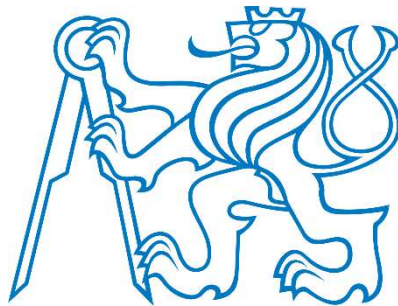


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PŘÍLOHA č.2 – VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce :
Vypracovala:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D
Bc. Andrea Hlávková

2017/2018

OBSAH:

1. TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU	2
1.1. VSTUPNÍ ÚDAJE.....	2
1.2. VNITŘNÍ TEPLoty.....	2
1.3. SCHÉMA PŘÍVODŮ A ODVODŮ VZDUCHU	3
1.4. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	4
2. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ	6
2.1. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ	6
2.2. PROTOKOLY Z PROGRAMU TEPLo 2017 EDU	6
2.2.1 OBVODOVÁ STĚNA.....	7
2.2.2 STŘECHA.....	11
2.2.3 PODLAHA.....	16

1. TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

1.1 VSTUPNÍ ÚDAJE:

RESTAURACE	
Místo stavby	Zadní Třebaň
Nadmořská výška	225 m.n.m
Venkovní výpočtová teplota	$t_e = -12^{\circ}\text{C}$
Hustota vzduchu	1,2 kg/m ³
Měrná tep. Kapacita vzduchu	0,283 Wh/kg.K

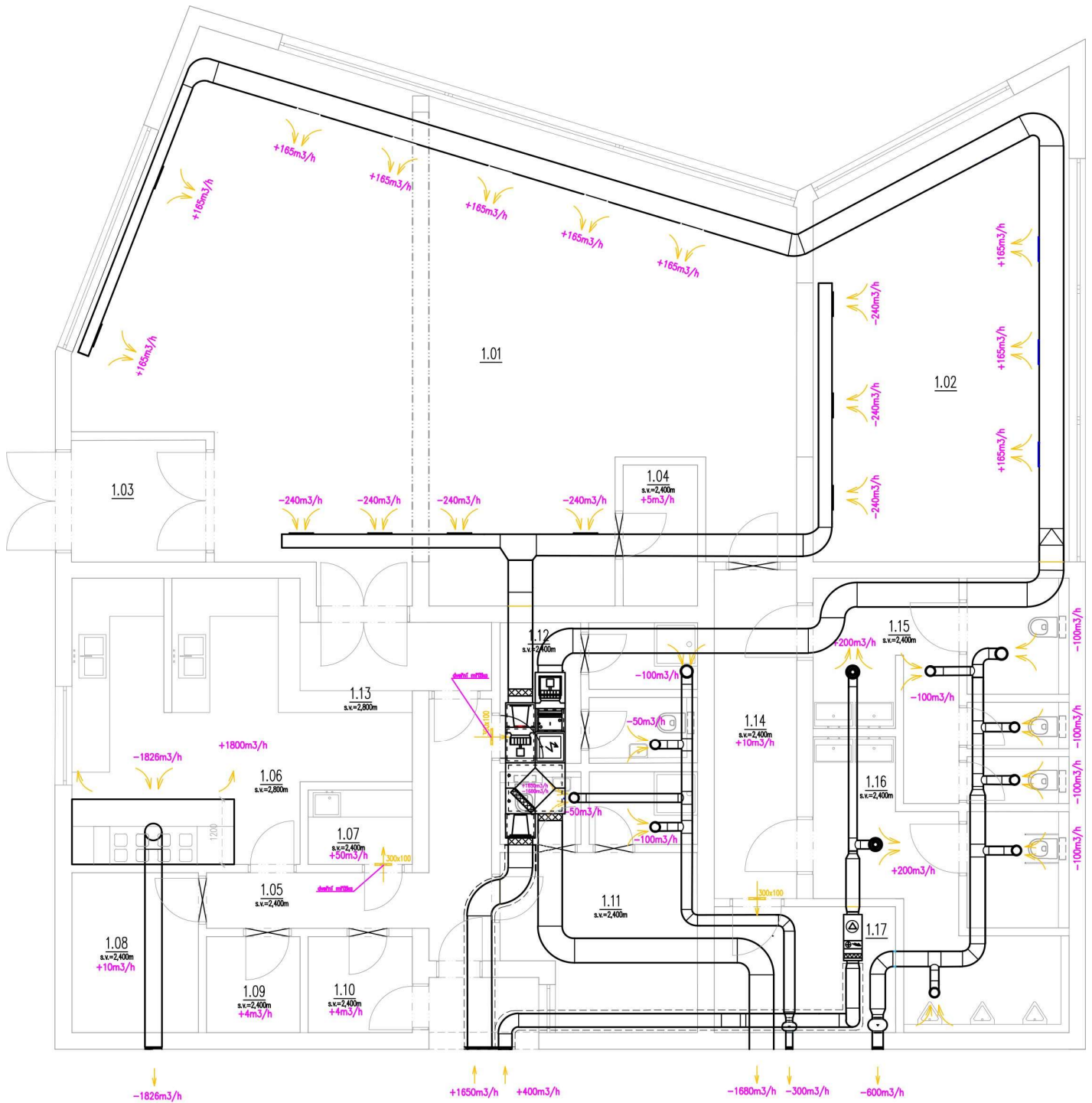
1.2 VNITŘNÍ TEPLoty:

Vnitřní výpočtové teploty byly určeny dle Přílohy 1 vyhlášky 194/2007 Sb. A dle ČSN EN 12 831.

č.m.	účel místnosti	požad. Teplota (°C)
1_01	odbytová plocha	20°C
1_02	salonek	20°C
1_03	zádveří	20°C
1_04	barový sklad	nevytápěno
1_05	mytí bílého nádobí	24°C
1_06	kuchyň	24°C
1_07	přípravna	20°C
1_08	chlazený sklad	nevytápěno
1_09	suchý sklad	nevytápěno
1_10	sklad na odpad	nevytápěno
1_11	denní místnost	20°C
1_12	wc zaměstnanci	20°C
1_13	sprchový kout	24°C
1_14	sprcha zaměstnanci	24°C
1_15	předsíň	20°C
1_16	offis	20°C
1_17	chodba zaměstnanci	18°C
1_18	technická místnost	10°C
1_19	chodba	20°C
1_20	wc/muži předsíň	20°C
1_21	wc/muži invalida	20°C
1_22	wc/ženy předsíň	20°C
1_23	wc/ženy invalida	20°C
1_24	wc ženy	20°C
1_25	wc ženy	20°C
1_26	wc zaměstnanci	20°C

1.3 SCHÉMA PŘÍVODŮ A ODVODŮ VZDUCHU:

Tepelné ztráty větráním byly uvažovány dle navrženého nuceného a přirozeného větrání jednotlivých místností. Při výpočtu nuceného větrání je uvažována rekuperace 75%.



1.4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT:

LEGENDA:

T_i	požadovaná teplota interiéru [°C]
n_p	násobnost výměny vzduchu v místnosti [1/h]
V_{np}	hygienická výměna vzduchu [m ³ /h]
V_{50}	výměna vzduchu pláštěm budovy [m ³ /h]
V_{mech}	nucené větrání [m ³ /h]
V_{mi}	součet objemu místností úseku [m ³]
A_{pi}	součet podlahové plochy místností úseku [m ²]
HT_m	součet měrných ztrát prostupem [W/K]
HV_m	součet měrných ztrát výměnou vzduchu [W/K]
θ_{Tm}	součet tepelných ztrát prostupem [W]
θ_{Vm}	součet tepelných ztrát výměnou vzduchu [W]
θ_{HLM}	součet celkových tepelných ztrát místnosti [W]
Q_{cm}	celková tepelná ztráta [W]
Q_z	součet tepelných zisků [W]

č.m.	účel místnosti	T_i (°C)	n_p	V_{np} (m ³ /h)	V_{50} (m ³ /h)	V_{mech} (m ³ /h)
1_01	odbytová plocha	20°C	2,4	927,9	46,4	1200
1_02	salonek	20°C	3,7	494,9	15,9	720
1_04	barový sklad	nevytápěno	0,5	5,2	0	5
1_06	kuchyň	24°C	10,8	1338,4	9,9	1826
1_07	přípravná	20°C	0,5	4,7	0	5
1_08	chlazený sklad	nevytápěno	0,5	13,8	0	14
1_09	suchý sklad	nevytápěno	0,5	5,7	0	6
1_10	sklad na odpad	nevytápěno	0,5	6,2	1	6
1_11	denní místnost	20°C	0,5	16,9	2,7	0
1_12	wc zaměstnanci	20°C	4,7	29	0	29
1_13	sprchový kout	24°C	5,9	53,4	0	53
1_14	sprcha zaměstnanci	24°C	6,9	49,4	0	49
1_15	předsíň	20°C	0,5	5,7	0	6
1_17	chodba zaměstnanci	18°C	0,5	15,7	2,5	16
1_18	technická místnost	10°C	0,5	12,6	0	13
1_19	chodba	20°C	5,6	185,6	0	186
1_20	wc/muži předsíň	20°C	2,5	119,8	0	120
1_21	wc/muži invalida	20°C	3,6	55,2	0	55
1_22	wc/ženy předsíň	20°C	3,7	126,1	0	126
1_23	wc/ženy invalida	20°C	3,4	51,8	0	52
1_24	wc ženy	20°C	7,9	45,8	0	46
1_25	wc ženy	20°C	7,9	45,8	0	46
1_26	wc zaměstnanci	20°C	3,9	27,8	0	28

č.m.	účel místnosti	V _{mi} (m ³ /h)	A _{pi} (m ²)	HT _m (W/K)	HV _m (W/K)	Θ _{Tm} (W)	Θ _{Vm} (W)	Θ _{HLM} (W)	Q _{cm} (W)	Q _z (W)
1_01	odbytová plocha	386,6	108,3	62	118	2177	4122	6299	6299	0
1_02	salonek	132,3	38,6	35	67	1215	2331	3546	3546	0
1_04	barový sklad	10,4	3,5	-4	-1	-109	-17	0	0	4
1_06	kuchyň	123,9	31,8	19	143	746	5564	6310	6310	25
1_07	přípravna	9,5	2,6	8	0	270	3	273	273	8
1_08	chlazený sklad	27,7	6,7	5	-2	124	-38	86	86	150
1_09	suchý sklad	11,4	3	1	-1	30	-16	13	13	0
1_10	sklad na odpad	12,4	3,3	2	0	59	-8	51	51	0
1_11	denní místnost	33,8	10,6	8	6	296	201	497	497	0
1_12	wc zaměstnanci	6,1	2	1	0	21	0	21	17	4
1_13	sprchový kout	9	3	2	2	96	72	168	164	4
1_14	sprcha zaměstnanci	7,2	2,4	3	2	110	67	177	173	4
1_15	předsíň	11,5	3,8	1	0	42	12	55	47	8
1_17	chodba zaměstnanci	31,4	8,4	5	1	169	17	186	171	15
1_18	technická místnost	25,2	8,4	19	-2	468	-44	424	424	0
1_19	chodba	32,9	11	6	0	217	0	217	197	20
1_20	wc/muži předsíň	47,5	12,5	12	41	436	1428	1864	1849	15
1_21	wc/muži invalida	15,2	3,9	3	0	110	0	110	106	4
1_22	wc/ženy předsíň	34,1	8,7	3	43	104	1499	1603	1588	15
1_23	wc/ženy invalida	15,2	3,9	3	0	121	0	121	117	4
1_24	wc ženy	5,8	1,5	2	0	53	0	53	49	4
1_25	wc ženy	5,8	1,5	2	0	53	0	53	49	4
1_26	wc zaměstnanci	7,2	2,4	0	0	4	0	4	0	4
Σ		1002,2	281,7	199	416	6813	15194	22132	21908	292

2. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA KONSTRUCÍ

2.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ:

Hodnoty součinitele prostupu tepla byly vypočteny pomocí programu TEPLO 2017 EDU.

Skladby

konstrukci byly převzaty z projektové dokumentace stavby.

PŘEHLED SKLADEB JEDNOTLIVÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A VÝPLNÍ OTVORŮ:

(řazeno od interiéru do exteriéru)

Hodnoty součinitelů prostupu tepla stavebními konstrukcemi		
Ozn.	Popis konstrukce	U (W/m ² .K)
SO1	Stěna obvodová tl. 300 + 230 izolace mm	0,155
PDL1	Podlaha na zemině tl. 300 + 150 izolace mm	0,174
SCH1	Střecha 280 + 250 izolace mm	0,138
OD	Okenní otvory	0,5
DO	Vchodové dveře	0,5
SN1	Příčka s rozdílem teplot do 5°C	0,4
SN2	Příčka s rozdílem teplot do 10°C	0,4
SN2	Příčka mezi vytápěným a nevytápěným prostorem	0,4

2.2 PROTOKOLY Z PROGRAMU TEPLO 2017 EDU:

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 300+230**
 Zpracovatel : Andrea Hlávková
 Zakázka : Zadní Třeban
 Datum : 3. 10. 201

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	železobeton	0,3000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
2	lep. malta	0,0050	0,8000	920,0	1300,0	5,0	0.0000
3	Isover TF Profi	0,2300	0,0380	800,0	140,0	1,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	železobeton	---
2	lep. malta	---
3	Isover TF Profi	---

Okrajové podmínky výpočtu :

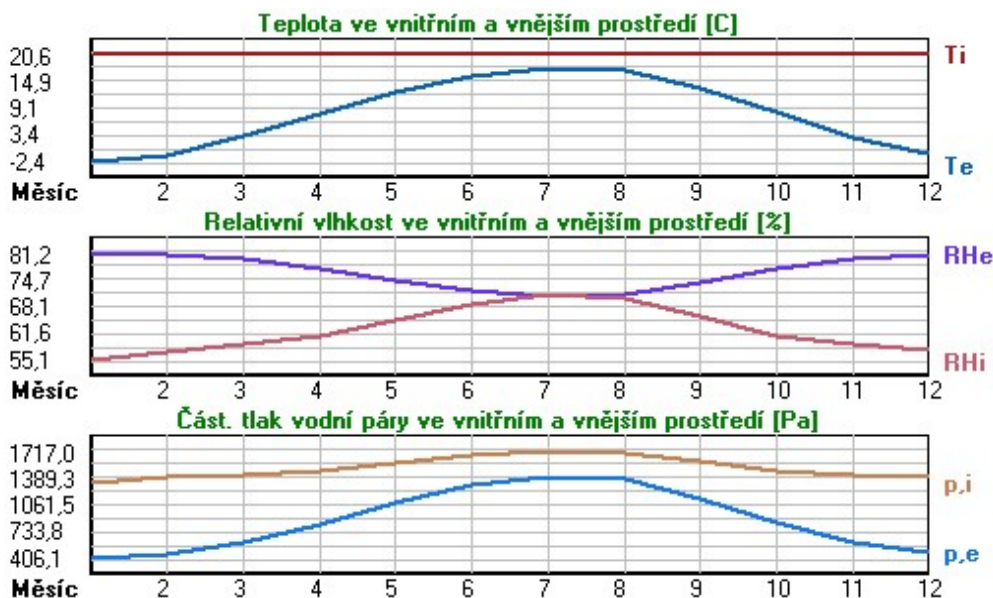
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-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 :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 6.269 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.155 W/m²K < 0,18 W/m²K = VYHOVUJE Upas,20**

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

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.8E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1157.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 17.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : **19.32 C**

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.962**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 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	0.743	11.3	0.595	19.7	0.962	58.2
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.8	0.962	60.3
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.962	61.3
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.962	62.6
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.962	66.1
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.962	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.962	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.962	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.962	66.7

10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.962	62.8
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.962	61.3
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.962	60.7

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

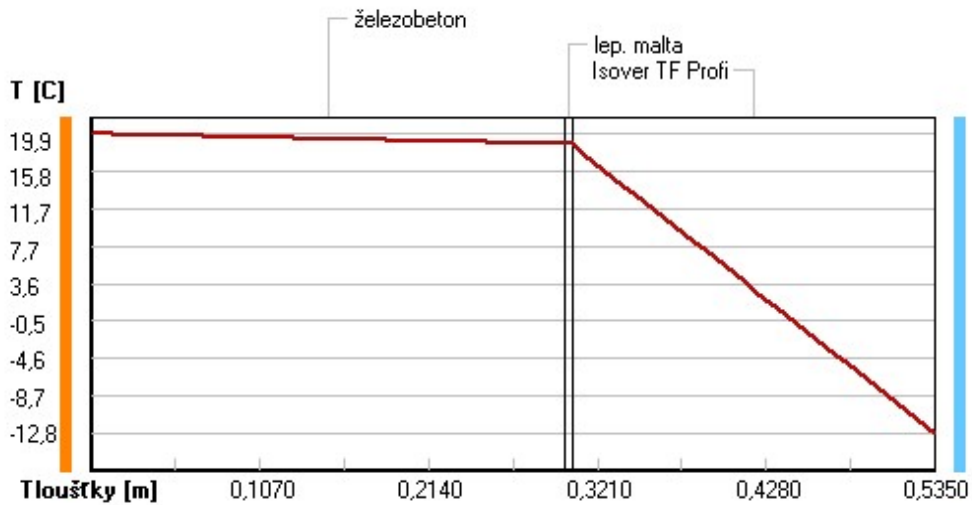
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

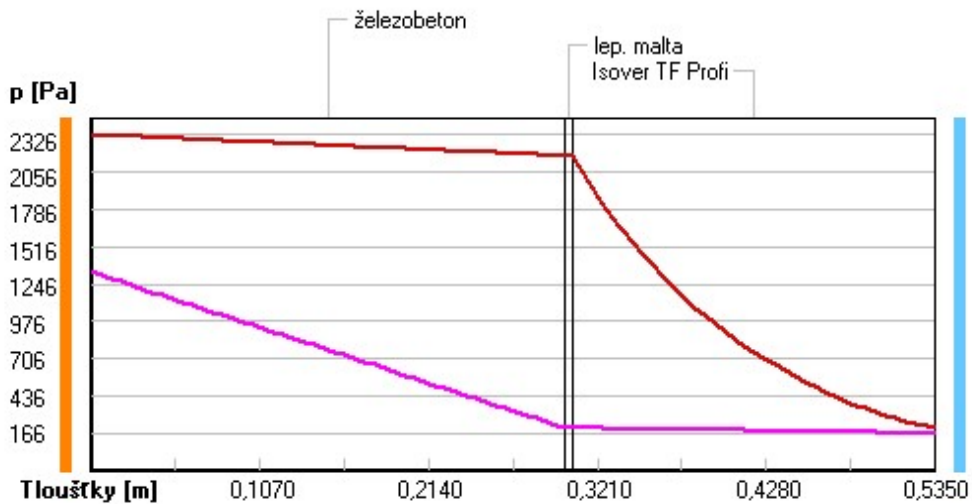
rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	19.9	18.8	18.8	-12.8
p [Pa]:	1334	208	204	166
p,sat [Pa]:	2326	2173	2168	202

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

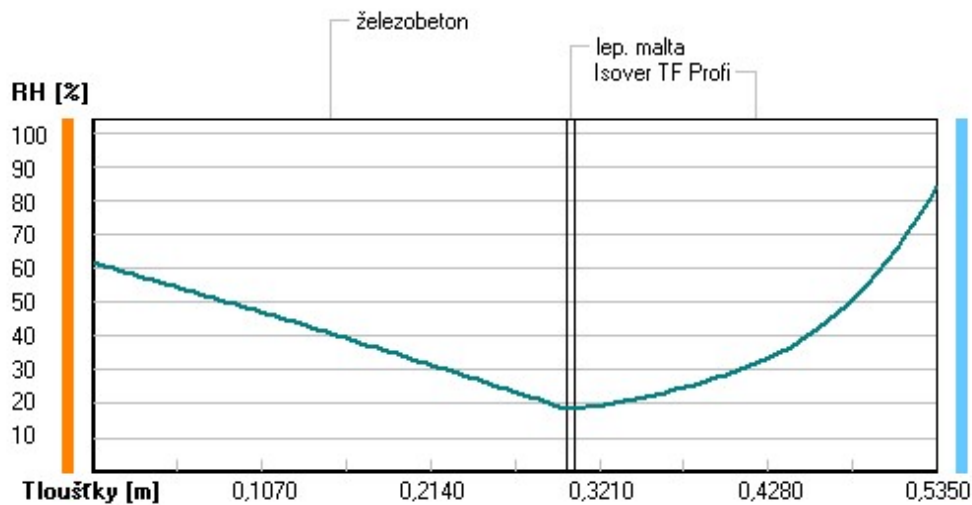
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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



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



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

Množství difundující vodní páry G_d : 3.264E-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	železobeton	90	213	62	---	---
2	lep. malta	365	---	---	---	---
3	Isover TF Prof	---	---	334	31	---

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

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

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

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

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

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

Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **STŘECHA 250**
Zpracovatel : Andrea Hlávková
Zakázka : Zadní Třeboň
Datum : 3. 10. 201

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplašťová
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	0,2800	1,5800	1020,0	2400,0	5000,0	0.0000
2	glastek 40 min	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	390000,0	0.0000
3	lepidlo PU	0,0200	0,2000	1300,0	930,0	1350,0	0.0000
4	Isover EPS 200	0,2500	0,0370	1270,0	30,0	70,0	0.0000
5	glastek 30	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
6	elastek 40	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	železobeton	---
2	glastek 40 min	---
3	lepidlo PU	---
4	Isover EPS 200S	---
5	glastek 30	---
6	elastek 40	---

Okrajové podmínky výpočtu :

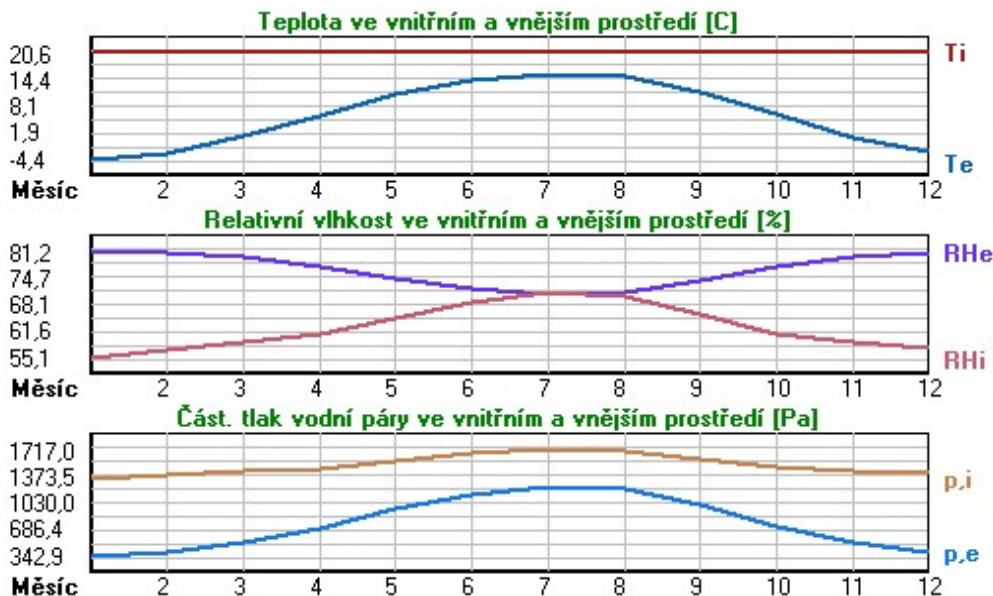
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	1.0	79.5	521.8
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	5.7	77.5	709.4
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	10.7	74.5	958.1
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	13.9	72.0	1142.9
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	15.5	70.4	1239.1
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	15.0	70.9	1208.4
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	11.3	74.1	991.8

10	31	744	20.6	61.0	1479.4	6.3	77.1	735.7
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	0.9	79.5	518.1
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-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 střechou a oblohou).

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

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 7.091 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.138 W/m²K < 0,15 W/m²K = VYHOVUJE Upas,20**

Součinitel prostupu zabudované kce $U_{k,c}$: 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 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 akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.8E+0013 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} podle EN ISO 13786 : 911.0

Fázový posun teplotního kmitu $\Psi_{s_i^*}$ podle EN ISO 13786 : 13.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{s_i,p}$: 19.46 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{R_{s_i,p}}$: **0.966**

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%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.763	11.3	0.627	19.8	0.966	58.1
2	15.3	0.774	11.9	0.628	19.8	0.966	60.2
3	15.7	0.750	12.3	0.574	19.9	0.966	61.3
4	16.2	0.704	12.7	0.473	20.1	0.966	62.6
5	17.2	0.662	13.8	0.310	20.3	0.966	66.3
6	18.2	0.635	14.6	0.112	20.4	0.966	69.7
7	18.6	0.614	15.1	-----	20.4	0.966	71.6
8	18.5	0.620	15.0	-----	20.4	0.966	70.9
9	17.4	0.658	13.9	0.283	20.3	0.966	66.9
10	16.3	0.697	12.8	0.456	20.1	0.966	62.9
11	15.7	0.751	12.3	0.577	19.9	0.966	61.3
12	15.4	0.776	12.0	0.628	19.8	0.966	60.6

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

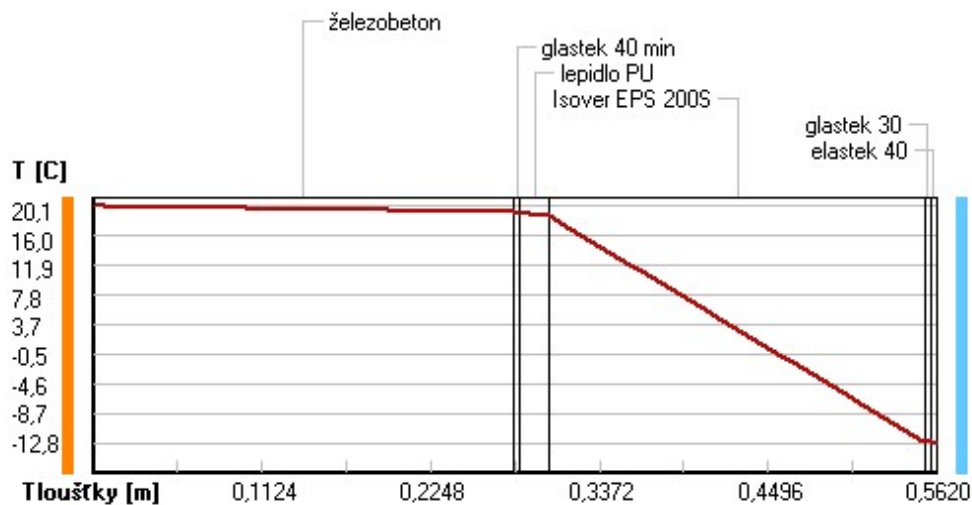
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

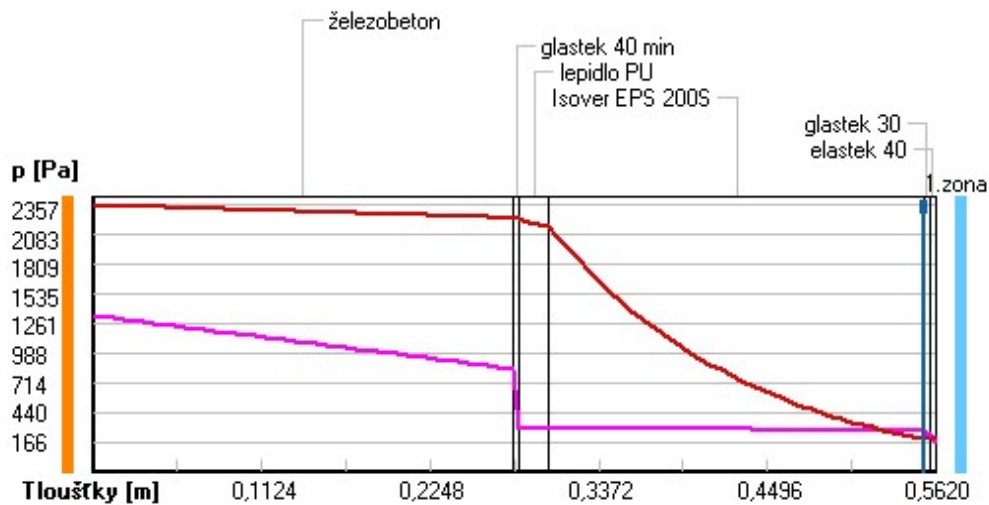
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.1	19.3	19.2	18.8	-12.6	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1334	842	294	285	279	237	166
p,sat [Pa]:	2357	2239	2227	2163	205	203	201

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.

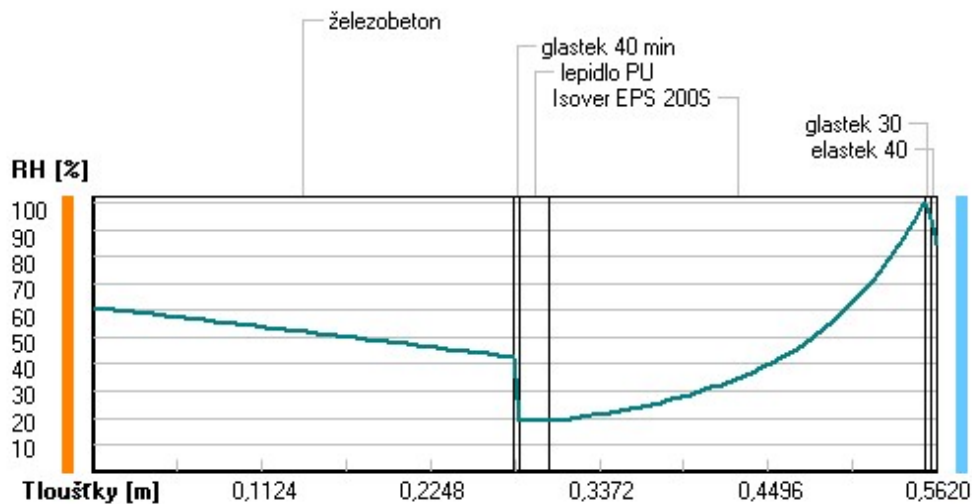
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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	0.5540	0.5540	5.122E-0011

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0001 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0059 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

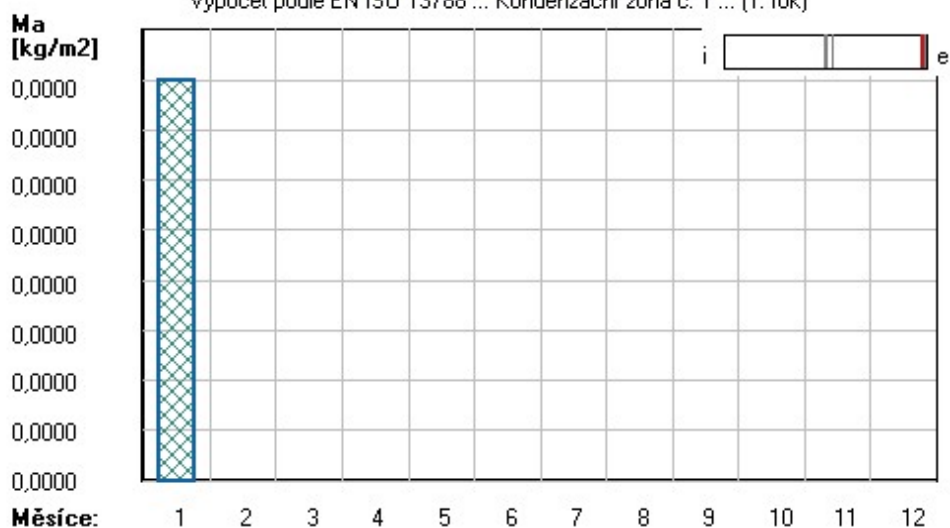
Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

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



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
1	0.5540	0.5540	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
2	0.5540	0.5540	0.0001	0.0002	-0.0000	0.0000
3	---	---	0.0001	0.0002	-0.0001	0.0000
4	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---
12	---	---	---	---	---	---

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

Na konci modelového roku je zóna 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	151	152	62	---	---
2	glastek 40 min	273	92	---	---	---
3	lepidlo PU	365	---	---	---	---
4	Isover EPS 200	---	---	153	61	151
5	glastek 30	---	---	153	61	151
6	elastek 40	---	---	153	122	90

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

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

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

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

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

Teplota 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha 200**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : Zadní Třeboň

Datum : 3. 10. 201

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	podlaha	0,0150	0,1400	1100,0	1200,0	5000,0	0.0000
2	cementový potěr	0,0850	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
3	PE folie + PV	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
4	EPS šedý	0,2000	0,0380	1270,0	30,0	60,0	0.0000
5	HI	0,0002	0,1500	1500,0	1200,0	1300,0	0.0000
6	beton	0,1500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	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	podlaha	---
2	cementový potěr	---
3	PE folie + PV	---
4	EPS šedý	---
5	HI	---
6	beton	---

Okrajové podmínky výpočtu :

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

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W

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

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

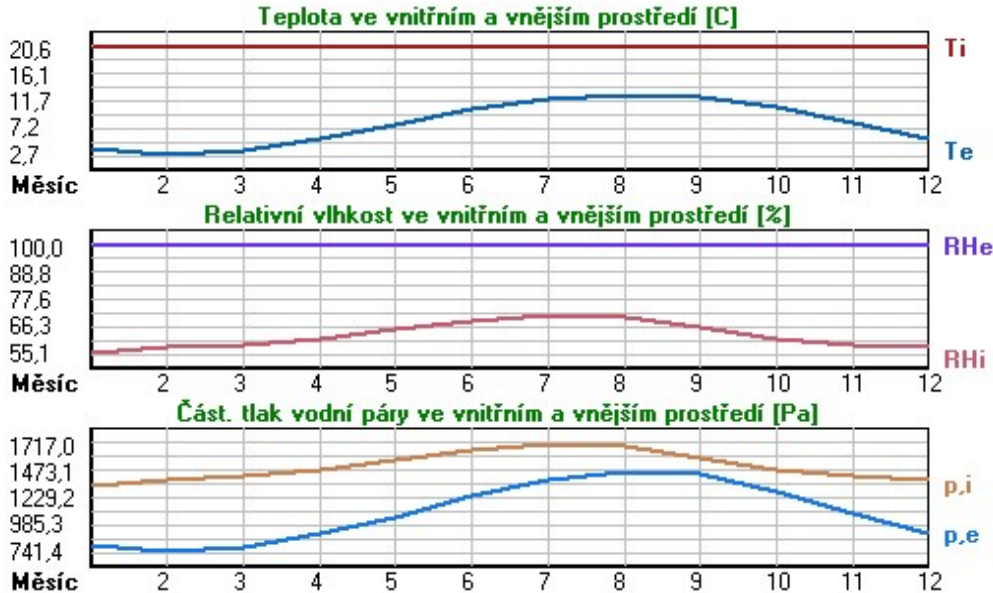
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2

10	31	744	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

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



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

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

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

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.567 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.174 W/m²K < 0.22W/m²K = VYHOVUJE Upas,20

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 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} : 5.6E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 187.1

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* podle EN ISO 13786 : 11.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 20.05 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.957

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}	R_{Hi} [%]
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	14.7	0.652	11.3	0.452	19.9	0.957	57.6

2	15.3	0.704	11.9	0.512	19.8	0.957	60.1
3	15.7	0.713	12.3	0.512	19.9	0.957	61.5
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.9	0.957	63.2
5	17.2	0.738	13.8	0.466	20.0	0.957	67.1
6	18.2	0.762	14.6	0.422	20.2	0.957	70.6
7	18.6	0.774	15.1	0.369	20.2	0.957	72.5
8	18.5	0.731	15.0	0.286	20.3	0.957	71.6
9	17.4	0.612	13.9	0.187	20.2	0.957	67.0
10	16.3	0.567	12.8	0.222	20.2	0.957	62.6
11	15.7	0.608	12.3	0.333	20.1	0.957	60.8
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.9	0.957	60.1

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

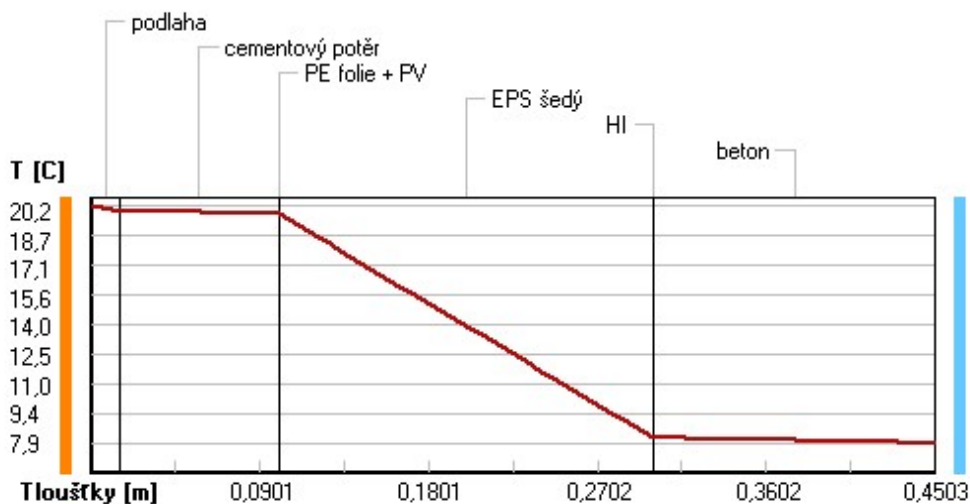
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

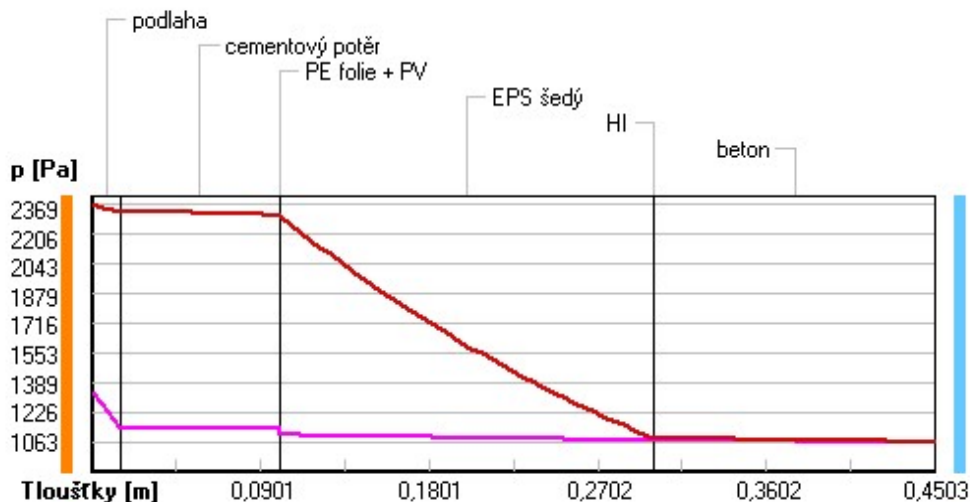
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.2	20.0	19.8	19.8	8.1	8.1	7.9
p [Pa]:	1334	1142	1137	1101	1070	1069	1063
p,sat [Pa]:	2369	2335	2311	2311	1083	1083	1063

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.

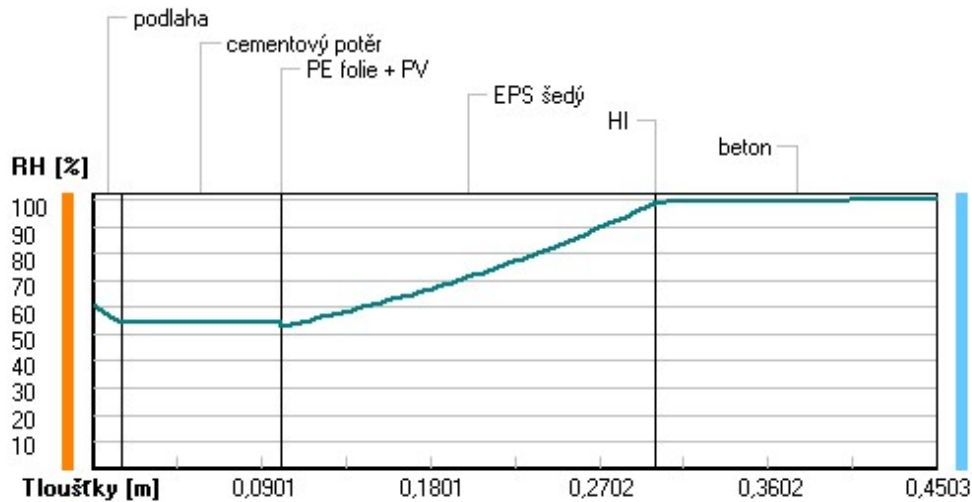
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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 : 5.127E-0010 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	podlaha	90	183	92	---	---
2	cementový potěr	273	92	---	---	---
3	PE folie + PV	273	92	---	---	---
4	EPS šedý	---	---	---	---	365
5	HI	---	---	---	---	365
6	beton	---	---	---	---	365

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

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

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