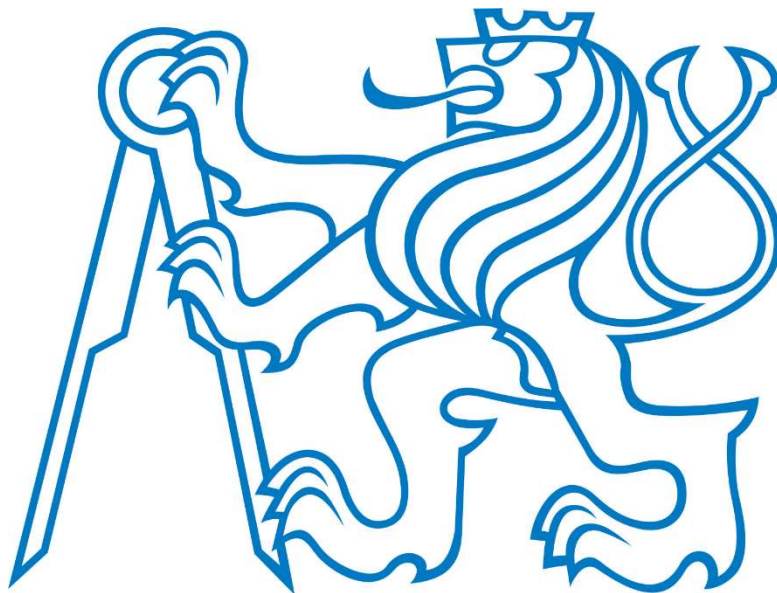


České Vysoké Učení Technické v Praze
fakulta stavební

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tepelně technické výpočty



Veronika Špicarová
Praha 2019

Obsah

1. ÚVOD	3
2. Tabulky ČSN	3
3. Tepelně technické výpočty a posouzení.....	5
3.1 Podlaha A.....	5
3.2 Podlaha B.....	9
3.3 Podlaha C.....	13
3.4 Stěna.....	17
3.5 Střecha jednoláštová vegetační.....	23
3.6 Jednoplášťová střecha	29

1. ÚVOD

Při zpracování výpočtů byl použit program Teplo 2017 a MS Word 2018. Při posuzování tepelných vlastností hodnocených konstrukcí bylo vycházeno z požadavků normy ČSN 730540 viz tabulky 1,2 a na další straně, zároveň byly při návrhu skladeb vzaty v úvahu akustické požadavky na stavební konstrukci dle ČSN 730532 viz. tabulky na straně 3,4.

2. Tabulky ČSN

Tab. 1 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty [6, 7]

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

Tab. 2 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty [4]

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	Dětský pokoj, ložnice	I.	–
	Obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	Koupelna, WC	III.	II.
	Předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.

<https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/9520-vliv-materialu-roznaseci-vrstvy-podlahy-na-pokles-dotykoveteploty>

Tabulka se součiniteli prostupu tepla vybraných konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{req,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,20
		lehká: 0,20	
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,20
		lehká: 0,20	
Střecha strmá nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,20
Střecha do plochá a šikmá do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50	1,20	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°	1,40	1,10	0,90
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Podlaha a stěna vytápěného prostoru k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25

3. Tepelně technické výpočty a posouzení

3.1 Podlaha A

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Podlaha A...	podlaha	0.272	2.077	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce

U součinitel prostupu tepla konstrukce

Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci

za rok DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : Podlaha A
Zpracovatel : Veronika Špicarová
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 8.4.2019

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	Podkladní beto	0,1500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
2	Glastek Specia	0,0010	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
3	Železobeton	0,2000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Epoxidová nátě	0,0010	0,2000	1400,0	1200,0	10000,0	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	Podkladní beton	---
2	Glastek Special Mineral	---
3	Železobeton	---
4	Epoxidová nátěr	---

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} :	0.04
m2K/W dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} :	0.04
	m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e :8.6 C

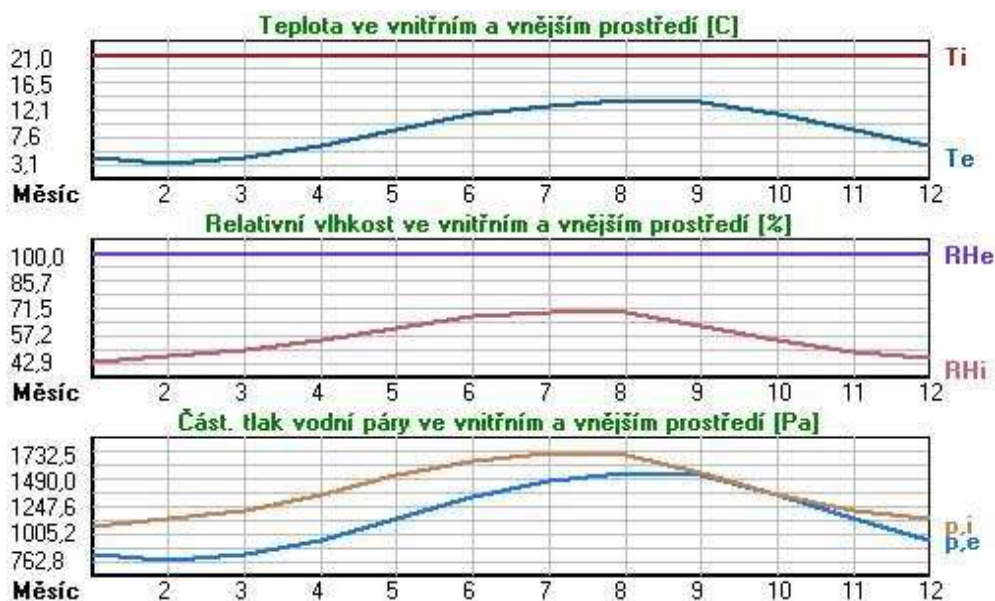
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :21.0 C

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	42.9	1066.3	4.0	100.0	812.8
2	28	672	21.0	46.0	1143.4	3.1	100.0	762.8
3	31	744	21.0	48.9	1215.4	4.2	100.0	824.4
4	30	720	21.0	54.2	1347.2	6.2	100.0	947.6
5	31	744	21.0	61.4	1526.1	8.8	100.0	1132.0
6	30	720	21.0	66.9	1662.9	11.3	100.0	1338.4
7	31	744	21.0	69.7	1732.5	12.8	100.0	1477.5
8	31	744	21.0	69.0	1715.1	13.6	100.0	1556.7
9	30	720	21.0	62.1	1543.5	13.4	100.0	1536.6
10	31	744	21.0	54.3	1349.7	11.5	100.0	1356.3
11	30	720	21.0	48.7	1210.5	8.9	100.0	1139.7
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	6.1	100.0	941.1

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



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

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti :

5.0 % Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO

13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 0.272
 m²K/W Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 2.077
 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 2.10 / 2.13 / 2.18 / 2.28 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} :2.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 15.8
 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 T_{si,p} :15.50 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} :0.555

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%		T _{si} [C]	f _{Rsi}
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}		
1	11.2	0.426	7.9	0.231	13.4	0.555
2	12.3	0.514	8.9	0.327	13.0	0.555
3	13.2	0.537	9.9	0.337	13.5	0.555
4	14.8	0.582	11.4	0.351	14.4	0.555
5	16.8	0.653	13.3	0.368	15.6	0.555
6	18.1	0.703	14.6	0.342	16.7	0.555
7	18.8	0.729	15.3	0.299	17.3	0.555
8	18.6	0.678	15.1	0.202	17.7	0.555
9	16.9	0.466	13.5	0.009	17.6	0.555
10	14.8	0.352	11.4	-----	16.8	0.555
11	13.2	0.352	9.8	0.074	15.6	0.555
12	12.2	0.407	8.8	0.182	14.4	0.555

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

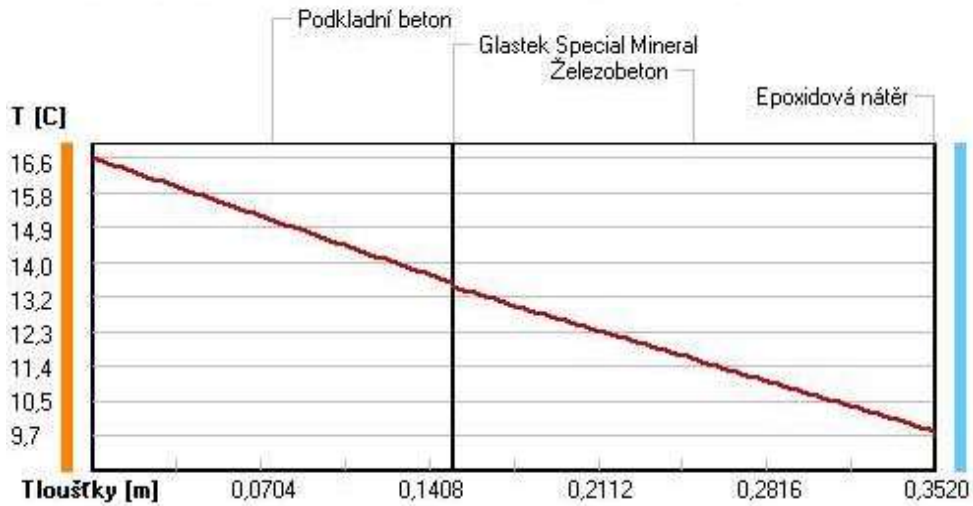
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

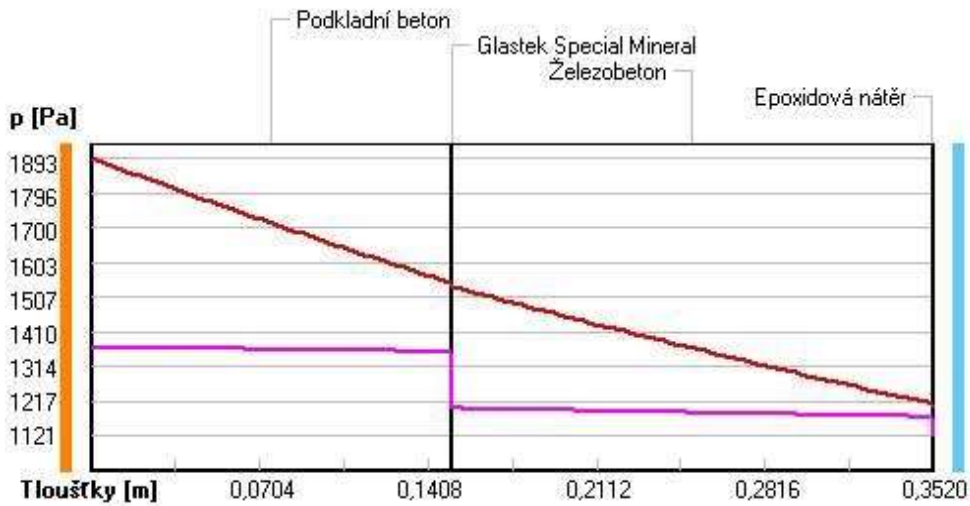
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e	
theta [C]:	16.6	13.5	13.4	9.8	9.7	
p [Pa]:		1367	1354	1197	1173	1121
p _{sat} [Pa]:		1893	1548	1536	1211	1201

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.

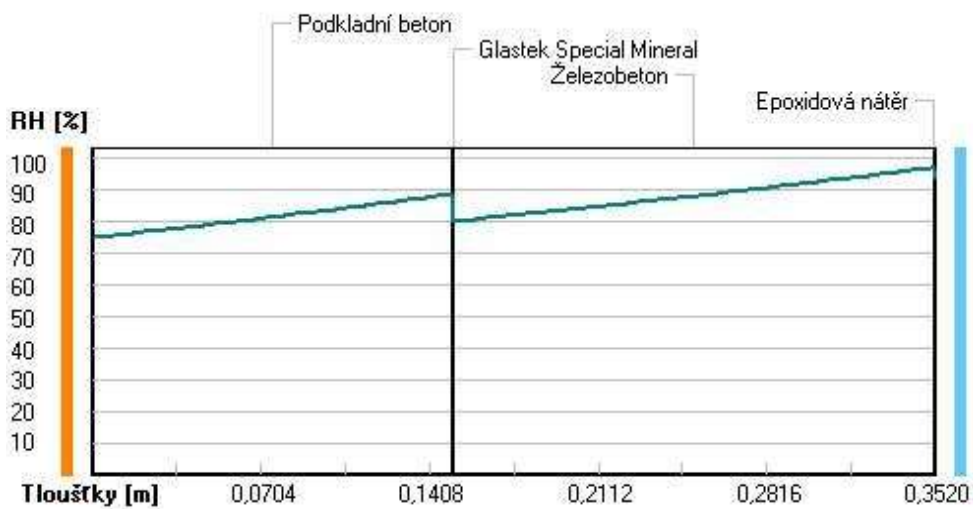
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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 : 1.045E-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	Podkladní beto	---	---	61	92	212
2	Glastek Specia	---	---	61	92	212
3	Železobeton	---	---	---	---	365
4	Epoxidová nátě	---	---	---	---	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

3.2 Podlaha B

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Podlaha B...	podlaha	3.532	0.270	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce

U součinitel prostupu tepla konstrukce

Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci

za rok DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové

konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : Podlaha B
 Zpracovatel : Veronika Špicarová
 Zakázka : Bakalářská práce
 Datum : 8.4.2019

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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2800,0	200,0	0.0000
2	Lepicí tmel	0,0060	0,8000	900,0	2800,0	20,0	0.0000
3	Betonová mazan	0,0500	11,0000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
4	Separáční foli	0,0002	0,3500	1470,0	1470,0	100000,0	0.0000
5	Tep. izolační	0,0300	0,0480	1270,0	12,5	30,0	0.0000
6	Železobeton	0,2600	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	EPS 100	0,1000	0,0370	1270,0	20,0	30,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Lepicí tmel	---
3	Betonová mazanina	---
4	Separáční folie	---
5	Tep. izolační desky	---
6	Železobeton	---
7	EPS 100	---

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 : 16.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH*i* : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.532
 m²K/W Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.270
 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.29 / 0.32 / 0.37 / 0.47 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 akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.8E+0011 m/s

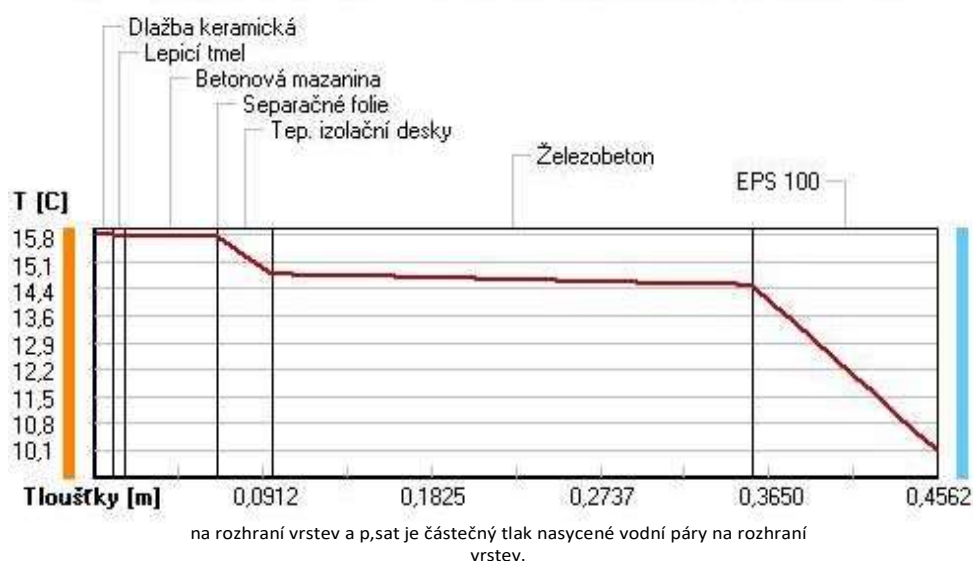
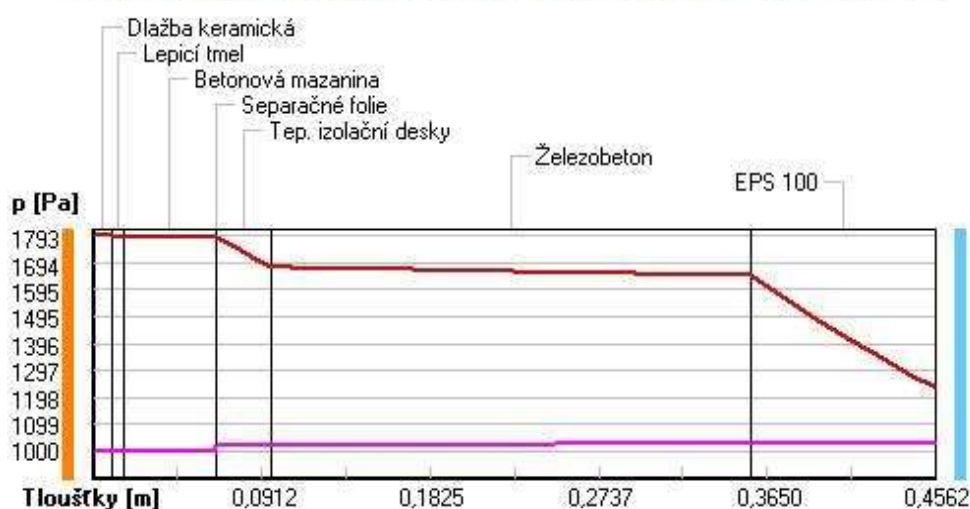
Tepelní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1725.7

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{s,i,p}$: 15.61 CTeplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.935Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25$ m²K/W.Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

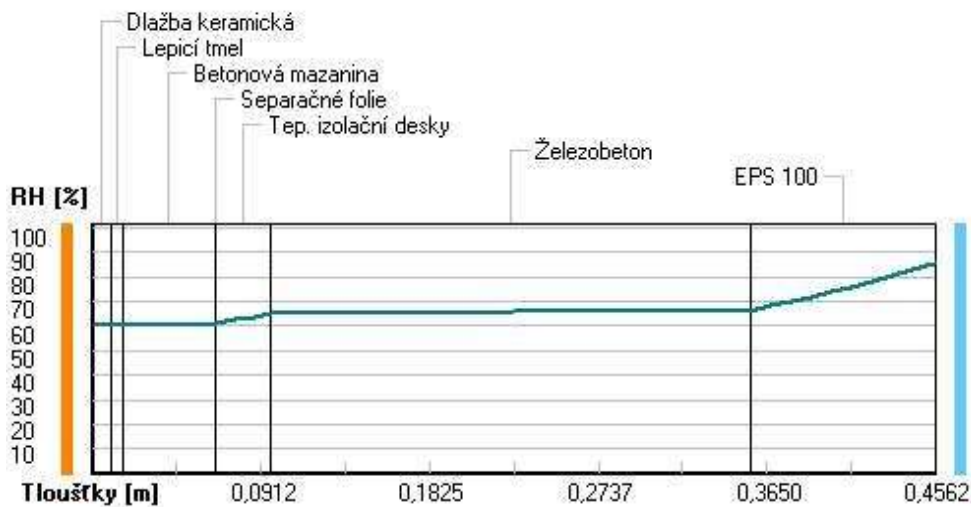
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	14.7	14.4	10.1
p [Pa]:	1000	1001	1002	1002	1022	1022	1028	1031
p,sat [Pa]:	1793	1791	1790	1789	1789	1676	1644	1233

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

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 : -1.905E-0010 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.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha B

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 15,0 C
 Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
 Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
 Teplota na vnější straně T_e : 10,0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 16,0 C
 Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,010	1,010	200,0
2	Lepicí tmel	0,006	0,800	20,0
3	Betonová mazanina	0,050	11,000	20,0
4	Separačné folie	0,0002	0,350	100000,0
5	Tep. izolační desky	0,030	0,048	30,0
6	Železobeton	0,260	1,430	23,0
7	EPS 100	0,100	0,037	30,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = -0,451$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,935$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti

plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U, N = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,270 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U < U, N \dots$ POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

3.3 Podlaha C

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Podlaha C...	podlaha	3.572	0.264	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce

U součinitel prostupu tepla konstrukce

Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci

za rok DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : Podlaha C

Zpracovatel : Veronika Špicarová

Zakázka : Bakalářská práce

Datum : 8.4.2019

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/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Podlahová kryt	0,0025	0,1800	2510,0	760,0	157,0	0.0000
2	Samonivelační	0,0040	1,3800	830,0	1400,0	40,0	0.0000
3	Betonová mazan	0,0500	1,1000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
4	Separáční foli	0,0002	0,3500	1470,0	1470,0	10000,0	0.0000
5	Tep. izol desk	0,0300	0,0480	1270,0	12,5	30,0	0.0000
6	Železobeton	0,2600	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	EPS 100	0,1000	0,0370	1270,0	20,0	30,0	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	Podlahová krytina PVC	---
2	Samonivelační cementová hmota	---
3	Betonová mazanina	---
4	Separáční folie	---
5	Tep. izol desky	---
6	Železobeton	---
7	EPS 100	---

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 : 0.04
 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 : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.572
 m²K/W Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.264
 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 7.1E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1484.8
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 20.29 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{i,Rsi,p} : 0.935
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m²K/W.

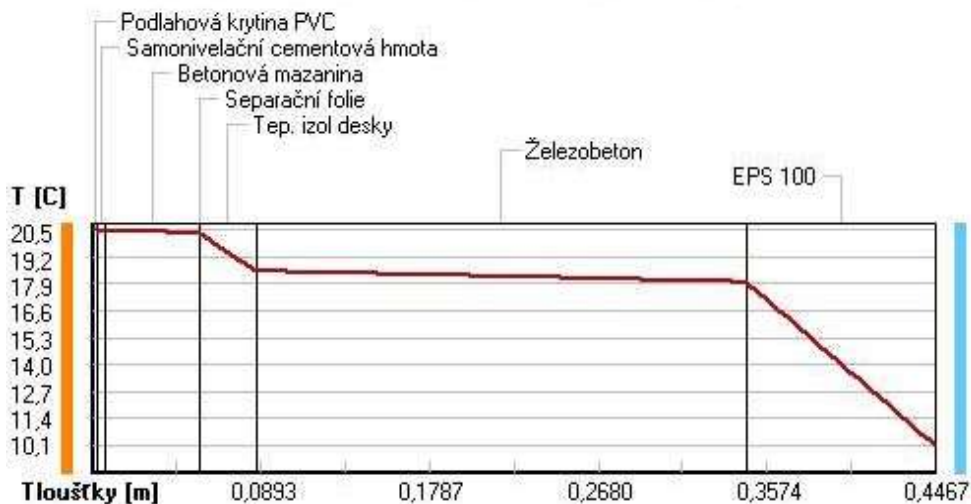
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

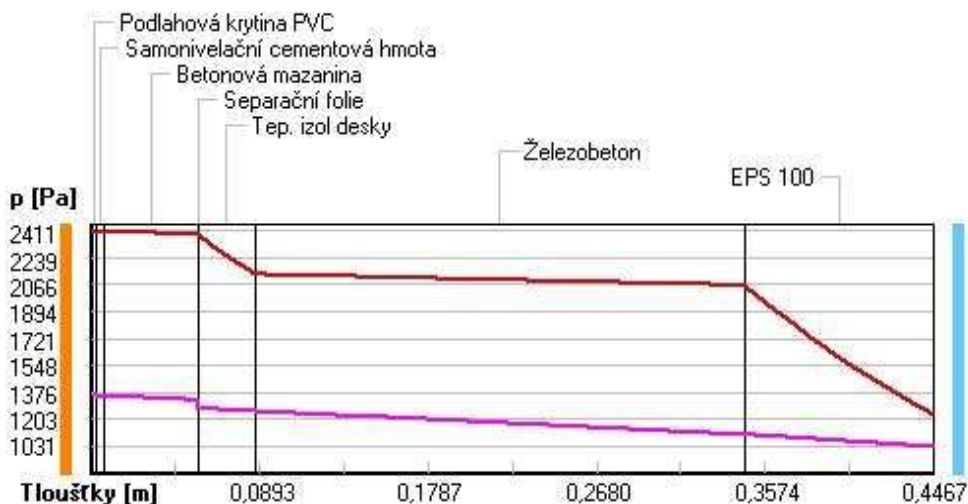
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.5	20.5	20.5	20.3	20.3	18.5	18.0	10.1
p [Pa]:	1367	1357	1353	1328	1278	1256	1106	1031
p,sat [Pa]:	2411	2405	2404	2384	2384	2129	2060	1237

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.

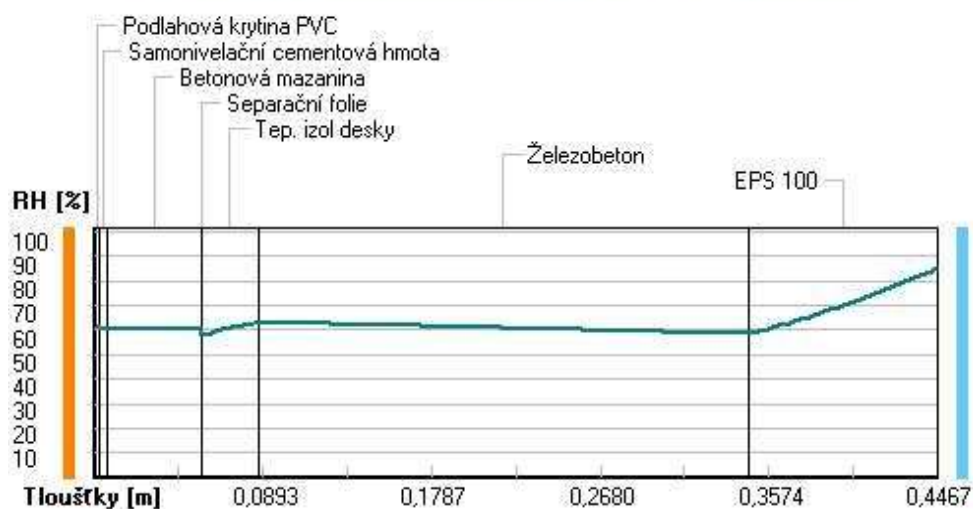
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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 : 5.005E-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.

Teplu 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha C

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
 Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
 Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
 Teplota na vnější straně T_e : 10,0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21,0 C
 Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Podlahová krytina PVC	0,0025	0,180	157,0
2	Samonivelační cementová hmota	0,004	1,380	40,0
3	Betonová mazanina	0,050	1,100	20,0
4	Separáční folie	0,0002	0,350	10000,0
5	Tep. izol desky	0,030	0,048	30,0
6	Železobeton	0,260	1,430	23,0
7	EPS 100	0,100	0,037	30,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,178$ Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,935$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U, N = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vypočtená hodnota: $U = 0,264 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U < U, N \dots$ POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

3.4 Stěna

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Stěna...	stěna	4.081	0.235	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

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

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : Stěna
Zpracovatel : Veronika Špicarová
Zakázka : Bakalářská práce
Datum : 8.4.2019

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	Omítka vápenná	0,0100	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Železobeton	0,2500	1,7400	1020,0	2500,0	32,0	0.0000
3	Jednosložková	0,0100	0,3000	900,0	520,0	20,0	0.0000
4	ISOVER IT PROF	0,1550	0,0400	800,0	160,0	1,0	0.0000
5	Stěrková hmota	0,0050	0,8800	900,0	1400,0	20,0	0.0000
6	Tekostěnná omí	0,0100	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Železobeton	---
3	Jednosložková lepící hmota DEKTHERM	---
4	ISOVER IT PROFI	---
5	Stěrková hmota DEKTHERM ELASTIC	---
6	Tekostěnná omítka	---

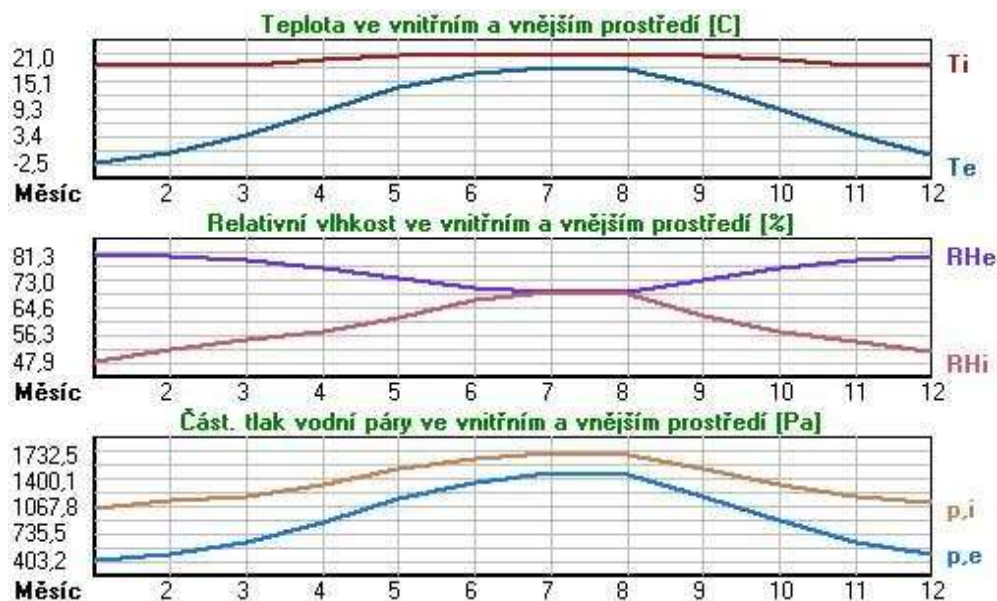
Okrajové podmínky výpočtu :

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 : 19.0 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	19.0	47.9	1052.0	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	19.0	51.4	1128.8	-0.3	80.5	479.4
3	31 744	19.0	54.7	1201.3	3.8	79.2	634.8
4	30 720	20.0	57.3	1339.1	9.0	76.8	881.2
5	31 744	21.0	61.4	1526.1	13.9	73.6	1168.3
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	17.0	70.9	1373.1
7	31 744	21.0	69.7	1732.5	18.5	69.3	1475.1
8	31 744	21.0	69.0	1715.1	18.1	69.8	1448.9
9	30 720	21.0	62.1	1543.5	14.3	73.3	1194.1
10	31 744	20.0	57.5	1343.7	9.1	76.7	886.1
11	30 720	19.0	54.4	1194.7	3.5	79.3	622.3
12	31 744	19.0	50.9	1117.8	-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 : 5.0 %

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.081
m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.235
W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.6E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 402.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 13.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 17.06 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.943

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	11.0	0.629	7.7	0.475	17.8	0.943	51.7
2	12.1	0.642	8.8	0.469	17.9	0.943	55.1
3	13.0	0.608	9.7	0.387	18.1	0.943	57.8
4	14.7	0.520	11.3	0.210	19.4	0.943	59.6
5	16.8	0.403	13.3	-----	20.6	0.943	63.0
6	18.1	0.280	14.6	-----	20.8	0.943	67.8
7	18.8	0.110	15.3	-----	20.9	0.943	70.3
8	18.6	0.177	15.1	-----	20.8	0.943	69.7
9	16.9	0.394	13.5	-----	20.6	0.943	63.6

10	14.8	0.520	11.4	0.207	19.4	0.943	59.8
11	13.0	0.611	9.6	0.393	18.1	0.943	57.5
12	12.0	0.640	8.6	0.470	17.9	0.943	54.6

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

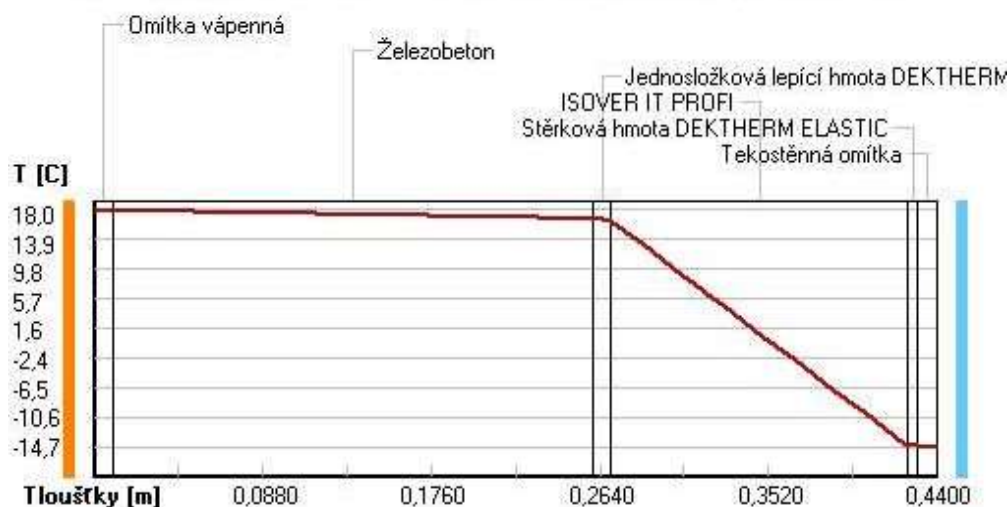
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

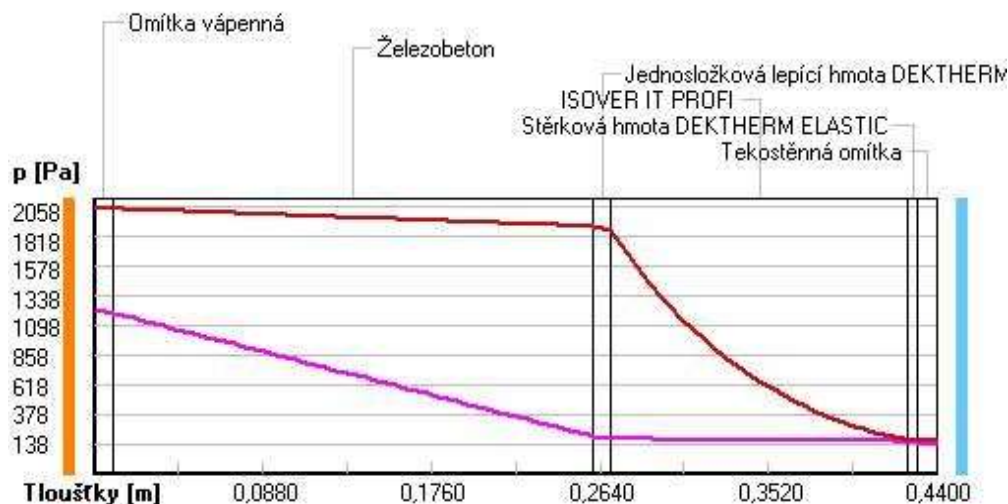
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	18.0	17.9	16.7	16.5	-14.5	-14.6	-14.7
p [Pa]:	1208	1200	203	178	158	146	138
p,sat [Pa]:	2058	2046	1902	1870	172	171	170

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

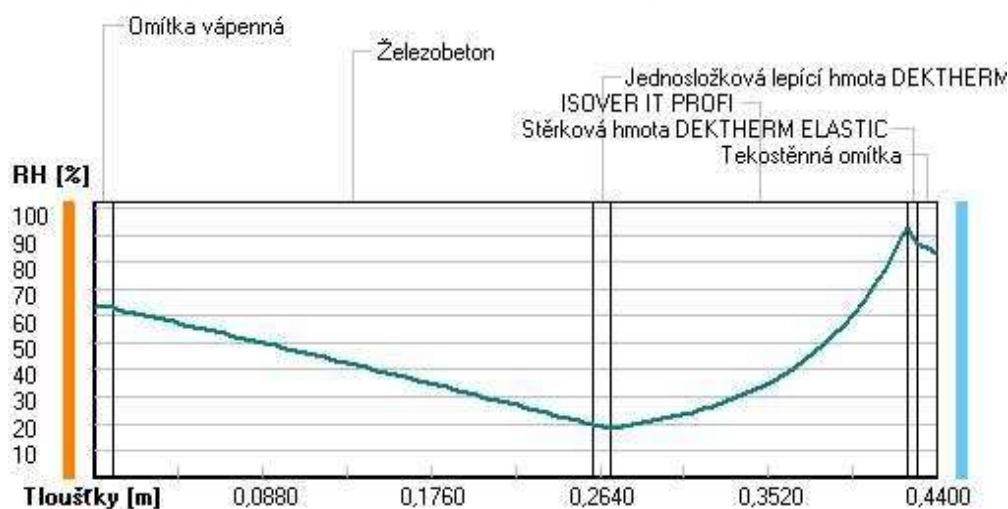
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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



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



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

Množství difundující vodní páry G_d : 2.494E-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	Omítka vápenná	212	122	31	---	---
2	Železobeton	212	153	---	---	---
3	Jednosložková	334	31	---	---	---
4	ISOVER IT PROF	---	62	213	90	---
5	Stěrková hmota	---	62	213	90	---
6	Tekostěnná omí	---	62	272	31	---

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

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

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

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Stěna

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 18,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 19,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]	
1	Omítka vápenná	0,010	0,870	6,0	
2	Železobeton	0,250	1,740	32,0	
3	Jednosložková lepicí hmota DEK	0,010	0,300	20,0	
4	ISOVER IT PROFI	0,155	0,040	1,0	
5	Stěrková hmota DEK THERM ELASTI		0,005	0,880	20,0
6	Tekostěnná omítka	0,010	0,870	6,0	

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,738$ Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,943$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,30$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,235$ W/m²K
 $U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky: 1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

3.5 Střecha jednoláštřová vegetační

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Střecha...	střecha	8.051	0.122	0.0213	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 : **Střecha**
 Zpracovatel : Veronika
 Špicarová Zakázka :
 Bakalářská
 práce Datum : 8.4.2019

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha
 jednoláštřová 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	Hydroizolační	0,0015	0,1600	960,0	1400,0	15000,0	0.0000
2	Tep izolační d	0,1800	0,0350	1450,0	52,0	52,0	0.0000
3	ESP 100	0,1000	0,0380	1270,0	23,0	50,0	0.0000
4	Spádový vrstva	0,1500	1,7500	1020,0	2400,0	32,0	0.0000
5	Železobeton	0,2600	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Hydroizolační fólie	---
2	Tep izolační desky	---
3	ESP 100	---
4	Spádový vrstva	---
5	Železobeton	---

Okrajové podmínky výpočtu :

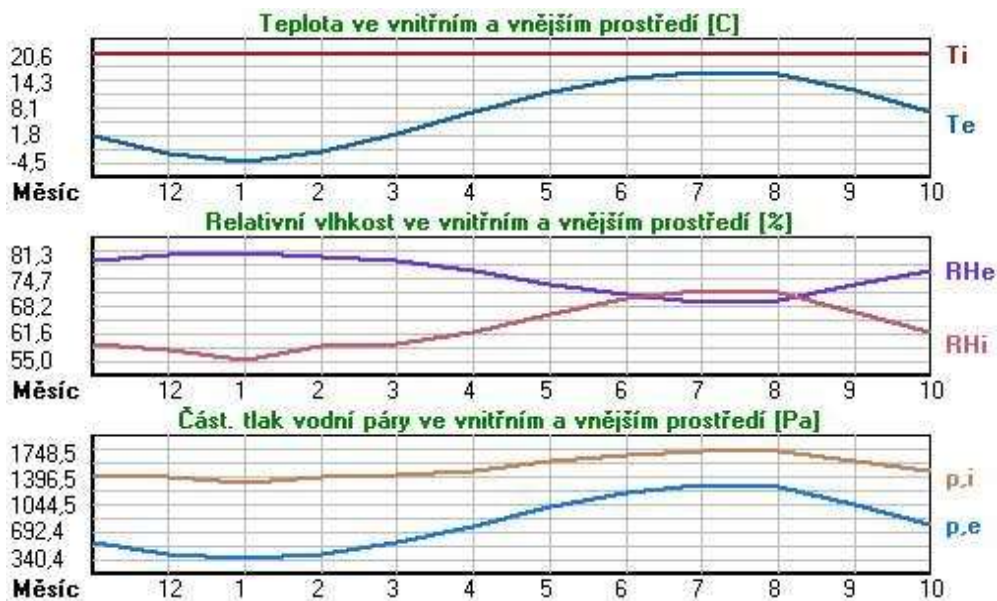
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10
m2K/W dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25
m2K/W Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04
m2K/W dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04
m2K/W

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 RH i :55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	20.6	55.0	1333.8	-4.5	81.3	340.4
2	28	672	20.6	58.2	1411.4	-2.3	80.5	405.9
3	31	744	20.6	59.0	1430.8	1.8	79.2	550.6
4	30	720	20.6	61.6	1493.9	7.0	76.8	769.0
5	31	744	20.6	66.2	1605.5	11.9	73.6	1024.9
6	30	720	20.6	70.1	1700.0	15.0	70.9	1208.4
7	31	744	20.6	72.1	1748.5	16.5	69.3	1300.2
8	31	744	20.6	71.7	1738.8	16.1	69.8	1276.6
9	30	720	20.6	66.7	1617.6	12.3	73.3	1048.0
10	31	744	20.6	61.6	1493.9	7.1	76.7	773.3
11	30	720	20.6	58.9	1428.4	1.5	79.3	539.6
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-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 Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střešou a oblohou).

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

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :8.051 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.122 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 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 akumuláční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2149.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 18.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} :19.53 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} :0.970

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%		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}				
1	14.7	0.763	11.2	0.627	19.8	0.970	57.6
2	15.5	0.779	12.1	0.629	19.9	0.970	60.7
3	15.8	0.742	12.3	0.559	20.0	0.970	61.1
4	16.4	0.693	13.0	0.439	20.2	0.970	63.2
5	17.6	0.651	14.1	0.250	20.3	0.970	67.3
6	18.5	0.620	15.0	-----	20.4	0.970	70.8
7	18.9	0.591	15.4	-----	20.5	0.970	72.6
8	18.8	0.608	15.3	-----	20.5	0.970	72.3
9	17.7	0.648	14.2	0.228	20.4	0.970	67.7
10	16.4	0.691	13.0	0.435	20.2	0.970	63.2
11	15.7	0.745	12.3	0.565	20.0	0.970	61.0
12	15.4	0.776	12.0	0.628	19.9	0.970	60.2

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

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

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

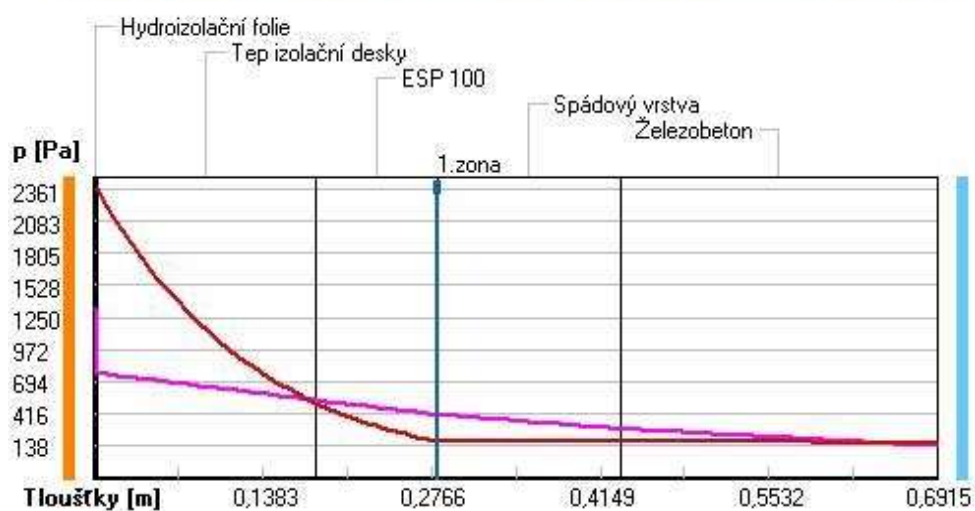
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.2	20.1	-2.2	-13.7	-14.0	-14.8
p [Pa]:	1334	769	534	409	288	138
p _{sat} [Pa]:	2361	2355	507	186	180	167

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 dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.2815	0.2815	5.337E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: 0.0187 kg/(m2.rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: 0.1905 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		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc M_c/M_{ev}	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc M_a
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	0.2815	0.2815	0.0100	0.0085	0.0015	0.0015
12	0.2815	0.2815	0.0126	0.0066	0.0061	0.0076
1	0.2815	0.2815	0.0124	0.0054	0.0069	0.0148
2	0.2815	0.2815	0.0114	0.0061	0.0053	0.0201
3	0.2815	0.2815	0.0102	0.0090	0.0012	0.0213
4	0.2815	0.2815	0.0064	0.0129	-0.0065	0.0148
5	---	---	0.0027	0.0198	-0.0171	0.0000
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: 0.0213 kg/m2
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: 0.0213 kg/m2 z toho se odpaří do exteriéru: 0.0213 kg/m2
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

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

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

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	Hydroizolační	151	122	92	---	---
2	Tep izolační d	---	31	334	---	---
3	ESP 100	---	---	92	92	181
4	Spádový vrstva	---	---	92	92	181
5	Železobeton	---	---	153	61	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.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střecha

Rekapitulace vstupních dat

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

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Hydroizolační folie	0,0015	0,160	15000,0
2	Tep izolační desky	0,180	0,035	52,0
3	ESP 100	0,100	0,038	50,0
4	Spádový vrstva	0,150	1,750	32,0
5	Železobeton	0,260	1,430	23,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,747$ Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,970$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,24$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,122$ W/m²K
 $U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:
zóna č. 1: 0,138 kg/m².rok (materiál: ESP 100).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m².rok

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

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci. Kond.zóna č. 1: Max. množství akumulované vlhkosti $M_{c,a} = 0,0213$ kg/m²
Na konci modelového roku je zóna suchá.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.
 $M_{a,vysl} = 0$ kg/m² ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.
 $M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

3.6 Jednoplášťová střecha

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Střecha jednoplášťová...	střecha	4.116	0.235	0.0059	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 : **Střecha jednoplášťová**
 Zpracovatel : Veronika Špicarová
 Zakázka : Bakalářská práce
 Datum : 8.4.2019

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	Železobeton	0,2000	1,4300	1020,0	2300,0	32,0	0.0000
2	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1400,0	29000,0	0.0000
3	Spádová vrstva	0,0500	0,0380	1270,0	2500,0	50,0	0.0000
4	EPS 100	0,1000	0,0380	1270,0	2300,0	50,0	0.0000
5	Hydroizolační	0,0015	0,1600	960,0	1400,0	20000,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Železobeton	---
2	Glastek 40 Special	---
3	Spádová vrstva	---
4	EPS 100	---
5	Hydroizolační vrstva	---

Okrajové podmínky výpočtu :

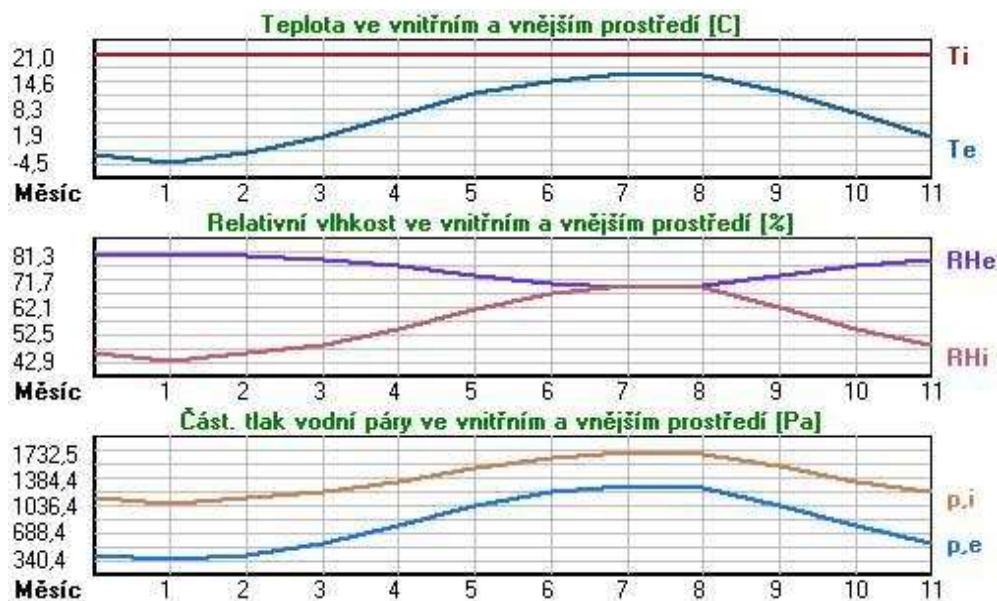
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10
 m^2K/W dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25
 m^2K/W Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04
 m^2K/W dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04
 m^2K/W

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	42.9	1066.3	-4.5	81.3	340.4
2	28 672	21.0	46.0	1143.4	-2.3	80.5	405.9
3	31 744	21.0	48.9	1215.4	1.8	79.2	550.6
4	30 720	21.0	54.2	1347.2	7.0	76.8	769.0
5	31 744	21.0	61.4	1526.1	11.9	73.6	1024.9
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.0	70.9	1208.4
7	31 744	21.0	69.7	1732.5	16.5	69.3	1300.2
8	31 744	21.0	69.0	1715.1	16.1	69.8	1276.6
9	30 720	21.0	62.1	1543.5	12.3	73.3	1048.0
10	31 744	21.0	54.3	1349.7	7.1	76.7	773.3
11	30 720	21.0	48.7	1210.5	1.5	79.3	539.6
12	31 744	21.0	45.6	1133.4	-2.6	80.7	396.8

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



Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechem 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 : 4.116
 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.235
 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 8.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 41931.3
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.96 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.943

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%		T _{si} [C]	f _{Rsi}
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}		
1	11.2	0.617	7.9	0.487	19.6	0.943
2	12.3	0.626	8.9	0.483	19.7	0.943
3	13.2	0.595	9.9	0.420	19.9	0.943
4	14.8	0.558	11.4	0.314	20.2	0.943
5	16.8	0.534	13.3	0.153	20.5	0.943
6	18.1	0.520	14.6	-----	20.7	0.943
7	18.8	0.506	15.3	-----	20.7	0.943
8	18.6	0.513	15.1	-----	20.7	0.943
9	16.9	0.533	13.5	0.134	20.5	0.943
10	14.8	0.557	11.4	0.311	20.2	0.943
11	13.2	0.598	9.8	0.425	19.9	0.943
12	12.2	0.625	8.8	0.484	19.7	0.943

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

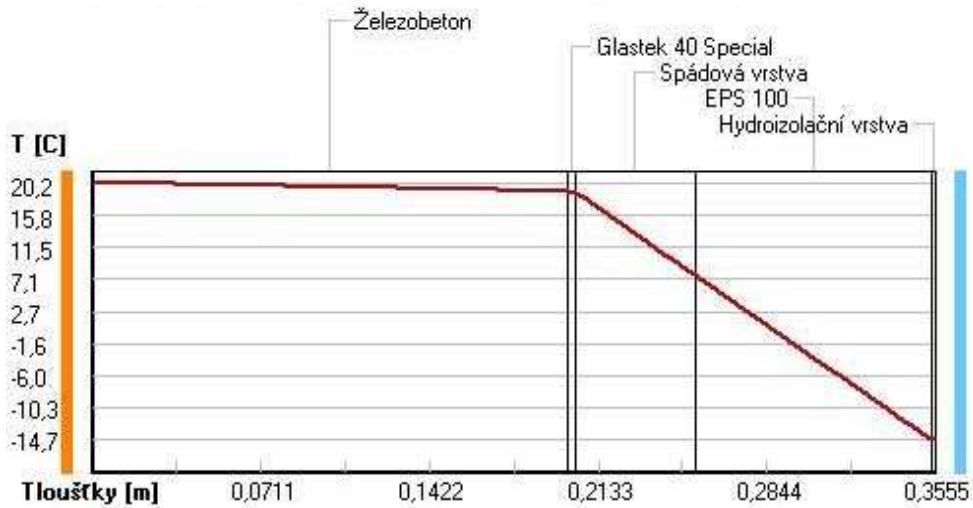
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

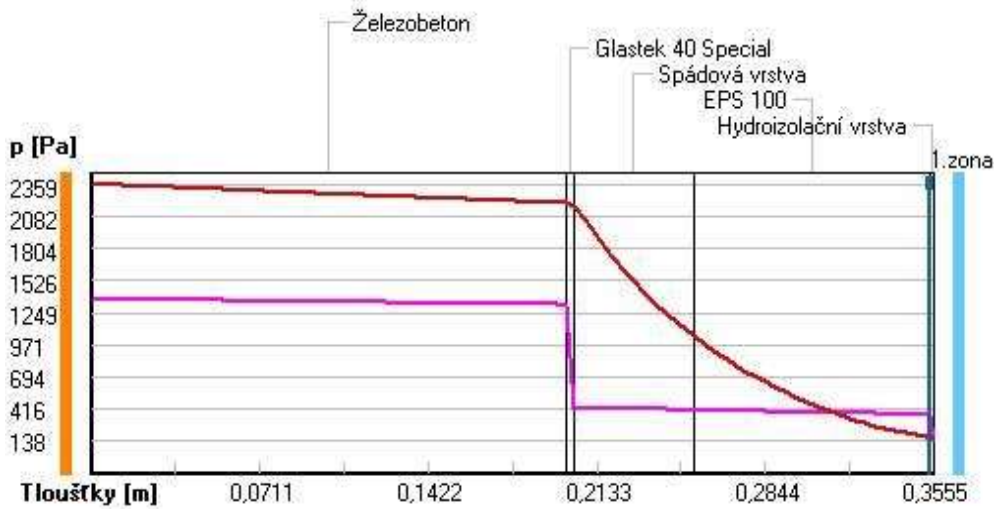
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.2	19.0	18.8	7.7	-14.6	-14.7
p [Pa]:	1367	1318	427	407	369	138
p _{sat} [Pa]:		2359	2192	2170	1049	171

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.

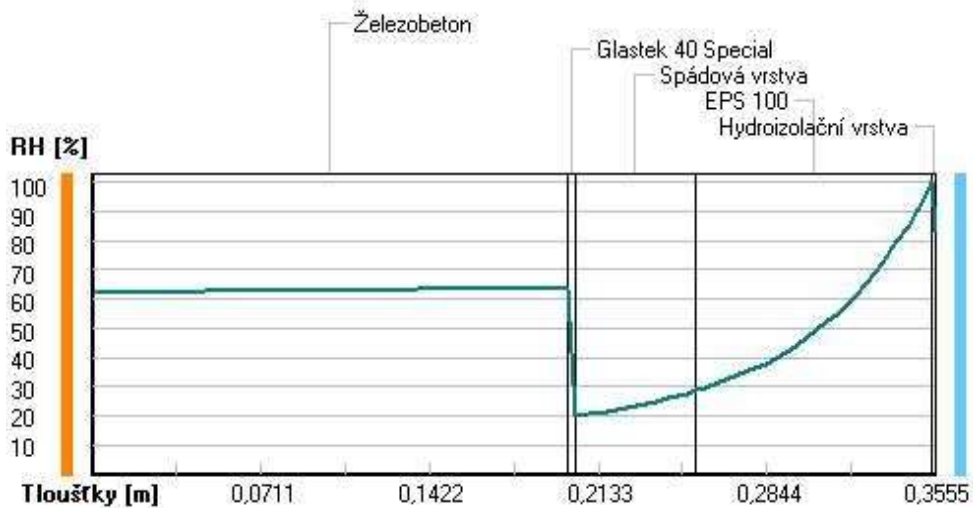
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá [m]	pravá	
1	0.3540	0.3540	1.622E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

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

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: 0.0630 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		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
12	0.3540	0.3540	0.0026	0.0019	0.0007	0.0007
1	0.3540	0.3540	0.0025	0.0015	0.0010	0.0017
2	0.3540	0.3540	0.0023	0.0018	0.0006	0.0023
3	0.3540	0.3540	0.0021	0.0028	-0.0007	0.0016
4	---	---	0.0013	0.0042	-0.0029	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: 0.0023
kg/m2 Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.:
0.0023 kg/m2 z toho se
odpaří do exteriéru: 0.0023 kg/m2
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

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

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

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	122	31	---	---
2	Glastek 40 Spe	212	122	31	---	---
3	Spádová vrstva	273	92	---	---	---
4	EPS 100	---	---	153	61	151
5	Hydroizolační	---	---	153	61	151

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.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střecha jednoplášťová

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Železobeton	0,200	1,430	32,0
2	Glastek 40 Special	0,004	0,210	29000,0
3	Spádová vrstva	0,050	0,038	50,0
4	EPS 100	0,100	0,038	50,0
5	Hydroizolační vrstva	0,0015	0,160	20000,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,749$ Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,943$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_N = 0,24$ W/m²K
Vypočtená hodnota: $U = 0,235$ W/m²K
 $U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:
0,063 kg/m².rok
(materiál: Hydroizolační vrstva).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:

0,063 kg/m².rok Vypočtené hodnoty: V_{kci} dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0059$ kg/m².rok
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0630$ kg/m².rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant. $M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2.

POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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