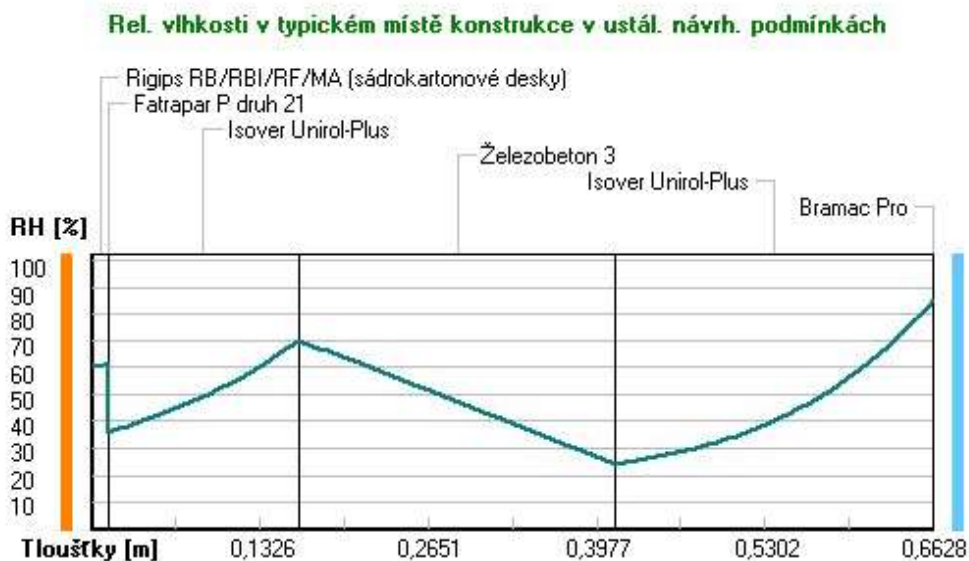
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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





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

Množství difundující vodní páry G_d : 1.325E-0008 kg/(m².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	Rigips RB/RBI/	212	153	---	---	---
2	Fatrapar P dru	212	153	---	---	---
3	Isover Unirol-	59	306	---	---	---
4	Železobeton 3	59	306	---	---	---
5	Isover Unirol-	---	---	275	90	---
6	Bramac Pro	---	---	275	90	---

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

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

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