

Projekt:

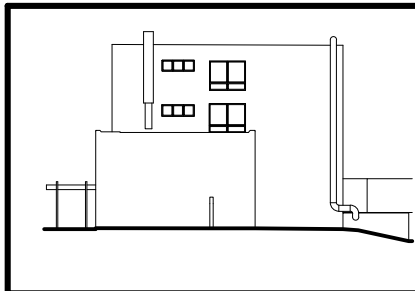
## Zateplení obvodového pláště a výměna oken

Gymnázium a Střední odborná škola ekonomická  
parc.č. 238 Sedlčany

Stavebník:

Gymnázium a Střední  
odborná škola ekonomická

Nádražní 90  
264 80 Sedlčany



souřadnicový systém S-JTSK  
výškový systém Bpv

Generální projektant:

**OLAF studio s.r.o.**  
IČO: 278 78 023  
Moravská 1687/34  
120 00 Praha 2 - Vinohrady

Logo:

**OLAF**  
STUDIO

Architekt:

Ing. arch. Martin Dašek  
Ing. arch. Adam De Pina

Autorizační razítko:

Hlavní inženýr projektu:

Ing. arch. Adam de Pina

Zodpovědný projektant:

Projektant profese:

**OLAF studio s.r.o.**  
IČO: 278 78 023  
Moravská 1687/34  
120 00 Praha 2 - Vinohrady

Paré:

Vypracoval:

Ing. arch. Adam de Pina

Část dokumentace:

Zakázka:

Stupeň:

437

DPS.

Revize:

Datum:

R-00

07/2018

Stavební objekt:

Formát:

Měřítko:

Název výkresu:

Číslo:

**TEPELNĚ TECHNICKÉ HODNOCENÍ D - 18**

## SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

**Teplo 2017**

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

Název kce	Typ	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Ma,max[kg/m <sup>2</sup> ]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Stáv - Obvod. Skl.č.1...	stěna	2.559	0.366	0.1099	ano	---
Stáv - Obvod. Skl. č.2...	stěna	2.186	0.424	0.2269	ano	---
Stáv - Obvod. Skl. č.3...	stěna	1.498	0.600	0.9122	ano	---
Stáv - Obvod. Skl. č.5...	stěna	0.677	1.181	0.1088	ano	---
Nová - Obvod. Skl. č.1...	stěna	5.207	0.186	nedochází ke kondenzaci v.p.		---
Nová - Obvod. Skl. č.2...	stěna	4.940	0.196	0.0097	ano	---
Nová - Obvod. Skl. č. ...	stěna	4.461	0.216	0.7363	ano	---
Nová - Obvod. Skl. č. ...	stěna	4.908	0.197	0.0046	ano	---
Stáv - Střecha Skl.č.s...	střecha	1.718	0.538	nedochází ke kondenzaci v.p.		---
Stáv - Střecha Skl. č....	střecha	3.255	0.289	nedochází ke kondenzaci v.p.		---
Nová - Střecha Skl. č....	střecha	5.344	0.182	0.0001	ano	---

### Vysvětlivky:

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

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

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

Teplo 2017

Název úlohy : **Stáv - Obvod. Skl.č.1**  
Zpracovatel : TT 2017  
Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany  
Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Porotherm 44	0,4400	0,1500	1000,0	770,0	10,0	0.0000
3	Břízolit	0,0250	0,9000	840,0	1900,0	25,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Porotherm 44	---
3	Břízolit	---

### 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 : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9

9	30	720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31	744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

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

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

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

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 2.559 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.366 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.39 / 0.42 / 0.47 / 0.57 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> : 2.8E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 941.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 22.8 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> : 17.84 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.912**

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> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.8	0.732	11.3	0.586	19.0	0.912	61.3
2	15.4	0.742	12.0	0.584	19.1	0.912	63.3
3	15.7	0.707	12.3	0.516	19.4	0.912	63.4
4	16.2	0.643	12.8	0.385	19.8	0.912	63.8
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.3	0.912	66.3
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.5	0.912	68.8
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.7	0.912	70.2
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.6	0.912	69.8
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.3	0.912	66.7
10	16.3	0.632	12.8	0.363	19.9	0.912	63.9
11	15.7	0.707	12.3	0.516	19.4	0.912	63.4
12	15.5	0.743	12.0	0.585	19.1	0.912	63.5

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	e
theta [C]:	19.5	19.2	-14.2	-14.5
p [Pa]:	1491	1452	302	138
p,sat [Pa]:	2268	2223	177	172

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.

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	0.3014	0.4650	5.395E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.1099 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **2.3477 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 nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	90	275	---	---	---
2	Porotherm 44	---	---	153	61	151
3	Břízolit	---	---	153	61	151

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

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

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

Teplu 2017, (c) 2016 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

Teplu 2017

Název úlohy : **Stáv - Obvod. Skl. č.2 a č.4**  
 Zpracovatel : TT 2017  
 Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany  
 Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Zdivo 44 P+D n	0,4400	0,1800	960,0	840,0	7,0	0.0000
3	Břízolit	0,0250	0,9000	840,0	1900,0	25,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Zdivo 44 P+D na maltu běžnou	---
3	Břízolit	---

### 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 : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30 720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31 744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-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 :

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

Teplotní odpor konstrukce R : 2.186 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.424 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.44 / 0.47 / 0.52 / 0.62 W/m<sup>2</sup>K

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

### Difúzní odpor a tepelné akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.0E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 595.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 21.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 17.37 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.899**

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	14.8	0.732	11.3	0.586	18.6	0.899	62.5
2	15.4	0.742	12.0	0.584	18.8	0.899	64.5
3	15.7	0.707	12.3	0.516	19.2	0.899	64.3
4	16.2	0.643	12.8	0.385	19.6	0.899	64.5
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.1	0.899	66.7
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.5	0.899	69.1
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.6	0.899	70.4
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.6	0.899	70.0
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.2	0.899	67.1
10	16.3	0.632	12.8	0.363	19.7	0.899	64.5
11	15.7	0.707	12.3	0.516	19.2	0.899	64.3
12	15.5	0.743	12.0	0.585	18.8	0.899	64.7

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	e
theta [C]:	19.2	18.9	-14.1	-14.5
p [Pa]:	1491	1439	358	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2230	2177	179	173

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m] pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.3014 0.4650	7.971E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.2269 kg/(m2.rok)**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **2.9017 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	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	$M_c/M_{ev}$	Ma
12	0.4650	0.4650	0.1321	0.1192	0.0129	0.0129
1	0.4650	0.4650	0.1304	0.1003	0.0301	0.0440
2	0.4650	0.4650	0.1193	0.1069	0.0124	0.0565
3	0.4650	0.4650	0.1073	0.1544	-0.0471	0.0093
4	---	---	0.0652	0.2150	-0.1498	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0565 kg/m2**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0565 kg/m2**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0565 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	Omítka vápenná	31	334	---	---	---
2	Zdivo 44 P+D n	---	---	153	61	151
3	Břízolit	---	---	153	61	151

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

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

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



# 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

Název úlohy : **Stáv - Obvod Skl. č.3**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany

Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Zdivo 36.5 P+D	0,2900	0,1800	960,0	720,0	7,0	0.0000
3	Kabřincový obk	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Zdivo 36.5 P+D na maltu běžnou	---
3	Kabřincový obklad	---

### 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 : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7

8	31	744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30	720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31	744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-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 :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 1.498 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.600 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.62 / 0.65 / 0.70 / 0.80 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> : 2.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 65.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.5 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> : 15.97 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.860

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>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.8	0.732	11.3	0.586	17.7	0.860	66.1
2	15.4	0.742	12.0	0.584	18.0	0.860	68.0
3	15.7	0.707	12.3	0.516	18.5	0.860	67.2
4	16.2	0.643	12.8	0.385	19.1	0.860	66.6
5	17.2	0.558	13.8	0.149	19.8	0.860	68.1
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.3	0.860	70.0
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.5	0.860	71.1
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.4	0.860	70.8
9	17.4	0.543	13.9	0.102	19.9	0.860	68.4
10	16.3	0.632	12.8	0.363	19.2	0.860	66.6
11	15.7	0.707	12.3	0.516	18.5	0.860	67.2
12	15.5	0.743	12.0	0.585	18.0	0.860	68.2

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	e
theta [C]:	18.4	17.9	-14.0	-14.2
p [Pa]:	1491	1443	786	138
p,sat [Pa]:	2119	2045	180	177

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.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.2044	0.3150	1.335E-0007

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.9122 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **1.1433 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

**Kondenzační zóna č. 1**

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	$M_{c/Mev}$	Ma
10	0.3150	0.3150	0.0905	0.0734	0.0171	0.0171
11	0.3150	0.3150	0.1534	0.0472	0.1061	0.1232
12	0.3150	0.3150	0.1952	0.0378	0.1573	0.2806
1	0.3150	0.3150	0.1927	0.0319	0.1608	0.4467
2	0.3150	0.3150	0.1763	0.0339	0.1423	0.5890
3	0.3150	0.3150	0.1585	0.0488	0.1097	0.6987
4	0.3150	0.3150	0.0961	0.0677	0.0284	0.7271
5	0.3150	0.3150	0.0252	0.1041	-0.0790	0.6481
6	0.3150	0.3150	-0.0325	0.1328	-0.1652	0.4828
7	0.3150	0.3150	-0.0649	0.1574	-0.2223	0.2605
8	0.3150	0.3150	-0.0539	0.1504	-0.2043	0.0563
9	---	---	0.0143	0.1063	-0.0920	0.0000

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.7271 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.7271 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.5829 kg/m2

..... a do interiéru: 0.1442 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	Omítka vápenná	31	272	62	---	---
2	Zdivo 36.5 P+D	---	---	---	30	335

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, (c) 2016 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017

Název úlohy : **Stáv - Obvod. Skl. č.5**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany

Datum : 15.2.2018

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Zdivo CDm tl.	0,4800	0,7300	960,0	1550,0	7,0	0.0000
3	Břízolit	0,0250	0,9000	840,0	1900,0	25,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Zdivo CDm tl. 375 mm 2	---
3	Břízolit	---

#### 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  $T_{ai}$  : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RHe$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RHi$  : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		$T_{ai}$ [C]	$RHi$ [%]	$Pi$ [Pa]	$Te$ [C]	$RHe$ [%]	$Pe$ [Pa]
1	31	744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28	672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31	744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30	720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31	744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30	720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31	744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31	744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30	720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31	744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RHi$  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  $R$  : 0.677 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **1.181 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 1.20 / 1.23 / 1.28 / 1.38 W/m<sup>2</sup>K

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

### Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 2.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  podle EN ISO 13786 : 99.3

Fázový posun teplotního kmitu  $Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 16.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 11.69 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.741**

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[%]$
1	14.8	0.732	11.3	0.586	15.0	0.741	78.9
2	15.4	0.742	12.0	0.584	15.4	0.741	80.1
3	15.7	0.707	12.3	0.516	16.3	0.741	76.9
4	16.2	0.643	12.8	0.385	17.5	0.741	73.6
5	17.2	0.558	13.8	0.149	18.8	0.741	72.5

6	18.1	0.457	14.6	-----	19.6	0.741	72.8
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.0	0.741	73.1
8	18.4	0.402	14.9	-----	19.9	0.741	73.0
9	17.4	0.543	13.9	0.102	19.0	0.741	72.5
10	16.3	0.632	12.8	0.363	17.7	0.741	73.2
11	15.7	0.707	12.3	0.516	16.3	0.741	76.9
12	15.5	0.743	12.0	0.585	15.4	0.741	80.2

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

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

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	15.7	14.5	-12.2	-13.4
p [Pa]:	1491	1442	343	138
p,sat [Pa]:	1783	1654	212	191

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.

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	0.2094	0.5050	6.860E-0008

### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.1088 kg/(m2.rok)**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **2.2948 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 nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	---	214	151	---	---
2	Zdivo CDm tl.	---	---	153	122	90
3	Břízolit	---	---	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

Teplo 2017

Název úlohy : **Nová - Obvod. Skl. č.1**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany

Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Porotherm 44	0,4400	0,1500	1000,0	770,0	10,0	0.0000
3	Isover TF Prof	0,1600	0,0380	800,0	140,0	1,0	0.0000
4	weber.top škrá	0,0100	0,9300	850,0	1540,0	10,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Porotherm 44	---
3	Isover TF Profi	---
4	weber.top škrábaná omítka	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W

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

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6

5	31	744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30	720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31	744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31	744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30	720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31	744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> 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 : 5.207 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.186 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</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 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> : 2.6E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 13664.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 4.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.36 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.955**

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	14.8	0.732	11.3	0.586	19.9	0.955	57.6
2	15.4	0.742	12.0	0.584	20.0	0.955	59.8
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.2	0.955	60.5
4	16.2	0.643	12.8	0.385	20.4	0.955	61.6
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.6	0.955	64.8
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.8	0.955	67.9
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.8	0.955	69.5
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.8	0.955	69.0
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.6	0.955	65.3
10	16.3	0.632	12.8	0.363	20.4	0.955	61.8
11	15.7	0.707	12.3	0.516	20.2	0.955	60.5
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.0	0.955	60.0

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	e
theta [C]:	20.4	20.2	5.9	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1491	1449	212	167	138
p,sat [Pa]:	2390	2369	926	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.

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

Množství difundující vodní páry Gd : 5.626E-0008 kg/(m2.s)

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

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	151	214	---	---	---
2	Porotherm 44	212	153	---	---	---
3	Isover TF Prof	---	---	214	151	---
4	weber.top škrá	---	---	214	151	---

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

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

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

Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017

Název úlohy : **Nová - Obvod. Skl. č.2 a 4**  
 Zpracovatel : TT 2017  
 Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany  
 Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Zdivo 44 P+D n	0,4400	0,1800	960,0	840,0	7,0	0.0000
3	Isover TF Prof	0,1600	0,0380	800,0	140,0	1,0	0.0000
4	weber.top škrá	0,0100	0,9300	850,0	1540,0	10,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Zdivo 44 P+D na maltu běžnou	---
3	Isover TF Profi	---
4	weber.top škrábaná 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 : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30 720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31 744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-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 :

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

Teplotní odpor konstrukce R : 4.940 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.196 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</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 teplotně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 9370.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 2.9 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> : 19.28 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.952

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	14.8	0.732	11.3	0.586	19.9	0.952	57.8
2	15.4	0.742	12.0	0.584	20.0	0.952	60.0
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.952	60.6
4	16.2	0.643	12.8	0.385	20.4	0.952	61.7
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.6	0.952	64.9
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.7	0.952	68.0
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.8	0.952	69.6
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.8	0.952	69.1
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.6	0.952	65.4
10	16.3	0.632	12.8	0.363	20.4	0.952	61.9
11	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.952	60.6
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.0	0.952	60.2

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	e
theta [C]:	20.3	20.2	7.3	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1491	1433	239	177	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2383	2361	1026	169	168

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

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m] pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.6250 0.6250	1.710E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0097 kg/(m2.rok)**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **18.6881 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	151	214	---	---	---
2	Zdivo 44 P+D n	212	153	---	---	---
3	Isover TF Prof	---	---	214	151	---
4	weber.top škrá	---	---	214	151	---

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

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

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

Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017

Název úlohy : **Nová - Obdov. Skl. č. 3**  
Zpracovatel : TT 2017  
Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany  
Datum : 15.2.2018

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Zdivo 36.5 P+D	0,2900	0,1800	960,0	720,0	7,0	0.0000
3	Isover TF Prof	0,1600	0,0380	800,0	140,0	1,0	0.0000
4	Keramický obkl	0,0060	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Zdivo 36.5 P+D na maltu běžnou	---
3	Isover TF Profi	---
4	Keramický obklad	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30 720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31 744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHl 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 balance 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 : 4.461 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.216 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 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 tepelné akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 1.9E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1033.4  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 18.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.11 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.947

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	14.8	0.732	11.3	0.586	19.8	0.947	58.2
2	15.4	0.742	12.0	0.584	19.9	0.947	60.4
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.947	61.0
4	16.2	0.643	12.8	0.385	20.3	0.947	61.9
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.6	0.947	65.1
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.7	0.947	68.1
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.8	0.947	69.7
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.8	0.947	69.2
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.6	0.947	65.6
10	16.3	0.632	12.8	0.363	20.3	0.947	62.1
11	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.947	61.0
12	15.5	0.743	12.0	0.585	19.9	0.947	60.6

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	e
theta [C]:	20.2	20.1	10.4	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1491	1434	658	597	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2369	2344	1263	169	168

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

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/(m <sup>2</sup> s)]
1	0.4750	0.4750	1.079E-0007

#### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: 0.7363 kg/(m<sup>2</sup>.rok)  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: 1.5950 kg/(m<sup>2</sup>.rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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

#### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/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
11	0.4750	0.4750	0.1472	0.0703	0.0769	0.0769
12	0.4750	0.4750	0.1867	0.0536	0.1331	0.2100
1	0.4750	0.4750	0.1840	0.0444	0.1395	0.3541
2	0.4750	0.4750	0.1686	0.0480	0.1205	0.4747
3	0.4750	0.4750	0.1521	0.0726	0.0795	0.5542
4	0.4750	0.4750	0.0938	0.1046	-0.0108	0.5434
5	0.4750	0.4750	0.0271	0.1664	-0.1392	0.4041
6	0.4750	0.4750	-0.0276	0.2161	-0.2437	0.1604
7	---	---	-0.0583	0.2581	-0.3165	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:					<b>0.5542 kg/m2</b>	
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.:					<b>0.5542 kg/m2</b>	
z toho se odpaří do exteriéru:					0.4871 kg/m2	
..... a do interiéru:					0.0670 kg/m2	

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

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	151	214	---	---	---
2	Zdivo 36.5 P+D	212	123	30	---	---
3	Isover TF Prof	---	---	62	30	273
4	Keramický obkl	---	---	62	30	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.**

Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software

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

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

**Teplo 2017**

Název úlohy : **Nová - Obvod. Skl. č. 5**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany

Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější 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	Omítka vápenná	0,0250	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Zdivo CDm tl.	0,4800	0,7300	960,0	1550,0	7,0	0.0000
3	Isover TF Prof	0,1600	0,0380	800,0	140,0	1,0	0.0000
4	weber.top škrá	0,0100	0,9300	850,0	1540,0	10,0	0.0000

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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Zdivo CDm tl. 375 mm 2	---
3	Isover TF Profi	---
4	weber.top škrábaná 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 : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28	672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31	744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30	720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31	744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30	720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31	744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31	744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30	720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31	744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9



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

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

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

Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce  $R$  : 4.908 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : **0.197 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 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 akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 2.0E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  podle EN ISO 13786 : 3034.6

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{s^*}$  podle EN ISO 13786 : 21.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.27 °C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.952**

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[^{\circ}\text{C}]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
	$T_{si},m[^{\circ}\text{C}]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si},m[^{\circ}\text{C}]$	$f_{Rsi},m$			
1	14.8	0.732	11.3	0.586	19.9	0.952	57.9
2	15.4	0.742	12.0	0.584	20.0	0.952	60.0
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.952	60.7
4	16.2	0.643	12.8	0.385	20.4	0.952	61.7
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.6	0.952	64.9
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.7	0.952	68.0
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.8	0.952	69.6
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.8	0.952	69.1
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.6	0.952	65.4
10	16.3	0.632	12.8	0.363	20.4	0.952	61.9
11	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.952	60.7
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.0	0.952	60.2

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

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

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
$\theta$ [°C]:	20.1	19.9	15.2	-14.6	-14.7
$p$ [Pa]:	1491	1438	232	174	138
$p_{sat}$ [Pa]:	2348	2319	1728	170	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.

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.6650	0.6650	8.130E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0046 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **18.8408 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

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

#### Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	151	214	---	---	---
2	Zdivo CDm tl.	181	184	---	---	---
3	Isover TF Prof	---	---	214	151	---
4	weber.top škrá	---	---	214	151	---

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

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

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

Teplu 2017, (c) 2016 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

Teplu 2017

Název úlohy : **Stáv - Střecha Skl.č.s1**

Zpracovatel : TT 2017  
 Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany  
 Datum : 15.2.2018

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná  
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Dutinový panel	0,2500	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
2	Lignopor 5+45	0,0550	0,0440	1800,0	400,0	50,0	0.0000
3	Keramzitbeton	0,0800	0,5600	880,0	1100,0	11,0	0.0000
4	Perlitbeton 2	0,0400	0,1300	1150,0	450,0	11,0	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	Dutinový panel	---
2	Lignopor 5+45	---
3	Keramzitbeton 2	---
4	Perlitbeton 2	---

### 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 : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-4.3	81.1	345.4
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-2.7	80.7	393.5
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	1.0	79.5	521.8
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	5.6	77.5	704.5
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	10.5	74.7	948.0
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	13.7	72.2	1131.3
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	15.2	70.7	1220.6
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	14.7	71.2	1190.3
9	30 720	21.0	63.9	1588.3	11.1	74.2	980.0
10	31 744	21.0	59.6	1481.4	6.2	77.2	731.6
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	1.0	79.5	521.8
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-2.6	80.7	396.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te 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 :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 1.718 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.538 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.56 / 0.59 / 0.64 / 0.74 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> : 5.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 180.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.3 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> : 16.52 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.876**

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,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.8	0.753	11.3	0.618	17.9	0.876	65.7
2	15.4	0.764	12.0	0.619	18.1	0.876	67.6
3	15.7	0.737	12.3	0.565	18.5	0.876	67.1
4	16.2	0.689	12.8	0.465	19.1	0.876	66.8
5	17.2	0.642	13.8	0.311	19.7	0.876	68.6
6	18.1	0.606	14.6	0.126	20.1	0.876	70.8
7	18.6	0.581	15.1	-----	20.3	0.876	71.9
8	18.4	0.592	14.9	0.034	20.2	0.876	71.6
9	17.4	0.636	13.9	0.284	19.8	0.876	68.9
10	16.3	0.682	12.8	0.449	19.2	0.876	66.8
11	15.7	0.737	12.3	0.565	18.5	0.876	67.1
12	15.5	0.765	12.0	0.620	18.1	0.876	67.8

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	e
theta [C]:	19.2	15.6	-6.4	-8.9	-14.3
p [Pa]:	1491	699	320	199	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2230	1769	356	286	176

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

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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.756E-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	Dutinový panel	31	303	31	---	---
2	Lignopor 5+45	---	334	31	---	---
3	Keramzitbeton	---	334	31	---	---
4	Perlitbeton 2	---	---	365	---	---

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

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

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

Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software

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

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

**Teplo 2017**

Název úlohy : **Stáv - Střecha Skl. č.s2**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany

Datum : 15.2.2018

#### **ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :**

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou  
Korekce součinitele prostupu  $u$  : 0.050 W/m2K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D	Lambda	c	Ro	Mi	Ma
-------	-------	---	--------	---	----	----	----

		[m]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m3]	[-]	[kg/m2]
1	Dutinový panel	0,2500	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
2	Malta cementov	0,0200	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Tyvek VCL	0,0003	0,3500	1470,0	430,0	8000,0	0.0000
4	Isover S	0,1500	0,0400	800,0	175,0	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	Dutinový panel	---
2	Malta cementová	---
3	Tyvek VCL	---
4	Isover S	---

### 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 : 0.10 m2K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-2.3	81.1	409.0
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-0.7	80.7	465.0
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	7.6	77.5	808.6
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	12.5	74.7	1082.2
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	15.7	72.2	1287.1
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	17.2	70.7	1386.7
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	16.7	71.2	1352.9
9	30 720	21.0	63.9	1588.3	13.1	74.2	1118.0
10	31 744	21.0	59.6	1481.4	8.2	77.2	839.1
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHl 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 : 3.255 m2K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.289 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.31 / 0.34 / 0.39 / 0.49 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:

Difuzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 4.4E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 208.0

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi^*$  podle EN ISO 13786 : 11.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 18.50 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : **0.931**

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----	----- 80% -----	----- 100% -----	----- 100% -----			
	$T_{si}, \text{m}[C]$	$f_{Rsi}, \text{m}$	$T_{si}, \text{m}[C]$	$f_{Rsi}, \text{m}$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
1	14.8	0.732	11.3	0.586	19.4	0.931	59.7
2	15.4	0.742	12.0	0.584	19.5	0.931	61.8
3	15.7	0.707	12.3	0.516	19.8	0.931	62.1
4	16.2	0.643	12.8	0.385	20.1	0.931	62.8
5	17.2	0.558	13.8	0.149	20.4	0.931	65.6
6	18.1	0.457	14.6	-----	20.6	0.931	68.4
7	18.6	0.360	15.1	-----	20.7	0.931	69.9
8	18.4	0.402	14.9	-----	20.7	0.931	69.5
9	17.4	0.543	13.9	0.102	20.5	0.931	66.1
10	16.3	0.632	12.8	0.363	20.1	0.931	63.0
11	15.7	0.707	12.3	0.516	19.8	0.931	62.1
12	15.5	0.743	12.0	0.585	19.5	0.931	62.0

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

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

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.1	18.3	18.2	18.2	-14.1
p [Pa]:	1491	552	490	163	138
p,sat [Pa]:	2357	2108	2088	2087	178

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.

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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.268E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

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

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

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

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Dutinový panel	151	214	---	---	---
2	Malta cementov	334	31	---	---	---
3	Tyvek VCL	334	31	---	---	---
4	Isover S	---	---	365	---	---

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

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

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

Teplo 2017, (c) 2016 Svoboda Software

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

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

Teplo 2017

Název úlohy : **Nová - Střecha Skl. č. s1 a s2**

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka : 437 - ZŠ Sedlčany

Datum : 15.2.2018

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 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	Dutinový panel	0,2500	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
2	Malta cementov	0,0150	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Sklobit 40 Min	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	45000,0	0.0000
4	Icopal Alu-Vil	0,0040	0,2100	1470,0	1100,0	375000,0	0.0000
5	Isover EPS 150	0,2500	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
6	Fatrafol 810	0,0050	0,3500	1470,0	1313,0	24000,0	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	Dutinový panel	---
2	Malta cementová	---
3	Sklobit 40 Mineral	---
4	Icopal Alu-Villatherm	---



5	Isover EPS 150	---
6	Fatrafol 810	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

#### Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u,23/80 [%]	W,c [kg/m2]	W,m [kg/m2]	Redistribuce
1	Dutinový panel	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Malta cementov	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Sklobit 40 Min	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Icopal Alu-Vil	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	Isover EPS 150	---	0.00	0.00	0.00	ne
6	Fatrafol 810	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u23/80 je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalně fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalně fáze ve vrstvě.

#### Okrajové podmínky výpočtu :

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

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	54.0	1342.2	-4.3	81.1	345.4
2	28 672	21.0	56.3	1399.4	-2.7	80.7	393.5
3	31 744	21.0	57.5	1429.2	1.0	79.5	521.8
4	30 720	21.0	59.3	1473.9	5.6	77.5	704.5
5	31 744	21.0	63.3	1573.4	10.5	74.7	948.0
6	30 720	21.0	66.9	1662.9	13.7	72.2	1131.3
7	31 744	21.0	68.8	1710.1	15.2	70.7	1220.6
8	31 744	21.0	68.2	1695.2	14.7	71.2	1190.3
9	30 720	21.0	63.9	1588.3	11.1	74.2	980.0
10	31 744	21.0	59.6	1481.4	6.2	77.2	731.6
11	30 720	21.0	57.5	1429.2	1.0	79.5	521.8
12	31 744	21.0	56.5	1404.4	-2.6	80.7	396.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi 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 :**

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

Tepelný odpor konstrukce R : 5.344 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.182 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 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> : 9.7E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 357.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.3 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> : 19.40 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.956**

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,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.8	0.753	11.3	0.618	19.9	0.956	57.9
2	15.4	0.764	12.0	0.619	19.9	0.956	60.1
3	15.7	0.737	12.3	0.565	20.1	0.956	60.7
4	16.2	0.689	12.8	0.465	20.3	0.956	61.8
5	17.2	0.642	13.8	0.311	20.5	0.956	65.1
6	18.1	0.606	14.6	0.126	20.7	0.956	68.2
7	18.6	0.581	15.1	-----	20.7	0.956	69.9
8	18.4	0.592	14.9	0.034	20.7	0.956	69.4
9	17.4	0.636	13.9	0.284	20.6	0.956	65.7
10	16.3	0.682	12.8	0.449	20.3	0.956	62.1
11	15.7	0.737	12.3	0.565	20.1	0.956	60.7
12	15.5	0.765	12.0	0.620	20.0	0.956	60.3

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]:	20.5	19.5	19.5	19.4	19.3	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1491	1487	1487	1353	237	228	138
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2414	2270	2261	2249	2236	169	168

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

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/(m <sup>2</sup> s)]
1	0.5230	0.5230	1.051E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M<sub>c,a</sub>: **0.0001 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{v,a}$ : **0.0151 kg/(m<sup>2</sup>.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	Dutinový panel	90	275	---	---	---
2	Malta cementov	90	275	---	---	---
3	Sklobit 40 Min	90	275	---	---	---
4	Icopal Alu-Vil	212	153	---	---	---
5	Isover EPS 150	---	---	153	122	90
6	Fatrafol 810	---	---	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.**