



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

K133 - KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH  
KONSTRUKCÍ

DEPARTMENT OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES



DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

KONSTRUKČNÍ NÁVRH BÍLÉ BANY BYTOVÉHO DOMU, BRNO  
STRUCTURAL DESIGN OF WHITE TANK OD RESIDENTAL HOUSE, BRNO

**TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ**

THERMO - TECHNICAL ASSESSMENT

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Hana Hanzlová, CSc.

Konzultanti:

K133 - Ing. Hana Hanzlová, CSc.

K124 - Ing. Lenka Hanzalová, Ph.D.

K135 - Ing. Jan Salák, CSc.

Datum zadání diplomové práce:

21.09.2020



## OBSAH:

1. ÚVOD .....	2
2. TEPELNĚ TECHNICKÉ POŽADAVKY .....	3
3. TEORIE VÝPOČTU .....	5
4. TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ KONSTRUKCÍ .....	6
4.1. SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ .....	7
4.2. SKLADBA KONSTRUKCE STROPU NAD 1.NP .....	10
4.3. SKLADBA KONSTRUKCE NAD 1.PP .....	12
4.4. OBVODOVÝ PLÁŠŤ .....	14
4.5. OBVODOVÝ PLÁŠŤ - SOKL .....	16
5. ZÁVĚR .....	18
6. Podklady a normy .....	19
6. PŘÍLOHA A: VÝSTUPY Z PROGRAMU TEPLO 2017 .....	20
SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ .....	20
SKLADBA KONSTRUKCE STROPU NAD 1.NP .....	23
SKLADBA KONSTRUKCE NAD 1.PP .....	26
OBVODOVÝ PLÁŠŤ .....	30
OBVODOVÝ PLÁŠŤ - SOKL .....	33



## 1. ÚVOD

Tepelné technické posouzení bylo provedeno pro navržené vnější obálkové konstrukce a interierové konstrukce, které jsou v přímém kontaktu s podzemními garážemi. Návrhy skladeb byly provedeny tak, aby byly splněny všechny požadavky ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky (2011)* a ČSN EN ISO 13788 *Tepelně-vlhkostní chování dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody*.

Skladby konstrukcí byly navrženy tak, aby splňovaly doporučené hodnoty prostupu tepla  $U_{rec,20}$  a nedocházelo ke kondenzaci vodní páry v konstrukcích. Dále konstrukce byly navrženy tak, aby byly omezeny energetické ztráty tepla a nevznikaly tepelné mosty.



## 2. TEPELNĚ TECHNICKÉ POŽADAVKY

Normy a požadavky

ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, Část 2: Požadavky.

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování

ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov. Část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování

ČSN EN ISO 13788 Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - *Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody.*

- Požadované a doporučené hodnoty prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 jsou:

Popis konstrukce	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Součinitel prostupu zabudované kce	0,67	0,52	

- Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu konstrukce  $f_{Rsi,cr}$  dle ČSN 73 0540-2 jsou:



Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]				
		-13	-15	-17	-19	-21
		Požadovaný kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ [-]				
Výplň otvoru	20	0,675	0,693	0,710	0,725	0,738
	20,6	0,679	0,697	0,713	0,728	0,741
	21	0,682	0,700	0,715	0,730	0,742
	22	0,689	0,705	0,721	0,734	0,747
Ostatní konstrukce	20	0,776	0,789	0,801	0,811	0,820
	20,6	0,779	0,792	0,803	0,813	0,822
	21	0,781	0,793	0,804	0,814	0,823
	22	0,786	0,798	0,808	0,817	0,826

- Požadavky na šíření vlhkostí konstrukcí:

1. Podmínka: Konstrukce, u kterého kondenzace vodní páry může ohrozit správné funkce skladby konstrukcí. V tomto případě nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry.

2. Podmínka: Konstrukce, u které kondenzace vodní páry neohrozí správné funkce její skladby. Pro takové konstrukce se požaduje omezení množství zkondenzované vodní páry:

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukcí se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukcí s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnější konstrukcí s difuzně uzavřenějšími vrstvami podmínka je:

$M_c < M_{c,N} = 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times a)$  nebo 3% plošné hmotnosti materiálu.

Pro ostatní stavební konstrukce je:

$M_c < M_{c,N} = 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times a)$  nebo 5% plošné hmotnosti materiálu.



### 3. TEORIE VÝPOČTU

Vstupními parametry do výpočetního programu jsou: návrhová relativní vlhkost a návrhová teplota venkovního a vnitřního vzduchu. Vnitřní návrhové teploty pro jednotlivé typy provozu převzaty z ČSN EN 12831, a relativní vlhkostí vzduchu dle ČSN 06 0210. Následně se provádí zatřídění místností dle vlhkostí. Program automaticky sestaví podle třídy vlhkostí a typu provozu průměrné měsíční hodnoty teplot a relativní vlhkostí pro výpočet bilance vlhkostí dle EN ISO 13788.

Třídy vnitřní vlhkostí:

- 1.třída - Velmi nízká vlhkost - např. sklady
- 2.třída - Nízká vlhkost - např. kanceláře, obchody
- 3.třída - Střední vlhkost - např. bytové domy s malým počtem osob
4. třída - Vysoká vlhkost - např. bytové domy, kuchyně a sportovní haly
- 5.třída - Velmi vysoká vlhkost - např. bazény, prádelny

Do programu je zadána bezpečnostní přírážka k vnitřní relativní vlhkostí  $\Delta\phi=5\%$  dle ČSN EN ISO 13788.

Při sestavení skladby konstrukce byla určena typ konstrukce a zrovna směr toku tepla.

Pro určení prostupu tepla byl zaveden korekční součinitel  $\Delta U = 0,2W/m^2K$ , která zahrnuje možné nedokonalosti v konstrukci jako vznik tepelných mostů přes mechanické kotvy se zátkami a netěsností spojů mezi deskami.

Výpočet prostupu tepla je pak:

$$U=1/R+\Delta U [W/m^2K] \quad ,kde$$

R - tepelný odpor konstrukce ,  $R=d/\lambda [m^2K/W]$

$\lambda$  - součinitel teplotní vodivosti materiálu  $[W/mK]$

d - tloušťka vrstvy  $[mm]$

Další výsledky získané výpočetním programem Teplo 2017 jsou teplota vnitřního povrchu konstrukce  $T_{si,p}$ , hodnoty průměrného teplotního faktoru  $f_{Rsi,m}$  a šíření vlhkostí vodní páry v konstrukci.



#### 4. TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ SKLADEB KONSTRUKCÍ

V objektu se nachází několik druhů místností z hlediska jejich charakteru provozu: obytné místností, koupelny, chodby, a podzemní garáže. Konstrukce budou posouzeny pro dva typy těchto místností: v bytových jednotkách koupelny a podzemní garáže. Tyto dva provozy jsou vlhké, proto bude uvažována zvýšená relativní vlhkost. Pro každý provoz budou specifikovány interiérové okrajové podmínky. Exteriérové okrajové podmínky pro lokalitu Brno jsou  $T_e = -15^\circ\text{C}$  a  $\varphi_e=84\%$ . Interiérové a Exteriérové podmínky budou zadány do programu Teplo 2017, a následně bude proveden tepelně-technický posudek. V příloze budou dány výsledky z výpočetního programu Teplo 2017.



#### 4.1. Skladba střešního pláště

S1 PLOCHÁ STŘECHA SE SKLONEM 1,5% - NEPOCHOZÍ	
MECHANICKÉ PŘITÍŽENÍ KAČÍREK FRAKCE 16-20mm	TL.50 mm $\rho=20\text{kN/m}^3$ 15g/m <sup>2</sup>
SEPARAČNÍ NETKANÁ TEXTÍLIE ZE SYNTETICKÝCH VLAKEN	TL. 1,5 mm
HYDROIZOLAČNÍ PVC FOLIE	15g/m <sup>2</sup>
SEPARAČNÍ NETKANÁ TEXTÍLIE ZE SYNTETICKÝCH VLAKEN	TL. 50-150 mm $\rho=0,25\text{kN/m}^3$ $\lambda=0,038$ W/Mk
TI VRSTVA EPS - SPÁDOVÉ KLÍNY EPS 100	TL. _ mm
POLYURETANOVÉ LEPIDLO	TL.150mm $\rho=0,25\text{kN/m}^3$ $\lambda=0,038$ W/Mk
TEPELNÁ IZOLACE VRSTVA EPS - DESKY	TL. _ mm
POLYURETANOVÉ LEPIDLO	TL. 3,5 mm
PAROZÁBRANA - ASFALTOVÝ PÁS S ALU VLOŽKOU	TL. _ mm
ASFALTOVÁ EMULZE	TL. 200 mm $\rho= 25\text{kN/m}^3$
ŽB DESKA	TL.10 mm
VNITŘNÍ ŠTĚRKOVÁ OMITKA	

Konstrukce je uvažována jako podlaha nad místností s vysokou vlhkostí: jídelny, kuchyní. Do výpočtu zavedena korekční součinitel prostupu tepla  $\Delta U=0,02\text{w/m}^2\text{K}$ , která bude zahrnovat vznik tepelných mostů přes mechanické kotvy se zátkami a netěsností spojů mezi deskami. Skladba je rozepsaná od interiéru nahoru k exteriéru.

##### Skladba konstrukce:

Číslo vrstvy	Materiál vrstvy	Funkce vrstvy	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitele tepelné vodivosti $\lambda_d$ [W/mK]	Faktor difuzního odporu [-]
12	MECHANICKÉ PŘITÍŽENÍ KAČÍREK FRAKCE 16-20mm	Přítížení	50		
11	SEPARAČNÍ NETKANÁ TEXTÍLIE ZE SYNTETICKÝCH	Separáčn			
10	HYDROIZOLAČNÍ PVC FOLIE	Hydroizolační	1.5		19300
9	SEPARAČNÍ NETKANÁ TEXTÍLIE ZE SYNTETICKÝCH	Separáčn			
8	TI VRSTVA EPS - SPÁDOVÉ KLÍNY EPS 100	Tepelně-izolační. spád	50-150	0.037	
7	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	Lepení			
6	TEPELNÁ IZOLACE VRSTVA EPS - DESKY	Tepelně-izolační	150	0.037	
5	POLYURETANOVÉ LEPIDLO	Lepení			
4	PAROZÁBRANA - ASFALTOVÝ PÁS S ALU VLOŽKOU.	Parozábrana	4		300000
3	ASFALTOVÁ EMULZE	Penetrační			
2	ŽB DESKA	Nosná	200	1.74	32
1	VNITŘNÍ ŠTĚRKOVÁ OMITKA	Pohledová	10		

##### Okrajové podmínky k výpočtu:

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet součinitelu prostupu tepla a roční bilance vlhkostí:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$





- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,25\text{m}^2\text{K/W}$

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

Vstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

Obytné místnosti				
$T_i$	$T_{ae}$	$\varphi_i$	$\varphi_e$	Třída vlhkostí vnitřního vzduchu
[°C]	[°C]	[%]	[%]	
25	-15	70	84	4

$T_i$  - návrhová teplota vnitřního vzduchu;

$T_{ae}$  - návrhová teplota venkovního vzduchu;

$\varphi_i$  - návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu

$\varphi_e$  - návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu

Výstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

R	U	$T_{si,p}$	$f_{Rsi,m}$	$M_c$	$M_{ev}$
[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[-]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]
6.019	0.162	23.4	0.96	0.0002	0.06

R - tepelný odpor posuzované konstrukce

U - součinitel prostupu tepla posuzované konstrukce

$T_{si,p}$  - teplota vnitřního povrchu konstrukce

$f_{Rsi,m}$  - průměrná hodnota kritického teplotního faktoru

$M_c$  - množství zkondenzované vodní páry za rok

$M_{ev,a}$  - množství vypařitelné vodní páry za rok

Posouzení

Poudek	
$U < U_{N,20} = 0.24$	vyhovuje
$U < U_{rec,20} = 0.16$	nevyhovuje
$M_c < M_{c,N} = 0.50\text{kg/m}^2.\text{rok}$	vyhovuje
$M_c < M_{ev}$	vyhovuje



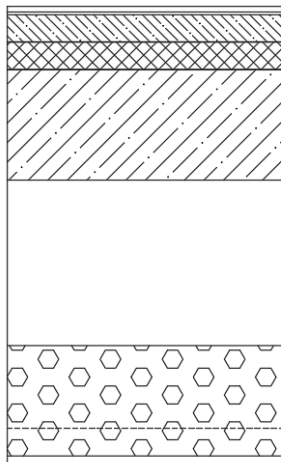
- UN,20 - minimální požadovaný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
- Urec,20 - doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2
- Mc,N - maximální přípustné množství zkondenzované vodní páry za rok

Závěr:

Skladba střechy splňuje požadavky na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$ . Součinitel prostupu tepla konstrukce je hodně blízká k doporučené hodnotě  $U_{rec,20}$ , proto hodnotu lze brát za vhodný. Skladba splňuje požadavky na šíření vlhkostí konstrukce dle ČSN EN ISO 13788.

Skladba terasy, která se nachází nad 7.NP je podobná skladbě střechy, za výjimkou náhrady v terase mechanického přitížení kotvením. Proto tato konstrukce se považuje za vyhovující bez posudku.

## 4.2. Skladba konstrukce stropu nad 1.NP



S4	PODLAHA NA 2 PODLAŽÍ (BYTY) - LAMINATOVÁ PODLAHA	
—	LAMINATOVÁ PODLAHA	TL. 10 mm
—	IZOLAČNÍ PÁS MIRELON	TL. 5 mm
—	POLYETYLENOVÁ SEPARAČNÍ FOLIE	TL. 0,2 mm
—	BETONOVÁ MAZANINA C25/30	TL. 50 mm $\rho = 25\text{kN/m}^3$
—	POLYETYLENOVÁ SEPARAČNÍ FOLIE	TL. 0,2 mm
—	KROČEJOVÁ IZOLACE Z MINERALNÍ VATY	TL. 50 mm $\rho = 0,4\text{ kN/m}^3$
—	ŽB. MONOLITICKÁ DESKA	TL. 200 mm $\rho = 25\text{kN/m}^3$
—	TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - MINERALNÍ VLNA	TL. 200mm
—	SDK PODHLED NA HLINIKOVÉM ROŠTU	TL. 15mm

Konstrukce je uvažována jako podlaha pod místností s vysokou vlhkostí: jídelny, kuchyní. Do výpočtu zavedena korekční součinitel prostupu tepla  $\Delta U = 0,02\text{W/m}^2\text{K}$ , která bude zahrnovat vznik tepelných mostů přes mechanické kotvy se zátkami a netěsností spojů mezi deskami. Skladba je rozepsaná od interiéru dolu k exteriéru.

### Skladba konstrukce:

Číslo vrstvy	Materiál vrstvy	Funkce vrstvy	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_d$ [W/mK]	Faktor difuzního odporu [-]
1	LAMINATOVÁ PODLAHA	Nášlapná	10		
2	IZOLAČNÍ PÁS MIRELON	Separační	5		
3	POLYETYLENOVÁ SEPARAČNÍ FOLIE	Separační	0.2		
4	BETONOVÁ MAZANINA C25/30	Roznášecí	5	1.23	17
5	POLYETYLENOVÁ SEPARAČNÍ FOLIE	Separační	0.2		
6	KROČEJOVÁ IZOLACE Z MINERALNÍ VATY	Akusticko-izolační	50	0.04	
7	ŽB. MONOLITICKÁ DESKA	Nosná	200	1.74	32
8	TEPELNĚ-IZOLAČNÍ VRSTVA - MINERALNÍ VLNA	Tepelně-izolační	200	0.038	
9	SDK PODHLED NA HLINIKOVÉM ROŠTU	Pohledová	15		

### Okrajové podmínky k výpočtu:

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet součinitelu prostupu tepla a roční bilance vlhkostí:

Ve vnitřní straně  $R_{si} = 0,13\text{m}^2\text{K/W}$



Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,25\text{m}^2\text{K/W}$

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

Vstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

$T_i$	$T_{ae}$	$\varphi_i$	$\varphi_e$	Třída vlhkosti vnitřního vzduchu
[°C]	[°C]	[%]	[%]	
25	-15	70	84	4

Výstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

R	U	$T_{si,p}$	f,Rsi,m	Mc	Mev
[m2K/W]	[W/m2K]	[°C]	[-]	[kg/m2.rok]	[kg/m2.rok]
4.91	0.191	23.09	0.952	-	-

Posouzení

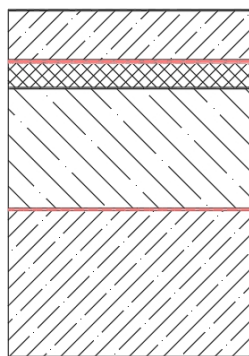
Poudek	
$U < U_{N,20} = 0.24$	vyhovuje
$U < U_{rec,20} = 0.16$	nevyhovuje
$Mc < Mc,N = 0.50\text{kg/m}^2.\text{rok}$	vyhovuje
$Mc < Mev$	vyhovuje

normové hodnoty	
$U_{N,20}$	0.24
$U_{rec,20}$	0.16
$Mc,N$	0.3

Závěr:

Skladba stropní konstrukce nad 1.NP splňuje požadavky na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$ . Hodnotu lze brát za vhodný. V konstrukci během roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.

### 4.3. Skladba konstrukce stropu nad 1.PP



S6	PODLAHA NA 1 PODLAŽÍ (PARKOVACÍ STANICE) - SPÁDOVÉ PLOCHY	
—	BAREVNÝ NÁTĚR AST	TL. 1 mm
—	STĚRKA AST 302	TL. 2 mm
—	STĚRKOVÁ PENETRACE AST 105	TL. -
—	BETONOVÁ MAZANINA C25/30 + PP VLAKNA 3kg/m <sup>3</sup>	TL.100 mm ρ= 25kN/m <sup>3</sup>
—	SEPARAČNÍ NETKANÁ TEXTÍLIE ZE SYNTETICKÝCH VLAKEN	150g/m <sup>2</sup>
—	2x HYDROIZOLAČNÍ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU	TL. 8 mm
—	XPS TEPELNĚ IZOLAČNÍ DESKA BAUMIT	TL. 50 mm
—	PU LEPIDLO	TL. - mm
—	PAROZÁBRANA - ASFALTOVÝ PÁS S ALU VLOŽKOU	TL. 4 mm
—	ASFALTOVÁ EMULZE	TL. - mm
—	SPÁDOVÁ VRSTVA LEHČENÝ BETON Poriment P	TL. 50-500 mm ρ= 8kN/m <sup>3</sup>
—	ŽB. MONOLITNÍ DESKA - leštěný povrch	TL. 300 mm ρ= 25kN/m <sup>3</sup>

Konstrukce je uvažována jako podlaha nad nezateplené místností s vysokou vlhkostí: garáže a další místností chráněné proti mrazu. Skladba je rozepsaná od interiéru nahoru k exteriéru.

#### Skladba konstrukce:

Číslo vrstvy	Materiál vrstvy	Funkce vrstvy	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti λd [W/mK]	Faktor difuzního odporu [-]
12	BAREVNÝ NÁTĚR AST	Roznášecí	1		
11	STĚRKA AST 302	Roznášecí	2		
10	STĚRKOVÁ PENETRACE AST	Penetrační	-		
9	BETONOVÁ MAZANINA C25/30 + PP VLAKNA 3kg/m <sup>3</sup> /	Roznášecí	100	1.23	17
8	SEPARAČNÍ NETKANÁ TEXTÍLIE	Separační			
7	2x HYDROIZOLAČNÍ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU	Hydroizolační	8	0.21	30000
6	XPS TEPELNĚ IZOLAČNÍ DESKA BAUMIT	Tepelně-izolační	50	0.035	70
5	PU LEPIDLO	Lepení	-		
4	PAROZÁBRANA - ASFALTOVÝ PÁS S ALU VLOŽKOU	Parozábrana	4	0.21	300000
3	SPÁDOVÁ VRSTVA LEHČENÝ BETON Poriment P	Spád	50-500	0.27	15
2	ASFALTOVÁ EMULZE	Penetrační	-		
1	ŽB. MONOLITNÍ DESKA - leštěný povrch	Nosná,pohledová	300	1.74	32

#### Okrajové podmínky k výpočtu:

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet součinitelu prostupu tepla a roční bilance vlhkostí:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,13m^2K/W$

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13m^2K/W$

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,25m^2K/W$



Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

Vstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

$T_i$	$T_{ae}$	$\varphi_i$	$\varphi_e$	Třída vlhkosti vnitřního vzduchu
[°C]	[°C]	[%]	[%]	
5	-15	85	84	4

Výstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

R	U	$T_{si,p}$	f,Rsi,m	Mc	Mev
[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[-]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]
2.067	0.453	2.88	0.894	0.0051	0.031

Posouzení:

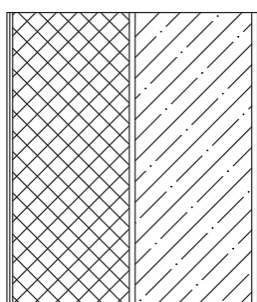
Poudek	
$U < U_{N,20} = 0.24$	vyhovuje
$U < U_{rec,20} = 0.16$	vyhovuje
$Mc < Mc,N = 0.10\text{kg/m}^2.\text{rok}$	vyhovuje
$Mc < Mev$	vyhovuje

normové hodnoty	
$U_{N,20}$	67
$U_{rec,20}$	52
$Mc,N$	0.5

Závěr:

Skladba stropní konstrukce nad 1.PP splňuje požadavky na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  a zrovna na doporučené hodnoty  $U_{rec,20}$ . V konstrukci během roku dochází ke kondenzaci vodní páry a za rok se odpaří. V suterénním podlaží budou navrženy větrací zařízení pro odvod škodlivin od auta a zrovna vlhkostí z místností. Koncentrace oxidu uhelnatého CO bude snížena do přípustné hodnotě podle normy ČSN 73 6058.

#### 4.4. Obvodový plášť



P1 OBVODOVÝ PLÁŠŤ	
SILIKONOVÁ FINALNÍ OMITKA	TL.5 mm
SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL + vyztužná tkanina v $\frac{1}{3}$ tloušťky od vnějšího povrchu	TL. 5 mm
TEPELNÁ IZOLACE Z KAMENNÝCH VLAKEN s jednostanným nástřikem, mechanické zakotvená	TL 200 mm $\lambda=0,036$ W/mK
SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL	TL. 10 mm
ŽB. MONOLITICKÁ STĚNA	TL. 200 mm $\lambda=1,43$ W/mK
2X SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL + skleněná vyztuž	TL. 10 mm
ŠTUKOVÁ OMITKA	TL 2 mm

Konstrukce je uvažována jako vnější stěna místností s vysokou vlhkostí: jídelny, kuchyní. Do výpočtu zavedena korekční součinitel prostupu tepla  $\Delta U=0,02$ W/m<sup>2</sup>K, která bude zahrnovat vznik tepelných mostů přes mechanické kotvy se zátkami a netěsností spojů mezi deskami. Skladba je rozepsaná od interiéru dolu k exteriéru.

#### Skladba konstrukce:

Číslo vrstvy	Materiál vrstvy	Funkce vrstvy	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_d$ [W/mK]	Faktor difuzního odporu [-]
7	SILIKONOVÁ FINALNÍ OMITKA	Pohledová	5		
6	SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL + vyztužná tkanina	Srovnací	5		
5	TEPELNÁ IZOLACE Z KAMENNÝCH VLAKEN	Tepelně-izolační	200	0.038	
4	SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL	Lepení	10		
3	ŽB. MONOLITICKÁ STĚNA	Nosná	200	1.74	32
2	2X SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL + skleněná vyztuž	Srovnací	10		
1	ŠTUKOVÁ OMITKA	Pohledová	2		

#### Okrajové podmínky k výpočtu:

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet součinitelu prostupu tepla a roční bilance vlhkostí:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,13$ m<sup>2</sup>K/W

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13$ m<sup>2</sup>K/W

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,25$ m<sup>2</sup>K/W



Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

Vstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

$T_i$	$T_{ae}$	$\varphi_i$	$\varphi_e$	Třída vlhkostí vnitřního vzduchu
[°C]	[°C]	[%]	[%]	
25	-15	75	84	4

Výstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

R	U	$T_{si,p}$	f,Rsi,m	Mc	Mev
[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[-]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]
4.824	0.2	23.04	0.951	-	-

Posouzení:

Poudek	
$U < U_{N,20} = 0.24$	vyhovuje
$U < U_{rec,20} = 0.16$	vyhovuje
$Mc < Mc,N = 0.10\text{kg/m}^2.\text{rok}$	vyhovuje
$Mc < Mev$	vyhovuje

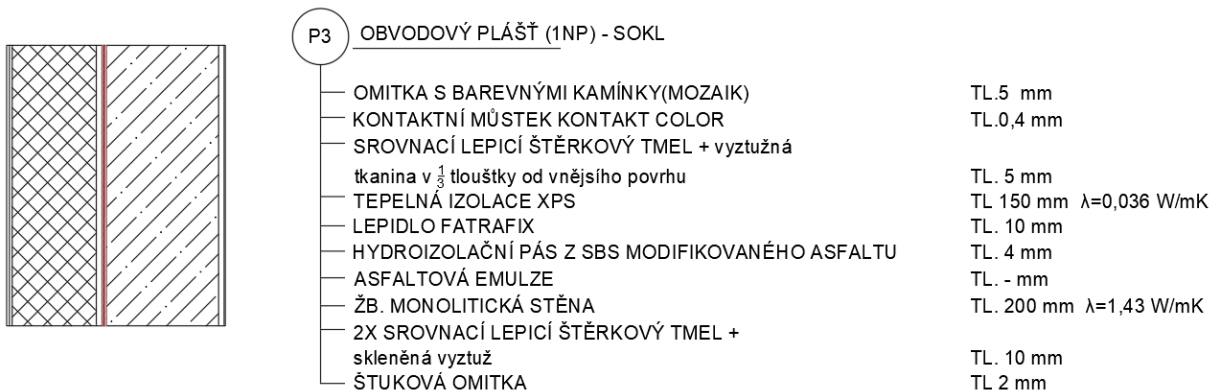
normové hodnoty	
$U_{N,20}$	30
$U_{rec,20}$	25
$Mc,N$	0.3

Závěr:

Konstrukce obvodového pláště splňuje požadavky na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  a zrovna na doporučené hodnoty  $U_{rec,20}$ . V konstrukci během roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



#### 4.5. Obvodový plášť - sokl



Konstrukce je uvažována jako vnější stěna místností se střední vlhkostí: schodiště, chodby. Do výpočtu zavedena korekční součinitel prostupu tepla  $\Delta U=0,02$ W/m<sup>2</sup>K, která bude zahrnovat vznik tepelných mostů přes mechanické kotvy se zátkami a netěsností spojů mezi deskami. Skladba je rozepsaná od interiéru nahoru k exteriéru.

**Skladba konstrukce:**

Číslo vrstvy	Materiál vrstvy	Funkce vrstvy	Tloušťka vrstvy d [mm]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_d$ [W/mK]	Faktor difuzního odporu [-]
10	OMITKA S BAREVNÝMI KAMÍNKY(MOZAIK)	Pohledová	5	0.75	152
9	KONTAKTNÍ MŮSTEK KONTAKT COLOR	Srovnací	0.4		
8	SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL + vyztužná tkanina	Srovnací	5		
7	TEPELNÁ IZOLACE XPS	Tepelně-izolační	150	0.038	
6	LEPIDLO FATRAFIX	Lepení	10		
5	HYDROIZOLAČNÍ PÁS Z SBS MODIFIKOVANÉHO ASFALTU	Hydroizolační	4	0.21	30000
4	ASFALTOVÁ EMULZE	Penetrační	-		
3	ŽB. MONOLITICKÁ STĚNA	Nosná	200	1.74	32
2	2X SROVNACÍ LEPICÍ ŠTĚRKOVÝ TMEL + skleněná vyztuž	Srovnací	10		
1	ŠTUKOVÁ OMITKA	Pohledová	2		

**Okrajové podmínky k výpočtu:**

- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet součinitelu prostupu tepla a roční bilance vlhkostí:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,13$ m<sup>2</sup>K/W

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13$ m<sup>2</sup>K/W



- Tepelný odpor při přestupu tepla pro výpočet vnitřní povrchové teploty a teplotního faktoru:

Ve vnitřní straně  $R_{si}=0,25\text{m}^2\text{K/W}$

Ve vnější straně  $R_{se}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$

Vstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

$T_i$	$T_{ae}$	$\varphi_i$	$\varphi_e$	Třída vlhkostí vnitřního vzduchu
[°C]	[°C]	[%]	[%]	
16	-15	55	84	3

Výstupní hodnoty z programu Teplo 2017:

R	U	$T_{si,p}$	f,R <sub>si,m</sub>	Mc	Mev
[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	[°C]	[-]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]	[kg/m <sup>2</sup> .rok]
4.052	0.237	23.04	0.942	-	-

Posouzení:

Poudek	
$U < U_{N,20} = 0.24$	vyhovuje
$U < U_{rec,20} = 0.16$	vyhovuje
$Mc < Mc,N = 0.10\text{kg/m}^2.\text{rok}$	vyhovuje
$Mc < Mev$	vyhovuje

normové hodnoty	
U <sub>N,20</sub>	30
U <sub>rec,20</sub>	25
Mc,N	0.3

Závěr:

Konstrukce obvodového pláště splňuje požadavky na minimální hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  a zrovna na doporučené hodnoty  $U_{rec,20}$ . V konstrukci během roku nedochází ke kondenzaci vodní páry.



## 5. ZÁVĚR

Všechny konstrukce bytového domu Brno splňují normové požadované hodnoty součinitele tepla  $U_{N,20}$ , a skoro všechny skladby splňují doporučené hodnoty  $U_{rec,20}$ . Skladby konstrukcí vyhovují požadavkům ČSN EN ISO 13788 na šíření vlhkostí vodní páry v průběhu modelového roku. U dvou konstrukcí dochází ke kondenzaci během modelovaného roku, ale množství zkondenzované vodní páry je hodně malá. Na základě zhodnocení celkové roční bilance zkondenzované vodní páry lze konstatovat, že tato kondenzace neohrozí funkci skladby těchto konstrukcí.

Teoretický tepelně-technický výpočet uvažuje ideální podmínky šíření vodní páry a přestupu tepla, ve výpočtu vstupní parametry byly opraveny korekčními hodnotami. Však při realizaci skladeb je nutně dbát na kvalitu jejich provádění a dodržovat pokyny technologických listů výrobců, aby byly naplněny předpoklady teoretických výpočtů.



## 6. PODKLADY A NORMY

Internetové zdroje:

1. <https://stavba.tzb-info.cz/podlahy/7096-podlahy-hromadnych-garazi>
2. <https://www.tzb-info.cz/normy>
3. <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty>
4. <https://www.estav.cz/365.odvodneni-parkovist-a-garazi>

Seznam norem:

1. ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
2. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov, Část 2: Požadavky.
3. ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování
4. ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov. Část 4: Výpočtové metody pro navrhování a ověřování
5. ČSN EN ISO 13788 Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - *Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody.*



## 7. PŘÍLOHA A: VÝSTUPY Z PROGRAMU TEPLA 2017

### 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 : **Skladba S1 - Střecha**  
 Zpracovatel : TT 2017  
 Zakázka :  
 Datum : 12/14/2020

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Železobeton 3	0.2000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
2	Bitalbit S	0.0035	0.2100	1470.0	1140.0	300000.0	0.0000
3	Isover EPS 100	0.2500	0.0370	1270.0	21.0	50.0	0.0000
4	Fatrafol 804	0.0015	0.3500	1470.0	1310.0	19300.0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Železobeton 3	---
2	Bitalbit S	---
3	Isover EPS 100	---
4	Fatrafol 804	---

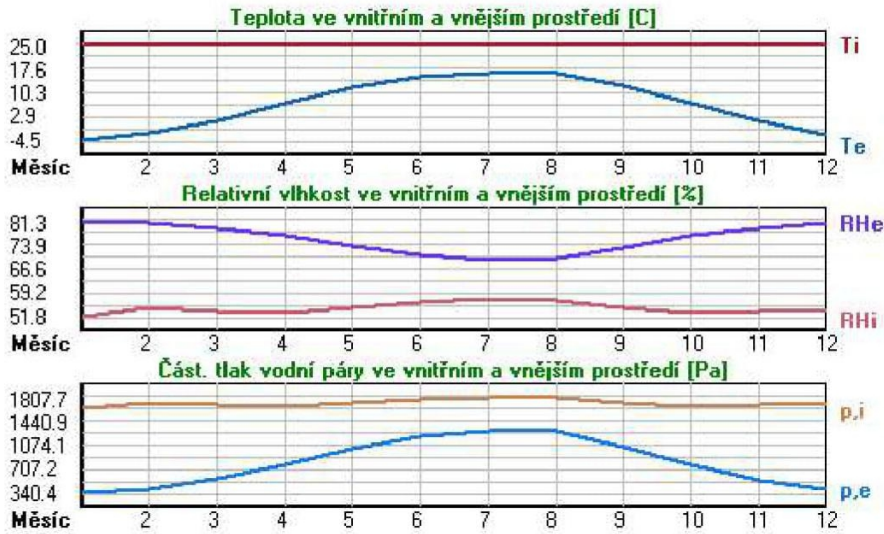
#### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 25.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	25.0	51.8	1639.9	-4.5	81.3	340.4
2	28 672	25.0	54.3	1719.1	-2.3	80.5	405.9
3	31 744	25.0	53.3	1687.4	1.8	79.2	550.6
4	30 720	25.0	53.0	1677.9	7.0	76.8	769.0
5	31 744	25.0	54.5	1725.4	11.9	73.6	1024.9
6	30 720	25.0	56.2	1779.2	15.0	70.9	1208.4
7	31 744	25.0	57.1	1807.7	16.5	69.3	1300.2
8	31 744	25.0	56.9	1801.4	16.1	69.8	1276.6
9	30 720	25.0	54.7	1731.8	12.3	73.3	1048.0
10	31 744	25.0	53.0	1677.9	7.1	76.7	773.3
11	30 720	25.0	53.4	1690.6	1.5	79.3	539.6
12	31 744	25.0	53.9	1706.4	-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 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 :

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

Teplotný odpor konstrukce R : 6.025 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.162 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

#### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.8E+0012 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce N<sub>y\*</sub> podle EN ISO 13786 : 422.8  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 9.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 23.42 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,R<sub>si,p</sub> : 0.960

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f,R <sub>si</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f,R <sub>si,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f,R <sub>si,m</sub>			
1	17.9	0.759	14.4	0.641	23.8	0.960	55.5
2	18.7	0.767	15.1	0.639	23.9	0.960	57.9
3	18.4	0.714	14.8	0.562	24.1	0.960	56.3
4	18.3	0.626	14.8	0.431	24.3	0.960	55.3
5	18.7	0.520	15.2	0.251	24.5	0.960	56.2
6	19.2	0.420	15.7	0.067	24.6	0.960	57.5
7	19.5	0.348	15.9	-----	24.7	0.960	58.3
8	19.4	0.371	15.9	-----	24.6	0.960	58.1
9	18.8	0.509	15.2	0.232	24.5	0.960	56.4
10	18.3	0.624	14.8	0.428	24.3	0.960	55.3
11	18.4	0.718	14.9	0.569	24.1	0.960	56.5
12	18.5	0.766	15.0	0.638	23.9	0.960	57.5



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

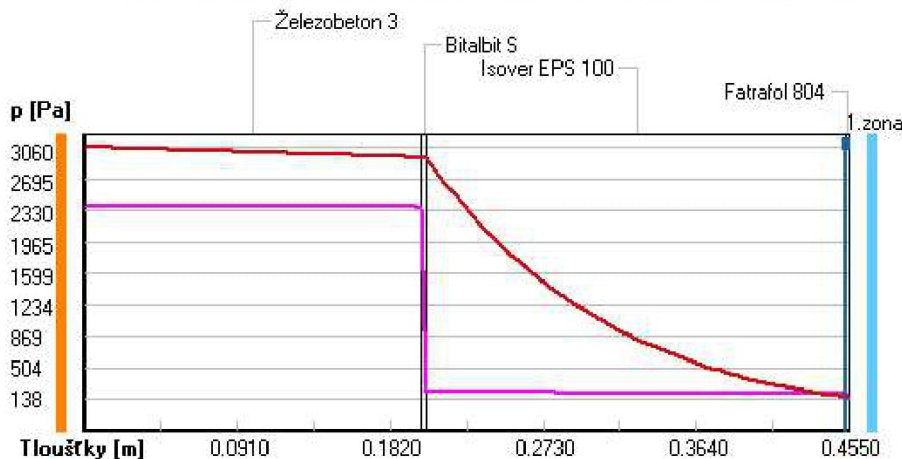
**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	24.4	23.8	23.7	-14.7	-14.8
p [Pa]:	2374	2361	223	197	138
p,sat [Pa]:	3060	2943	2926	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.

**Část. tlaky vodní páry 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	0.4535	0.4535	2.038E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0002 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0602 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	Železobeton 3	365	---	---	---	---
2	Bitalbit S	365	---	---	---	---
3	Isover EPS 100	---	31	183	151	---
4	Fatrafol 804	---	31	183	151	---

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

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

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, ...**



## 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 : **Skladba S4 - podlaha na 2.NP**  
Zpracovatel : TT 2017  
Zakázka :  
Datum : 12/14/2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Beton hutný 1	0.0500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
2	Gefitas PE	0.0001	0.3500	1470.0	700.0	1000000.0	0.0000
3	Isover T-N	0.0500	0.0400	800.0	148.0	1.0	0.0000
4	Železobeton 3	0.2000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
5	Uzavřená vzduch	0.3000	1.7650	1010.0	1.2	0.0	0.0000
6	Isover TF Prof	0.1500	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	Beton hutný 1	---
2	Gefitas PE	---
3	Isover T-N	---
4	Železobeton 3	---
5	Uzavřená vzduch. dutina tl. 300 mm	---
6	Isover TF Profi	---

#### 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 : 0.17 m2K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.17 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 25.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

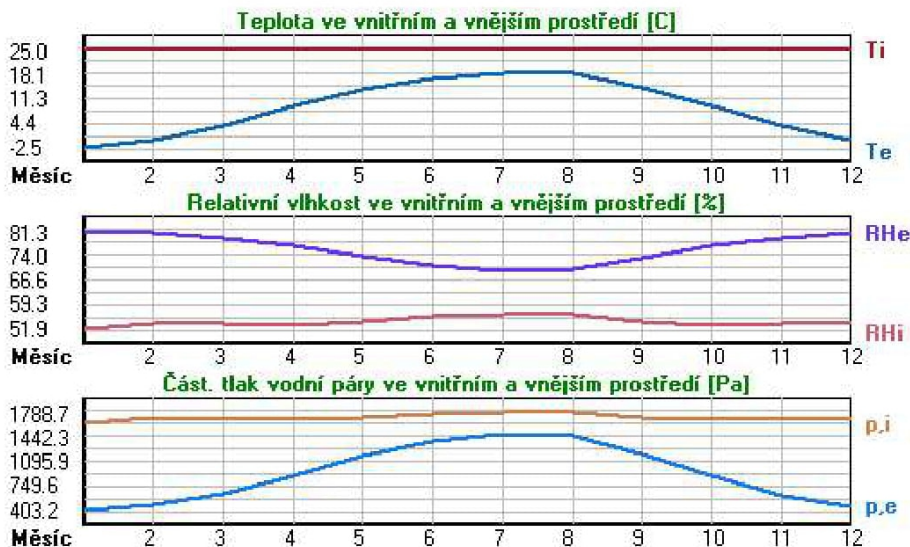
Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	25.0	51.9	1643.1	-2.5	81.3	403.2
2	28 672	25.0	53.6	1696.9	-0.3	80.5	479.4
3	31 744	25.0	53.5	1693.8	3.8	79.2	634.8
4	30 720	25.0	52.9	1674.8	9.0	76.8	881.2
5	31 744	25.0	54.0	1709.6	13.9	73.6	1168.3
6	30 720	25.0	55.6	1760.3	17.0	70.9	1373.1
7	31 744	25.0	56.5	1788.7	18.5	69.3	1475.1
8	31 744	25.0	56.2	1779.2	18.1	69.8	1448.9
9	30 720	25.0	54.3	1719.1	14.3	73.3	1194.1
10	31 744	25.0	52.9	1674.8	9.1	76.7	886.1
11	30 720	25.0	53.5	1693.8	3.5	79.3	622.3
12	31 744	25.0	53.9	1706.4	-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 :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.908 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.191 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m<sup>2</sup>K

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

#### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.7E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 3007.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 15.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 23.12 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.953

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	17.9	0.743	14.4	0.616	23.7	0.953	56.1
2	18.4	0.741	14.9	0.602	23.8	0.953	57.5
3	18.4	0.689	14.9	0.524	24.0	0.953	56.8
4	18.2	0.577	14.7	0.358	24.2	0.953	55.3
5	18.6	0.420	15.0	0.103	24.5	0.953	55.7
6	19.0	0.254	15.5	-----	24.6	0.953	56.9
7	19.3	0.121	15.8	-----	24.7	0.953	57.5
8	19.2	0.160	15.7	-----	24.7	0.953	57.3
9	18.7	0.407	15.1	0.078	24.5	0.953	56.0
10	18.2	0.575	14.7	0.354	24.3	0.953	55.3
11	18.4	0.694	14.9	0.530	24.0	0.953	56.8
12	18.5	0.747	15.0	0.610	23.8	0.953	57.9

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



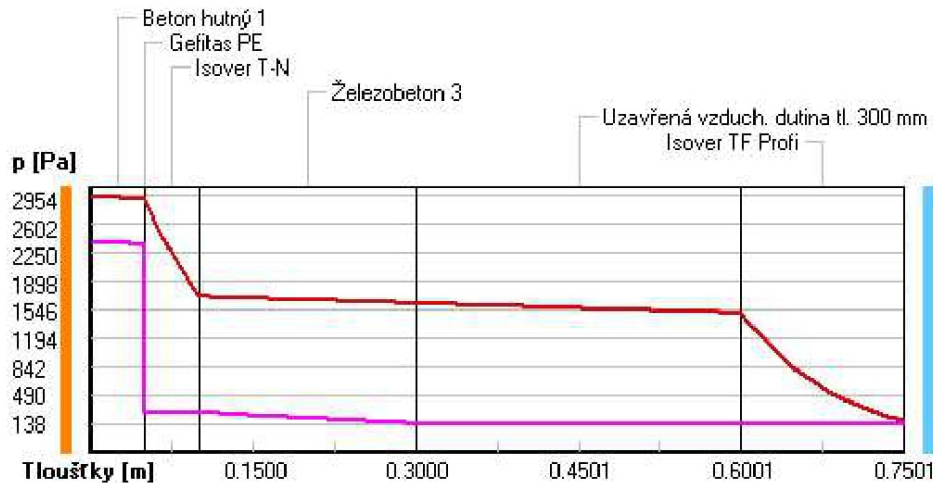
**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	23.8	23.6	23.6	15.0	14.2	13.1	-13.8
p [Pa]:	2374	2357	276	275	142	142	138
p,sat [Pa]:	2954	2905	2904	1708	1624	1506	183

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.

**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  $G_d$  : 4.162E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Beton hutný 1	365	---	---	---	---
2	Gefitas PE	365	---	---	---	---
3	Isover T-N	365	---	---	---	---
4	Železobeton 3	365	---	---	---	---
5	Uzavřená vzduch	365	---	---	---	---
6	Isover TF Profi	---	92	273	---	---

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 : **Skladba S6 - podlaha na 1.NP**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 12/13/2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Železobeton 3	0.3000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
2	Poriment 2	0.1000	0.2700	840.0	900.0	15.0	0.0000
3	Bitalbit S	0.0035	0.2100	1470.0	1140.0	30000.0	0.0000
4	Baumit XPS-R	0.0500	0.0350	2060.0	33.0	70.0	0.0000
5	Elastodek 40 M	0.0080	0.2100	1470.0	1200.0	30000.0	0.0000
6	Beton hutný 1	0.0500	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	Železobeton 3	---
2	Poriment 2	---
3	Bitalbit S	---
4	Baumit XPS-R	---
5	Elastodek 40 Medium Mineral	---
6	Beton hutný 1	---

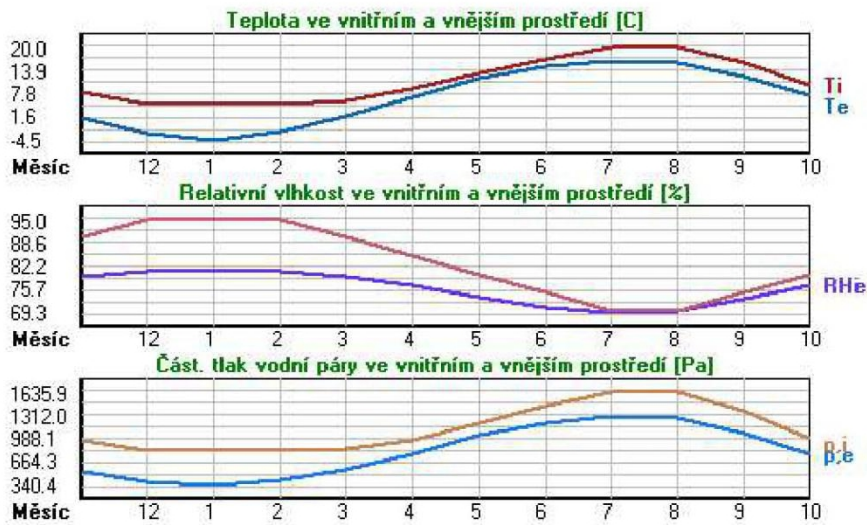
#### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 5.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 85.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	5.0	95.0	828.3	-4.5	81.3	340.4
2	28 672	5.0	95.0	828.3	-2.3	80.5	405.9
3	31 744	6.0	90.0	841.2	1.8	79.2	550.6
4	30 720	9.0	85.0	975.3	7.0	76.8	769.0
5	31 744	13.0	80.0	1197.6	11.9	73.6	1024.9
6	30 720	17.0	75.0	1452.5	15.0	70.9	1208.4
7	31 744	20.0	70.0	1635.9	16.5	69.3	1300.2
8	31 744	20.0	70.0	1635.9	16.1	69.8	1276.6
9	30 720	16.0	75.0	1363.0	12.3	73.3	1048.0
10	31 744	10.0	80.0	981.8	7.1	76.7	773.3
11	30 720	8.0	90.0	965.0	1.5	79.3	539.6
12	31 744	5.0	95.0	828.3	-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  $T_e$  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 :**

**Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Teplný odpor konstrukce R : 2.067 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.453 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.47 / 0.50 / 0.55 / 0.65 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.9E+0012 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 402.3  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 16.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 2.88 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.894

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>			
1	7.5	1.262	4.3	0.923	4.0	0.894	100.0
2	7.5	1.341	4.3	0.900	4.2	0.894	100.0
3	7.7	1.408	4.5	0.640	5.6	0.894	92.8
4	9.9	1.450	6.6	-----	8.8	0.894	86.2
5	13.0	1.000	9.6	-----	12.9	0.894	80.6
6	16.0	0.493	12.5	-----	16.8	0.894	76.0
7	17.9	0.389	14.4	-----	19.6	0.894	71.6
8	17.9	0.451	14.4	-----	19.6	0.894	71.8
9	15.0	0.728	11.6	-----	15.6	0.894	76.9
10	10.0	1.000	6.7	-----	9.7	0.894	81.7
11	9.7	1.268	6.5	0.763	7.3	0.894	94.3
12	7.5	1.327	4.3	0.904	4.2	0.894	100.0

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



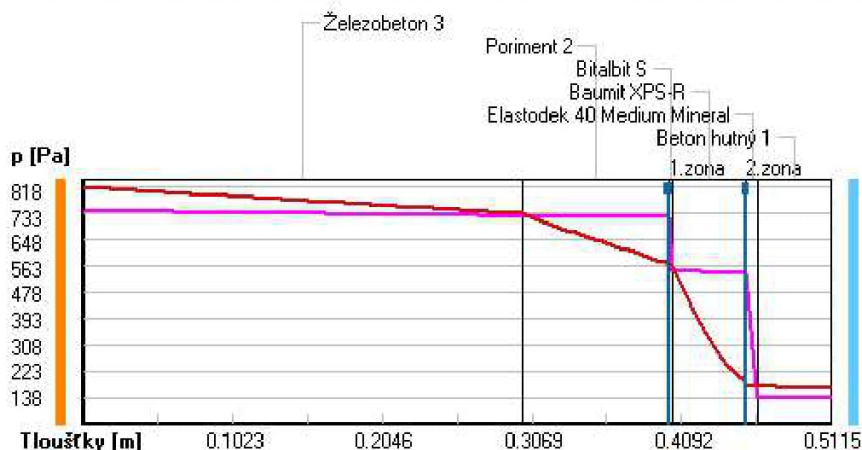
**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	4.1	2.5	-0.8	-1.0	-13.9	-14.3	-14.6
p [Pa]:	741	725	723	547	541	140	138
p,sat [Pa]:	818	733	570	563	182	176	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.

**Část. tlaky vodní páry 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	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4000	0.4000	2.363E-0009
2	0.4535	0.4535	6.796E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0051 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0310 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		
11	0.4535	0.4535	0.0012	0.0003	0.0008	0.0008
12	0.4535	0.4535	0.0012	0.0002	0.0009	0.0017
1	0.4535	0.4535	0.0013	0.0002	0.0011	0.0029
2	0.4535	0.4535	0.0010	0.0002	0.0008	0.0037
3	0.4535	0.4535	0.0007	0.0003	0.0004	0.0041
4	0.4535	0.4535	0.0005	0.0005	-0.0001	0.0040
5	0.4535	0.4535	-0.0009	0.0008	-0.0017	0.0024
6	0.4535	0.4535	-0.0011	0.0011	-0.0022	0.0002
7	---	---	-0.0012	0.0013	-0.0025	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0041 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0041 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: **0.0021 kg/m2**



..... a do interiéru: 0.0020 kg/m<sup>2</sup>

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

**Kondenzační zóna č. 2**

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m <sup>2</sup> za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m <sup>2</sup> za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m <sup>2</sup> za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	---	---	---	---	---	---
12	0.4000	0.4000	0.0040	0.0012	0.0028	0.0028
1	0.4000	0.4000	0.0052	0.0013	0.0039	0.0068
2	0.4000	0.4000	0.0034	0.0010	0.0024	0.0091
3	0.4000	0.4000	-0.0008	0.0007	-0.0016	0.0076
4	0.4000	0.4000	-0.0060	0.0005	-0.0064	0.0011
5	---	---	-0.0129	0.0003	-0.0133	0.0000
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0091 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0091 kg/m<sup>2</sup>**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0007 kg/m<sup>2</sup>

..... a do interiéru: 0.0085 kg/m<sup>2</sup>

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

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Železobeton 3	---	---	122	62	181
2	Poriment 2	---	---	122	62	181
3	Bitalbit S	---	---	92	31	242
4	Baumit XPS-R	---	---	---	123	242
5	Elastodek 40 M	---	---	---	123	242
6	Beton hutný 1	---	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 srovnání 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 : **Skladba P1 - obvodový plášť**  
Zpracovatel : TT 2017  
Zakázka :  
Datum : 12/14/2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Železobeton 3	0.2000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
2	Isover TF Prof	0.2000	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 3	---
2	Isover TF Profi	---

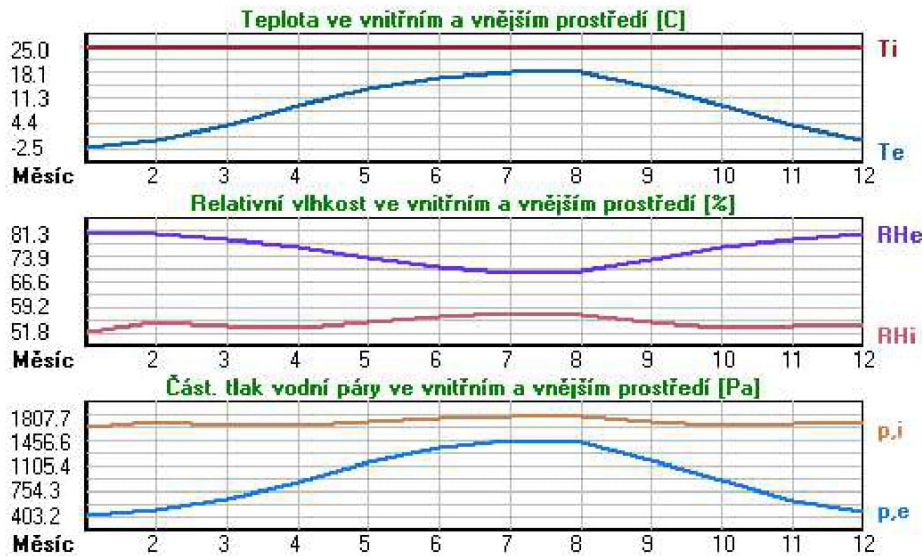
#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 25.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	25.0	51.8	1639.9	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	25.0	54.3	1719.1	-0.3	80.5	479.4
3	31	744	25.0	53.3	1687.4	3.8	79.2	634.8
4	30	720	25.0	53.0	1677.9	9.0	76.8	881.2
5	31	744	25.0	54.5	1725.4	13.9	73.6	1168.3
6	30	720	25.0	56.2	1779.2	17.0	70.9	1373.1
7	31	744	25.0	57.1	1807.7	18.5	69.3	1475.1
8	31	744	25.0	56.9	1801.4	18.1	69.8	1448.9
9	30	720	25.0	54.7	1731.8	14.3	73.3	1194.1
10	31	744	25.0	53.0	1677.9	9.1	76.7	886.1
11	30	720	25.0	53.4	1690.6	3.5	79.3	622.3
12	31	744	25.0	53.9	1706.4	-0.6	80.7	468.9

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



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 : 4.824 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.200 W/m<sup>2</sup>K  
 Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

**Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:**

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 3.5E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 396.7  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 23.04 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.951  
 Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	17.9	0.742	14.4	0.615	23.7	0.951	56.1
2	18.7	0.749	15.1	0.610	23.8	0.951	58.5
3	18.4	0.687	14.8	0.521	24.0	0.951	56.7
4	18.3	0.579	14.8	0.360	24.2	0.951	55.5
5	18.7	0.433	15.2	0.116	24.5	0.951	56.3
6	19.2	0.275	15.7	-----	24.6	0.951	57.5
7	19.5	0.147	15.9	-----	24.7	0.951	58.2
8	19.4	0.189	15.9	-----	24.7	0.951	58.1
9	18.8	0.418	15.2	0.089	24.5	0.951	56.4
10	18.3	0.576	14.8	0.356	24.2	0.951	55.5
11	18.4	0.692	14.9	0.529	23.9	0.951	56.9





12 18.5 0.747 15.0 0.610 23.7 0.951 58.1

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

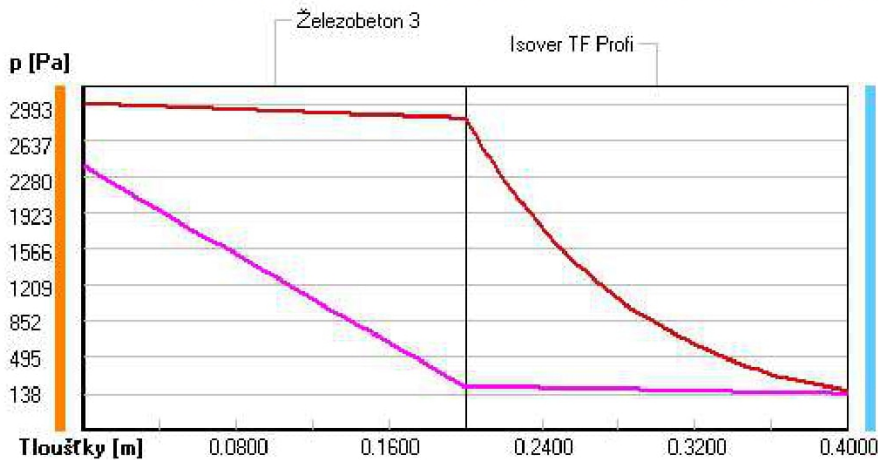
**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	e
theta [C]:	24.1	23.2	-14.7
p [Pa]:	2374	206	138
p,sat [Pa]:	2993	2848	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.

**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 Gd : 6.776E-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 3	365	---	---	---	---
2	Isover TF Prof	---	62	303	---	---

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

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

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



## 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 : **Skladba P3 - obvodový plášť - sokl**  
Zpracovatel : TT 2017  
Zakázka :  
Datum : 12/14/2020

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Železobeton 3	0.2000	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
2	Elastodek 40 M	0.0080	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0	0.0000
3	Baumit XPS-R	0.1500	0.0350	2060.0	33.0	70.0	0.0000
4	Cemix M - Moza	0.0016	0.7510	840.0	1650.0	152.0	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 3	---
2	Elastodek 40 Medium Dekor šedý	---
3	Baumit XPS-R	---
4	Cemix M - Mozaiková omítka	---

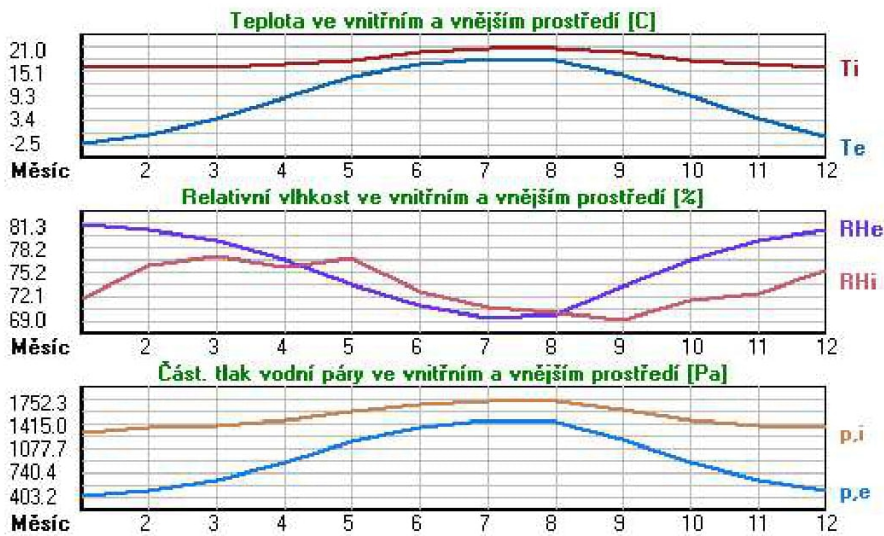
#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 16.0 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	16.0	71.8	1304.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	672	16.0	76.0	1381.1	-0.3	80.5	479.4
3	31	744	16.0	77.1	1401.1	3.8	79.2	634.8
4	30	720	17.0	75.8	1468.0	9.0	76.8	881.2
5	31	744	18.0	77.0	1588.4	13.9	73.6	1168.3
6	30	720	20.0	72.6	1696.6	17.0	70.9	1373.1
7	31	744	21.0	70.5	1752.3	18.5	69.3	1475.1
8	31	744	21.0	70.0	1739.9	18.1	69.8	1448.9
9	30	720	20.0	69.0	1612.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	744	18.0	71.6	1477.0	9.1	76.7	886.1
11	30	720	17.0	72.5	1404.1	3.5	79.3	622.3
12	31	744	16.0	75.4	1370.2	-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:

Teplý odpor konstrukce R : 4.052 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.237 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m<sup>2</sup>K

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 akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.2E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 259.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 14.21 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.942

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.3	0.909	10.9	0.725	14.9	0.942	76.9
2	15.2	0.951	11.8	0.741	15.1	0.942	80.7
3	15.4	0.953	12.0	0.672	15.3	0.942	80.6
4	16.2	0.894	12.7	0.463	16.5	0.942	78.0
5	17.4	0.852	13.9	0.002	17.8	0.942	78.2
6	18.4	0.480	14.9	-----	19.8	0.942	73.4
7	19.0	0.183	15.4	-----	20.9	0.942	71.1
8	18.8	0.257	15.3	-----	20.8	0.942	70.7
9	17.6	0.585	14.1	-----	19.7	0.942	70.4
10	16.2	0.803	12.8	0.415	17.5	0.942	73.9
11	15.5	0.886	12.0	0.631	16.2	0.942	76.2
12	15.1	0.944	11.7	0.738	15.0	0.942	80.2

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



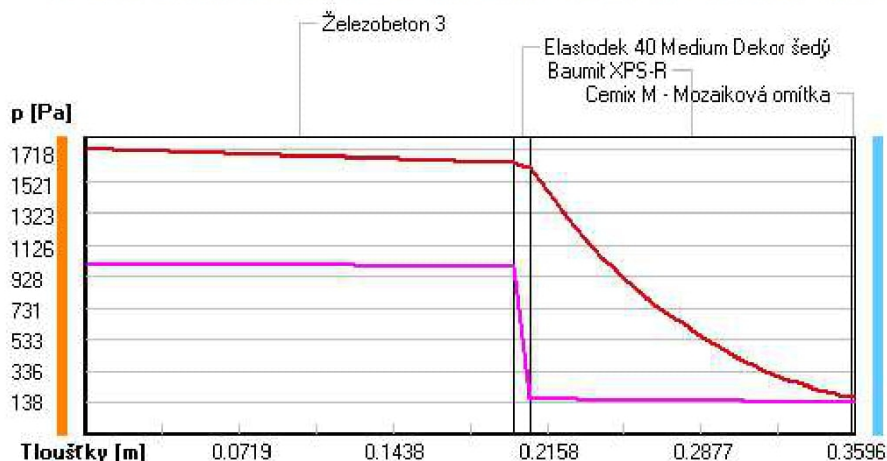
**Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	15.1	14.4	14.1	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1000	986	161	139	138
p,sat [Pa]:	1718	1635	1608	169	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.

**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  $G_d$  : 4.129E-0010 kg/(m2.s)

**Bilance z kondenzované 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 3	---	---	365	---	---
2	Elastodek 40 M	---	---	365	---	---
3	Baumit XPS-R	---	62	272	31	---
4	Cemix M - Moza	---	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.**