

POSOUZENÍ SKLADBY REVITALIZACE OBJEKTU STŘEDISKA VÝZKUMNÉ STANICE KŘTINY

Zpracovaný podle požadavků ČSN 73 0540-2:2011 a Z1:2012

Zadavatel posudku: Ing. Pavel Magnusek

Vypracovali: Ing. Roman Brzoň, Ph.D.

1. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

A. Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Vnitřní povrchová teplota hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota **teplotního faktoru vnitřního povrchu**. Stavební konstrukce a styky konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde

$f_{Rsi,N}$ požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];
 $f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-].

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$, při kterém by vnitřní vzduch s návrhovou relativní vlhkostí φ_i dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$ se stanoví ze vztahu:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})}$$

kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;
 θ_{ex} návrhová vnější teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období ve °C, která se stanoví podle ČSN 73 0540-3 jako návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e pro vnější konstrukce, jako návrhová teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí θ_{ai} pro vnitřní konstrukce a jako návrhová teplota zeminy θ_{gr} pro konstrukce přilehlé k zemině;
 $\varphi_{i,r}$ relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, v %, která se určí:

a) pro prostory, v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu vzduchotechnikou, ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části vzduchotechnikou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce; pro místnosti s dlouhodobým pobytem osob v bytových, administrativních, školských a obdobných budovách se uvažuje φ_i větší nebo rovno 40 %, pokud zvláštní předpisy nestanovují hodnoty vyšší;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5 \%$;

b) pro ostatní prostory ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_f \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\varphi_i \quad (6)$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3; kromě prostorů s vlhkým, mokrým nebo suchým prostředím se uvažuje $\varphi_i = 50 \%$;

$\Delta\varphi_f$ změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu, v K⁻¹; uvažuje se $\Delta\varphi_f = 0,01 \text{ K}^{-1}$;

θ_{ae} návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve °C;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5 \%$;

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro

výplně otvorů je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100 \%$, pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80 \%$ (riziko růstu plísní).

Pro konstrukce v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ použít tabulku.

Tab. 1 Požadované a doporučené hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$

Konstrukce	θ_{ai} [°C]	Návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e [°C]				
		-13	-15	-17	-19	-21
		Požadovaný kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$				
Stavební konstrukce	20	0,748	0,744	0,757	0,770	0,781
	20,6	0,751	0,747	0,760	0,772	0,783
	21	0,753	0,749	0,762	0,774	0,785
		Doporučený kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$				
Výplň otvoru	20	0,647	0,649	0,650	0,650	0,650
	20,6	0,652	0,653	0,654	0,654	0,653
	21	0,655	0,656	0,657	0,657	0,655

B. Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných budov v prostorech musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle Tab. 2. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud převažující návrhová vnitřní teplota je v uvedeném intervalu.
- pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1$$

kde $U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla z tabulky 2 ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$;

e_1 součinitel typu budovy dle vztahu $e_1 = \frac{16}{\theta_{im} - 4}$ bezrozměrný;

θ_{im} je převažující návrhová vnitřní teplota ve °C.

Tab. 2 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C pro vybrané konstrukce

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy

	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	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 s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temp. prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

D. Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce a roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce M_c v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohroží její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v $\text{kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$ tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg.m^{-3} ; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg.m}^{-3}$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg.m^{-3} ; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg.m}^{-3}$ se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$ tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$.

2. ÚDAJE O SPLNĚNÍ NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE

2.1 Teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,N}$

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotní faktor f_{Rsi} [-]	Požadovaná hodnota teplot. faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
Obvodová stěna	0,947	0,747	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá	0,960	0,747	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá_nová	0,961	0,747	vyhovuje

Slovní hodnocení: Všechny konstrukce splňují požadavek.

2.2 Součinitel prostupu tepla neprůsvitných konstrukcí U

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota U [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	Požadovaná (doporučená) hodnota U_N [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	Posouzení
Obvodová stěna	0,22	0,30 (0,25)	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá	0,16	0,24 (0,16)	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá_nová	0,16	0,24 (0,16)	vyhovuje

Slovní hodnocení: Všechny konstrukce splňují požadavek.

2.3 Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce a roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

- množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce

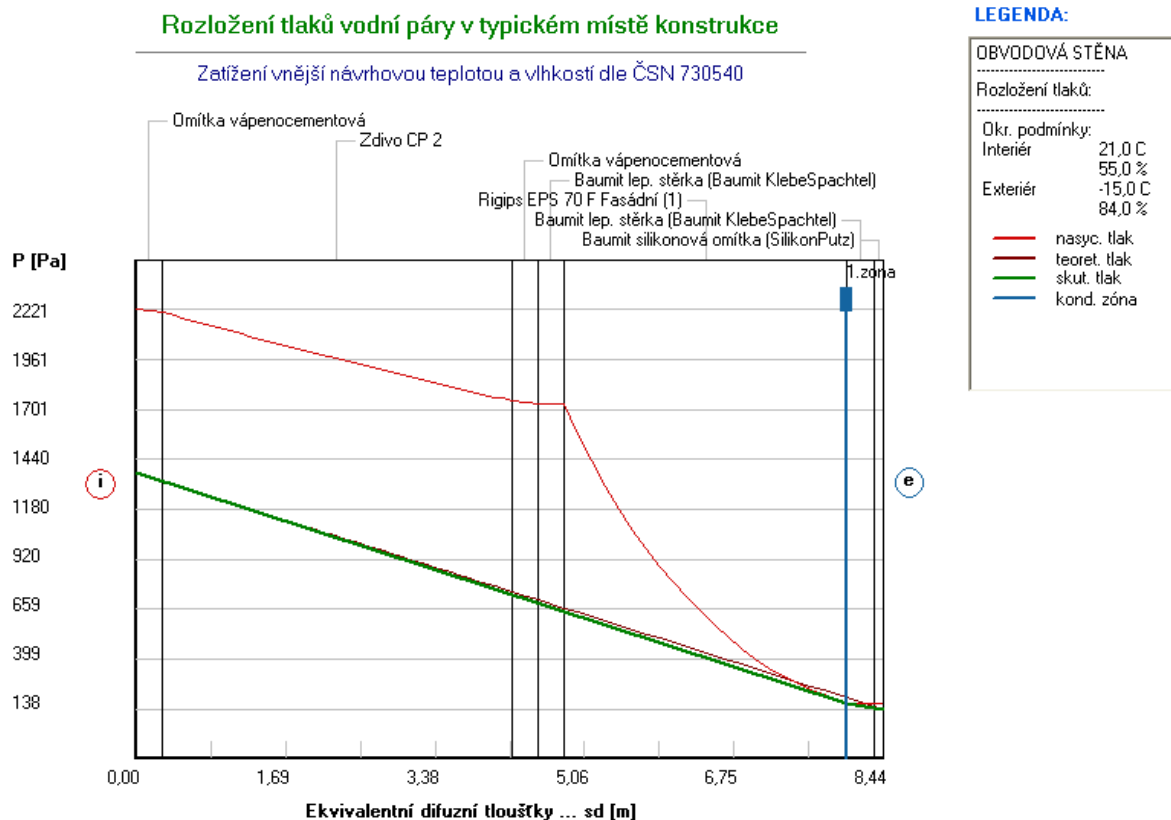
Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota M_c [$\text{kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$]	Požadovaná hodnota $M_{c,N}$ [$\text{kg.m}^{-2}.\text{a}^{-1}$]	Posouzení
Obvodová stěna	0,0102	0,120	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá	0,0536	0,059	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá_nová	0,0027	0,059	vyhovuje

Slovní hodnocení: Všechny konstrukce splňují požadavek.

- roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

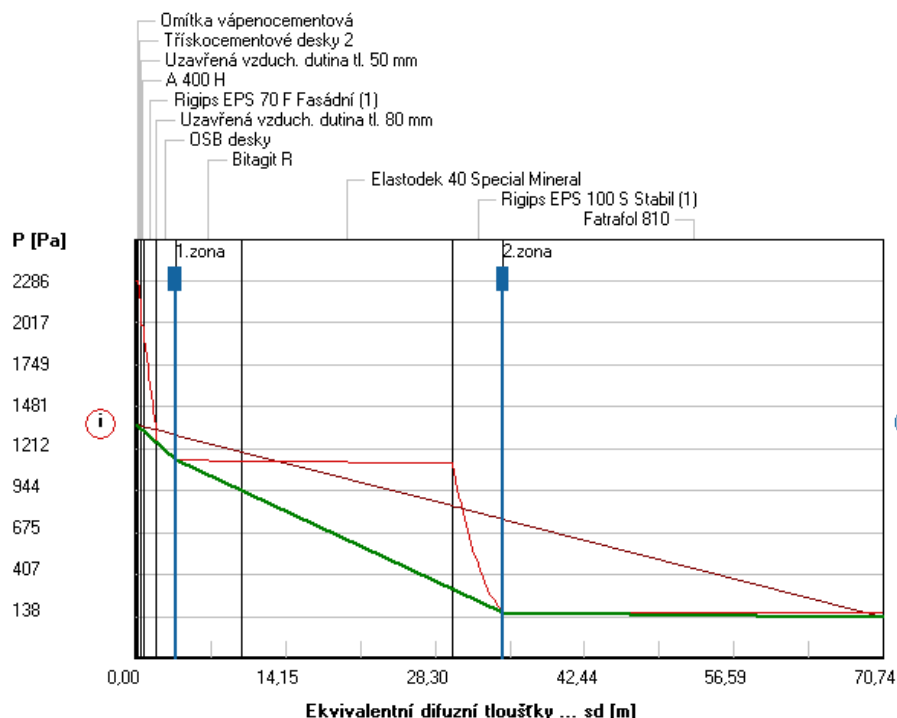
Posuzovaná konstrukce	Roční množství kondenzátu M_c [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Roční kapacita odparu M_{ev} [kg.m ⁻² .a ⁻¹]	Posouzení
Obvodová stěna	0,0102	4,5899	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá	0,0536	0,0748	vyhovuje
Střešní konstrukce_šikmá_nová	0,0027	0,0817	vyhovuje

Slovní hodnocení: Všechny konstrukce splňují požadavek.



Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



LEGENDA:

STŘECHA ŠIKMÁ

Rozložení tlaků:

Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-15,0 C
	84,0 %

—	nasyc. tlak
—	teoret. tlak
—	skut. tlak
—	kond. zóna

PŮVODNÍ SKLADBA

- hydroizolační fólie z měkčeného PVC tl. 1,5 mm určená k mech. kotvení, odolná UV
- geotextilie FILTEK min. 300 g/m²
- tepelná izolace EPS 150 S Stabil, souč. tep. vodivosti max. 0,04 W/mK, tl. 160 mm
- asfaltový pás Glastek 40 special mineral (Dekglass G200 S40) nataveno na asf. pás typu R
- separační vrstva: volně položený asfaltový pás typu R (např. asfaltový pás V13)
- OSB desky P+D celková tl. 36 mm (2 x 18 mm-křížem přes sebe prošroubovat)

STÁVAJÍCÍ SOUVRSTVÍ

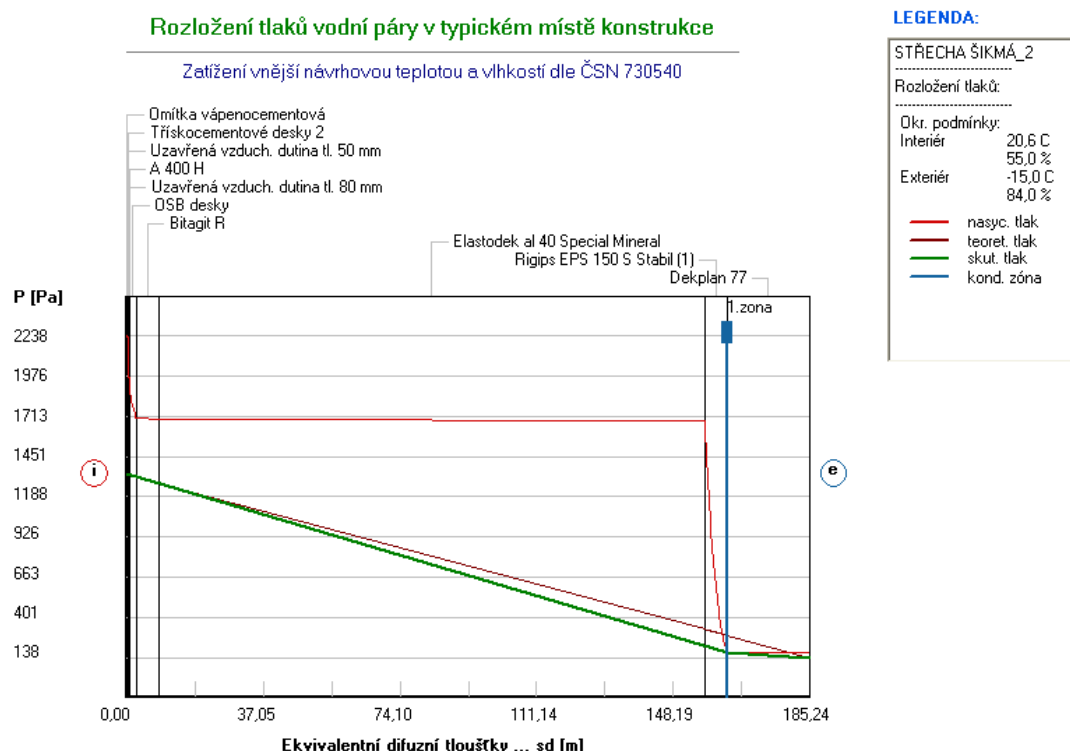
- dřevěné trámky, výška 130- 140 mm
- NOVÁ VÝPLŇ: TI ELS 70 S tl. 60mm
- papírová lepenka
- dřevěný rošt tl. 50 mm
- desky Heraklit tl. 40 mm
- pletivo Rabic + omítka 10 mm

bude nahrazena následující skladbou:

NOVÁ SKLADBA

- hydroizolační fólie z měkčeného PVC tl. 1,5 mm určená k mech. kotvení, odolná UV např. DEKPLAN 70, faktor difúzního odporu max 15000; tl. 1,5 mm
- geotextilie FILTEK min. 300 g/m²
- tepelná izolace EPS 150 S Stabil, souč. tep. vodivosti max. 0,037 W/mK, tl. 200 mm

- asfaltový pás Glastek AL 40 mineral (faktor dif.odporu více než 300000) nataveno na asf. pás typu R
 - separační vrstva: volně položený asfaltový pás typu R (např. asfaltový pás V13)
 - OSB desky P+D celková tl. 36 mm (2 x18 mm-křížem přes sebe prošroubovat)
- STÁVAJÍCÍ SOUVRSTVÍ**
- dřevěné trámký, výška 130- 140 mm
 - papírová lepenka
 - dřevěný rošt tl. 50 mm
 - desky Heraklit tl. 40 mm
 - pletivo Rabic + omítka 10 mm



Zhodnocení provedeného porovnání

U konstrukce stěny nebyly přesně definovány jednotlivé použité materiály, v případě že se použijí certifikované vrstvy systému ETICS s malým difúzním odporem pro vrstvy omítky, nemělo by dle výpočtu docházet ke kondenzaci, která by mohla ohrozit funkci konstrukce, dle hodnocených kritérií je možné takovouto stěnu hodnotit jako vyhovující.

Z důvodu problematické skladby jsme navrhli revidované řešení. V případě kvalitní realizace, se kterou počítáme do výpočtu a za okrajových normativních podmínek, v konstrukci vzniká přiměřené množství kondenzátu a celková bilance je vyhovující. Vzniklé množství kondenzátu by dle výpočtu nemělo funkci tepelně izolační vrstvy ohrozit. V okrajových podmínkách uvažujeme s relativní vlhkostí 50% a 21°C, pokud budou provozní podmínky odlišné je pravděpodobné, že bude vzniklý kondenzát jiný, než předpokládá výpočet.

V Brně, dne 9. 12. 2014

vypracoval: Ing. Roman Brzoň, Ph.D.

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplota 2010

Název úlohy : **Obvodová stěna**
Zpracovatel : Ing. Roman Brzon Ph.D.

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Zdivo CP 2	0.4400	0.8600	900.0	1800.0	9.0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
4	Baumit lep. st	0.0060	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
5	Rigips EPS 70	0.1600	0.0390	1270.0	15.0	20.0	0.0000
6	Baumit lep. st	0.0060	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
7	Baumit silikon	0.0030	0.7000	920.0	1700.0	37.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Teplný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
 Teplný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

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

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	21.0	53.8	1337.2	-2.5	81.3	403.2
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	58.4	1451.6	9.0	76.8	881.2
5	31	21.0	61.9	1538.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
7	31	21.0	66.8	1660.4	18.5	69.3	1475.1
8	31	21.0	66.4	1650.4	18.1	69.8	1448.9
9	30	21.0	62.3	1548.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	21.0	58.4	1451.6	9.1	76.7	886.1
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.5	79.3	622.3
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.44 m²K/W
 - 10 -

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.218 W/m²KSoučinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m²K

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

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.5E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* : 1980.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 17.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.10 CTeplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.947

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	14.7	0.732	11.3	0.587	19.8	0.947	58.1
2	15.6	0.745	12.1	0.584	19.9	0.947	61.0
3	15.6	0.684	12.1	0.485	20.1	0.947	60.2
4	16.0	0.581	12.5	0.294	20.4	0.947	60.7
5	16.9	0.421	13.4	-----	20.6	0.947	63.3
6	17.7	0.172	14.2	-----	20.8	0.947	66.0
7	18.1	-----	14.6	-----	20.9	0.947	67.3
8	18.0	-----	14.5	-----	20.8	0.947	67.0
9	17.0	0.402	13.5	-----	20.6	0.947	63.7
10	16.0	0.578	12.5	0.288	20.4	0.947	60.7
11	15.6	0.690	12.1	0.493	20.1	0.947	60.2
12	15.5	0.743	12.0	0.585	19.9	0.947	60.6

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	19.2	19.1	15.4	15.2	15.2	-14.6	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1367	1326	749	708	664	198	155	138
p,sat [Pa]:	2221	2206	1744	1731	1725	171	170	169

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/m ² s]
1	0.6360	0.6360	1.413E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a: 0.010 kg/m²,rokMnožství vypařitelné vodní páry Mev,a: 4.590 kg/m²,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Teplo 2010

**ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ
POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

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

Teplo 2010Název úlohy : **Střecha šikmá**

Zpracovatel : Ing. Roman Brzon Ph.D.

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0100	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Třískocementov	0.0400	0.1900	1580.0	600.0	6.5	0.0000
3	Uzavřená vzduc	0.0500	0.2860	1103.8	26.1	0.2	0.0000
4	A 400 H	0.0007	0.2100	1470.0	900.0	315.0	0.0000
5	Rigips EPS 70	0.0600	0.0530	1407.8	57.8	20.0	0.0000
6	Uzavřená vzduc	0.0800	0.4570	1176.7	45.5	0.1	0.0000
7	OSB desky	0.0360	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
8	Bitagit R	0.0025	0.2100	1470.0	1210.0	2500.0	0.0000
9	Elastodek 40 S	0.0040	0.2100	1470.0	1200.0	5000.0	0.0000
10	Rigips EPS 100	0.1600	0.0370	1270.0	20.0	30.0	0.0000
11	Fatrafol 810	0.0015	0.3500	1470.0	1313.0	24000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	53.8	1337.2	-2.5	81.3	403.2
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	58.4	1451.6	9.0	76.8	881.2
5	31	21.0	61.9	1538.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
7	31	21.0	66.8	1660.4	18.5	69.3	1475.1
8	31	21.0	66.4	1650.4	18.1	69.8	1448.9
9	30	21.0	62.3	1548.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	21.0	58.4	1451.6	9.1	76.7	886.1
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.5	79.3	622.3
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.94 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.164 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.8E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 359.0
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 10.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.56 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.960

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	14.7	0.732	11.3	0.587	20.1	0.960	57.0
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.1	0.960	60.0
3	15.6	0.684	12.1	0.485	20.3	0.960	59.4
4	16.0	0.581	12.5	0.294	20.5	0.960	60.2
5	16.9	0.421	13.4	-----	20.7	0.960	63.0
6	17.7	0.172	14.2	-----	20.8	0.960	65.7
7	18.1	-----	14.6	-----	20.9	0.960	67.2
8	18.0	-----	14.5	-----	20.9	0.960	66.9
9	17.0	0.402	13.5	-----	20.7	0.960	63.3
10	16.0	0.578	12.5	0.288	20.5	0.960	60.1
11	15.6	0.690	12.1	0.493	20.3	0.960	59.4
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.1	0.960	59.6

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
tepl.[C]:	19.6	19.6	18.4	17.5	17.5	11.3	10.4	8.9	8.8	8.7
p [Pa]:	1367	1364	1359	1359	1355	1334	1334	1303	1194	847
p,sat [Pa]:	2286	2278	2121	1998	1996	1341	1259	1138	1133	1125
rozhraní:	10-11	e								
tepl.[C]:	-14.8	-14.8								
p [Pa]:	764	138								
p,sat [Pa]:	168	168								

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

Kond.zóna číslo	Hranice levá	Kondenzační zóna [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.2767		0.2767	6.156E-0009
2	0.4432		0.4432	6.079E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a : 0.054 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry Mev,a : 0.075 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m ² s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m ²]
10	0.4432	0.4432	1.40E-0010	0.0004
11	0.4432	0.4432	2.65E-0009	0.0072
12	0.4432	0.4432	4.04E-0009	0.0181
1	0.4432	0.4432	4.25E-0009	0.0295
2	0.4432	0.4432	3.99E-0009	0.0391
3	0.4432	0.4432	2.53E-0009	0.0459
4	0.4432	0.4432	2.01E-0010	0.0464
5	0.4432	0.4432	-2.66E-0009	0.0393
6	0.4432	0.4432	-5.00E-0009	0.0263
7	0.4432	0.4432	-6.35E-0009	0.0093
8	---	---	-5.96E-0009	0.0000
9	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a : 0.0464 kg/m²

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Teplo 2010

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2010

Název úlohy : **Střecha šikmá_3**
Zpracovatel : Ing. Roman Brzon Ph.D.

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0100	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Třískocementov	0.0400	0.1900	1580.0	600.0	6.5	0.0000
3	Uzavřená vzduc	0.0500	0.2860	1103.8	26.1	0.2	0.0000
4	A 400 H	0.0007	0.2100	1470.0	900.0	315.0	0.0000
5	Uzavřená vzduc	0.1400	0.8750	1176.7	45.5	0.1	0.0000
6	OSB desky	0.0360	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000

7	Bitagit R	0.0025	0.2100	1470.0	1210.0	2500.0	0.0000
8	Elastodek al 4	0.0040	0.2100	1470.0	1200.0	37000.0	0.0000
9	Rigips EPS 150	0.2000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
10	Dekplan 77	0.0015	0.3500	1470.0	1313.0	15000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse :	0.04 m ² K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	53.8	1337.2	-2.5	81.3	403.2
2	28	21.0	56.9	1414.3	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	58.4	1451.6	9.0	76.8	881.2
5	31	21.0	61.9	1538.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
7	31	21.0	66.8	1660.4	18.5	69.3	1475.1
8	31	21.0	66.4	1650.4	18.1	69.8	1448.9
9	30	21.0	62.3	1548.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	21.0	58.4	1451.6	9.1	76.7	886.1
11	30	21.0	56.9	1414.3	3.5	79.3	622.3
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R :	6.16 m ² K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.159 W/m ² K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT :	9.8E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* :	249.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* :	9.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	19.60 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f _{Rsi,p} :	0.961

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	Tsi,m[C]	f _{Rsi,m}	Tsi,m[C]	f _{Rsi,m}	Tsi[C]	f _{Rsi}	RHsi[%]
1	14.7	0.732	11.3	0.587	20.1	0.961	56.9
2	15.6	0.745	12.1	0.584	20.2	0.961	59.9
3	15.6	0.684	12.1	0.485	20.3	0.961	59.3
4	16.0	0.581	12.5	0.294	20.5	0.961	60.1
5	16.9	0.421	13.4	-----	20.7	0.961	63.0

6	17.7	0.172	14.2	-----	20.8	0.961	65.7
7	18.1	-----	14.6	-----	20.9	0.961	67.2
8	18.0	-----	14.5	-----	20.9	0.961	66.9
9	17.0	0.402	13.5	-----	20.7	0.961	63.3
10	16.0	0.578	12.5	0.288	20.5	0.961	60.1
11	15.6	0.690	12.1	0.493	20.3	0.961	59.3
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.2	0.961	59.5

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	e
tepl.[C]:	19.7	19.6	18.5	17.6	17.6	16.8	15.3	15.3	15.2	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1367	1366	1364	1364	1363	1362	1351	1309	327	288	138
p,sat [Pa]:	2293	2285	2133	2014	2012	1908	1739	1732	1721	168	168

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	0.4832	0.4832	1.207E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a: 0.003 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry Mev,a: 0.082 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
1	0.4832	0.4832	1.46E-0010	0.0004
2	0.4832	0.4832	-9.48E-0011	0.0002
3	---	---	-7.92E-0010	0.0000
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---
12	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0004 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Teplo 2010