

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKcí

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

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
střecha...	střecha	8.167	0.120	0.0032	ano	---

Vysvětlivky:

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

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

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

TeplO 2017 EDU

Název úlohy : **střecha plochá**

Zpracovatel : Bc. Jan Ribár

Zakázka :

Datum : 01. 01. 2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
0	Beton hutný 1	0,2350	1,0650	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
1	Penetrace	0,0020	1,0200	890,0	1010,0	2000,0	0.0000
2	Elastodek 40 M	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
3	JUB Jubizol EPS	0,1850°	0,0330	1270,0	16,0	30,0	0.0000
4	PIR TI desky	0,0500	0,0220	1270,0	16,0	30,0	0.0000
5	Fatrafol 814	0,0025	0,3500	1470,0	1350,0	13000,0	0.0000
6	Dlažba keramic	0,0400	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.

° tepelně účinná tloušťka spádové vrstvy, stanovena interním výpočtem dle EN ISO 6946

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
0	Beton hutný 1	---
1	Penetrace	---
2	Elastodek 40 Medium Dekor šedý	---
3	JUB Jubizol EPS F-G0 Expand. grafit. polystyren	---
4	PIR TI desky	---
5	Fatrafol 814	---
6	Dlažba keramická	---

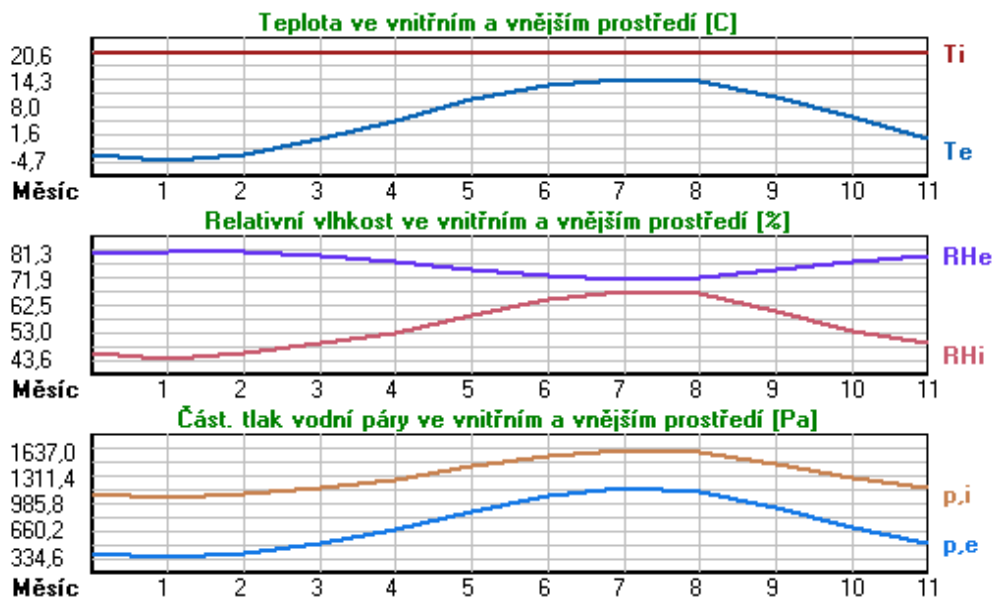
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -17.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 85.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]
1	31 744	20.6	43.6	1057.4	-4.7	81.3	334.6
2	28 672	20.6	45.6	1105.9	-3.3	81.0	375.5
3	31 744	20.6	48.9	1185.9	0.3	79.7	497.3
4	30 720	20.6	52.7	1278.1	4.7	77.9	665.1
5	31 744	20.6	59.1	1433.3	9.6	75.3	899.7
6	30 720	20.6	64.6	1566.7	12.9	72.8	1082.7
7	31 744	20.6	67.5	1637.0	14.5	71.4	1178.3
8	31 744	20.6	66.3	1607.9	13.8	72.1	1137.1
9	30 720	20.6	60.5	1467.2	10.5	74.7	948.0
10	31 744	20.6	53.7	1302.3	5.6	77.5	704.5
11	30 720	20.6	48.9	1185.9	0.4	79.7	500.9
12	31 744	20.6	45.8	1110.7	-3.1	80.7	380.5

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



Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla 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 :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 8.167 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.120 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.14 / 0.17 / 0.22 / 0.32 W/m²K

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

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.4E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 728.9

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_{si,p} : 19.49 C

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

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	11.1	0.625	7.8	0.494	19.9	0.970	45.7
2	11.8	0.631	8.5	0.492	19.9	0.970	47.6
3	12.9	0.618	9.5	0.453	20.0	0.970	50.7
4	14.0	0.585	10.6	0.371	20.1	0.970	54.3
5	15.8	0.562	12.3	0.249	20.3	0.970	60.3
6	17.2	0.555	13.7	0.104	20.4	0.970	65.5
7	17.9	0.553	14.4	-----	20.4	0.970	68.3
8	17.6	0.557	14.1	0.044	20.4	0.970	67.1
9	16.1	0.559	12.7	0.217	20.3	0.970	61.6
10	14.3	0.579	10.9	0.353	20.2	0.970	55.2
11	12.9	0.616	9.5	0.450	20.0	0.970	50.7
12	11.9	0.631	8.5	0.490	19.9	0.970	47.8

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

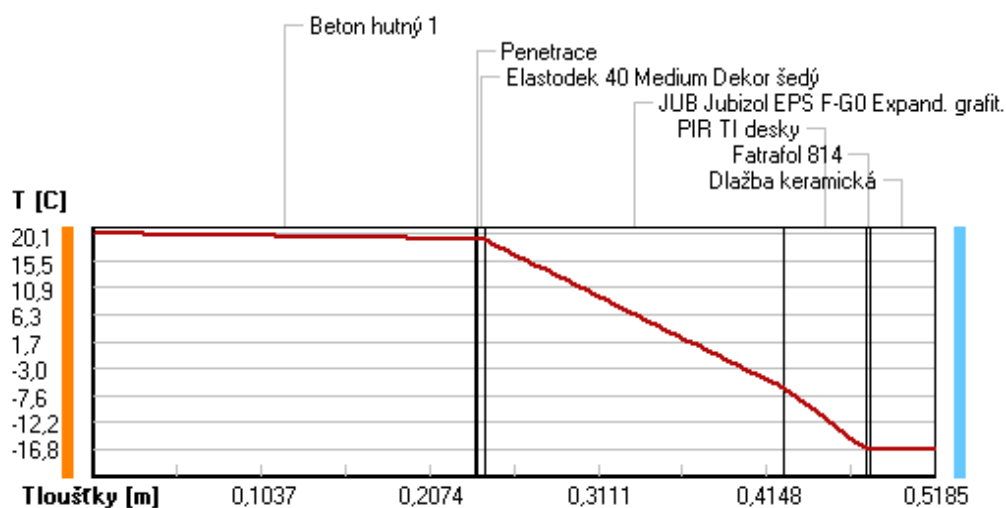
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

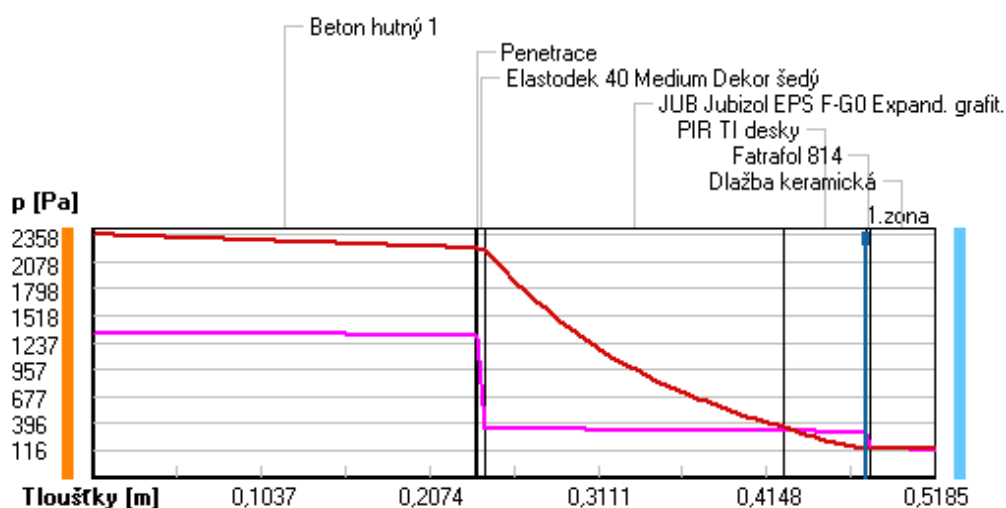
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.1	19.1	19.1	19.1	-6.3	-16.6	-16.6	-16.8
p [Pa]:	1334	1315	1296	343	316	309	154	116
p _{sat} [Pa]:	2358	2217	2215	2203	358	142	141	139

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

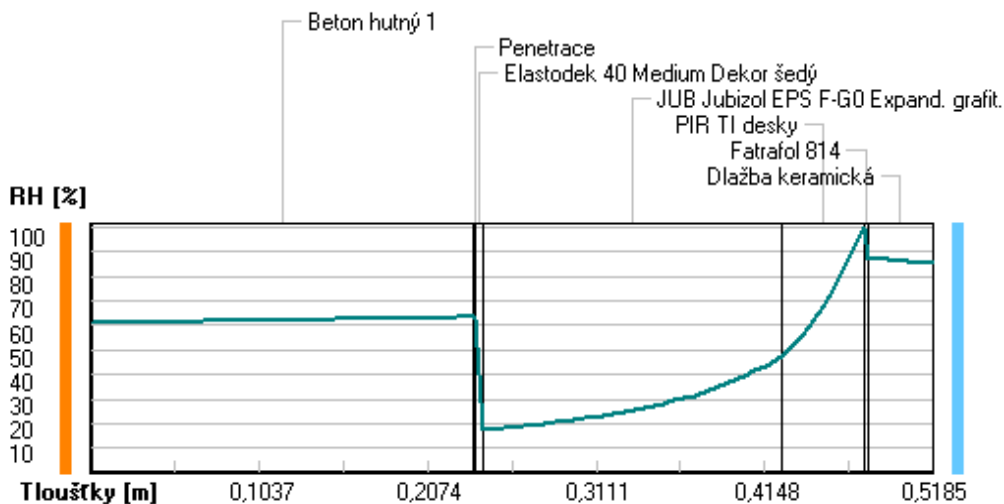
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



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



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



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4760	0.4760	9.820E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0032 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0388 kg/(m2.rok)**

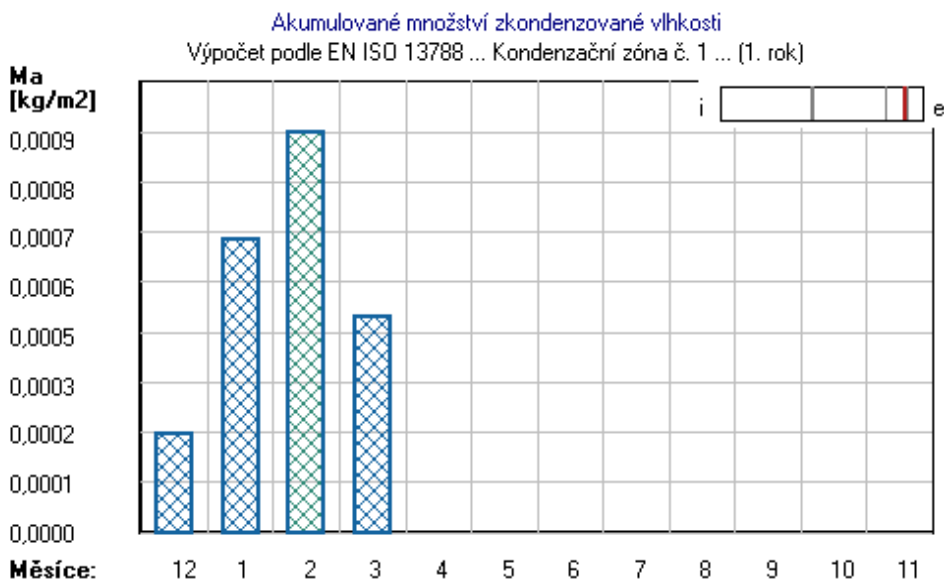
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

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/m ² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m ² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m ² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
12	0.4760	0.4760	0.0016	0.0013	0.0002	0.0002
1	0.4760	0.4760	0.0015	0.0011	0.0004	0.0007
2	0.4760	0.4760	0.0014	0.0012	0.0003	0.0009
3	0.4760	0.4760	0.0014	0.0018	-0.0004	0.0005
4	---	---	0.0010	0.0025	-0.0015	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0009 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.0009 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0009 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0000 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	Beton hutný 1	212	153	---	---	---
2	Penetrace	212	153	---	---	---
3	Elastodek 40 M	243	122	---	---	---
4	JUB Jubizol EP	31	334	---	---	---
5	PIR TI desky	---	---	92	122	151
6	Fatrafol 814	---	---	92	122	151
7	Dlažba keramic	---	---	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 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: střecha

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} : 20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -17,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -17,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i : 50,0 % (+5,0%)

Składba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Beton hutný 1	0,235	1,065	17,0
2	Penetrace	0,002	1,020	2000,0
3	Elastodek 40 Medium Dekor šedý	0,004	0,210	50000,0
4	JUB Jubizol EPS F-G0 Expand. g	0,185	0,033	30,0
5	PIR TI desky	0,050	0,022	30,0
6	Fatrafol 814	0,0025	0,350	13000,0
7	Dlažba keramická	0,040	1,010	200,0

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

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr = 0,760$

Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si}, m = 0,970$

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

Průměrná hodnota fR_{si}, m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnost plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

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

Požadavek: $U, pas20 = 0,15-0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Doporučené hodnoty $U, pas20$ pro pasivní budovy

$U < U, pas20$... POŽADAVEK JE SPLNĚN

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

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

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,048 kg/m².rok (materiál: PIR TI desky).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,048 kg/m².rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0032 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0388 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

Teplu 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software